



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физика»

## Учебное пособие

по дисциплине

# «Концепции современного естествознания»

Авторы

Наследников Ю. М.,

Попова И. Г.,

Гребенюк Т. И.,

Мардасова И. В.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Цель пособия - оказать помощь студентам в изучении дисциплины «Концепции современного естествознания».

В пособие включены методические указания по изучению дисциплины, самостоятельной подготовке ко всем видам аудиторных занятий, структуре и оформлению контрольных заданий студентами заочной формы обучения; тематический план и структура дисциплины; структурный конспект лекций, задающий структуру семинарских занятий, а также структуру опорных вопросов и тестов к экзамену (зачету), темы контрольных заданий для заочников. В Приложении I приведен краткий справочник физических и астрономических констант, пространственно-временные размеры и массы объектов Вселенной, а также Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Приложение II содержит конструктивно-содержательные тесты и опорные вопросы по всем модулям курса КСЕ. В Приложение III входят практические работы по теме: «Статистические закономерности». Возможно так же использование виртуальных лабораторных работ, разработанных на кафедре «Физика» ДГТУ.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения экономико-управленческих и социогуманитарных направлений квалификации: бакалавр.



## Авторы

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»  
Наследников Ю.М.,  
ст. преподаватель кафедры «Физика»  
Попова И.Г.,  
к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»  
Гребенюк Т.И.,  
к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»  
Мардасова И.В.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>7</b>
<b>ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....</b>	<b>10</b>
<b>ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И МОДУЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» .....</b>	<b>14</b>
<b>СТРУКТУРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В СХЕМАХ, ОПРЕДЕЛЕНИЯХ И ТАБЛИЦАХ .....</b>	<b>17</b>
<b>Лекция 1. Интеллектуальная сфера культуры и её связь с общим естествознанием .....</b>	<b>17</b>
1.1. Предмет курса «Концепции современного естествознания». Цель и задачи курса.....	17
1.2 Интеллектуальная сфера культуры и её связь с общим естествознанием. ....	19
1.3 Научный метод познания.....	22
1.4 Модели развития науки. ....	26
<b>Лекция 2. История естествознания .....</b>	<b>29</b>
2.1. Периодизация истории естествознания.....	29
2.2. История естествознания в контексте трансдисциплинарных стратегий естественнонаучного мышления. ....	35
<b>Лекция 3. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в контексте развития исследовательских программ и картин мира.....</b>	<b>39</b>
3.1. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине мира. ....	39

Концепции современного естествознания

3.2. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в классическом и неклассическом естествознании. ....	42
3.3. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в постнеклассическом естествознании. ....	51
3.4. Основные идеи и понятия общего естествознания. ...	53
<b>Лекция 4. Монофундаментальность физики. Структурные уровни организации материи в рамках современной физики. ....</b>	<b>57</b>
4.1. Физика в контексте интеллектуальной культуры. Фундаментальность физики в естествознании. ....	57
4.2. Общие представления о гипер-, мега-, макро-, микро-, гипомирах. ....	58
4.3. Фундаментальные взаимодействия. Фундаментальные микрочастицы. ....	61
4.4. Концепция пространственно-временных отношений. Физический вакуум. ....	64
4.5. Фундаментальный принцип симметрии. Фундаментальные законы сохранения. ....	69
4.6. Концепции и методологические принципы квантовой механики. Понятие квантового микросостояния. ....	70
4.7. Процессы в микромире. Элементы ядерной физики	76
<b>Лекция 5. Порядок и беспорядок в природе .....</b>	<b>82</b>
5.1. Динамические и статистические закономерности (теории) в познании природы. ....	82
5.2. Основные характеристики (макропараметры) равновесного теплового макросостояния и его термодинамическое и статистическое описание. ....	83
5.3. Элементы неравновесной термодинамики диссипативных систем. Закономерности самоорганизации в природе. ....	89
<b>Лекция 6. Химические концепции познания мира .....</b>	<b>92</b>
6.2. Структурно-концептуальные разделы современной химии. ....	96
6.2.1. Учение о составе вещества .....	96
6.2.2. Структурная химия. ....	100
6.2.3. Проблемы учения о химических процессах. ....	101
6.2.4. Эволюционная химия. ....	104

<b>Лекция 7. Панорама современного естествознания в концепции «стрел времени» .....</b>	<b>107</b>
7.1. Космология. Элементы физики Мегамира. ....	107
7.2. Геологическая эволюция. Структурные уровни материи в рамках геосфер Земли.....	126
<b>Лекция 8. Эволюционная концепция биологического уровня организации материи .....</b>	<b>138</b>
8.1. Биология в контексте интеллектуальной культуры. Классификационные системы в биологии.....	138
8.2. Структурные уровни биологической организации материи на Земле. ....	141
8.3. Генетика и эволюция. ....	143
8.4. Синтетическая теория эволюции биологических структур материи. Макро- и микроэволюция.....	149
<b>Лекция 9. Биосфера и человек.....</b>	<b>154</b>
9.1. Человек как особый уровень организации живой материи. Феномен человека "как существа трёхстороннего - биосоциокультурного".....	154
9.2. Концепции биосферы и ноосферы. ....	160
9.3. Концепции экологии .....	161
9.4. Козволюционная синергетическая парадигма современного естествознания. ....	165
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК</b>	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>
<b>I.....</b>	<b>175</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ II .....</b>	<b>180</b>
<b>КОНСТРУКТИВНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ТЕСТЫ И ОПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ВСЕМ МОДУЛЯМ КУРСА КСЕ .....</b>	<b>180</b>
<b>Приложение III. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ</b>	<b>206</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>218</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Наполеон говорил, что маленький чертеж он предпочитает пространному объяснению.

А. Эйнштейн считал признаком истинности теории простоту и стройность.

Оба суждения великих сходятся в одном: истинное знание всегда просто и четко. Так проявляется любая суть.

Очевидно, что и естественнонаучная истина проста – сложен путь к истине. Другой важный момент: истина системна и конкретна. Система – это главная связь. Общее естествознание – это поиск сущности природы. От общей к любой подчиненной связи – таков путь познания.

Конкретная связь всегда доступна изображению: наглядному, образному и через связь понятий. По этому принципу и построено наше учебное пособие: на основе системных моделей в виде соответствующих таблиц, схем, ключевых понятий и концептуальных программ.

Однако, пока нам приоткрыты только 4-5% материи и энергии, а загадки «темной материи» и «темной энергии» только задаются астрофизикой и космологией. Движение к конкретной и системной истине осуществляется через мегапроектные эксперименты международного и национального характера, в частности, с помощью Большого адронного коллайдера (БАК) и целого ряда новых астрофизических проектов и приборов и ракетно-космической техники. Структурно-системная иерархичность общих уровней материи в рамках микро-, макро- и мегамиров явно стремится к целостности как в рамках холизма, когда целое доминирует, предшествует своим частям, так и редукционизма, в котором единое расщепляется на части, понимаемые более первичными, предшествующими целому.

Важно понимать, что материя и сознание – парные фундаментальные понятия, то же самое, что объективная реальность и субъективная реальность соответственно.

Эта фундаментальная двусторонность объективной и субъективной реальностей и обусловила компетентностный подход к образованию вместо традиционных ЗУНов (знания, умения, навыки). Конечно, структура «компетенции» опирается прежде всего на знания, но в рамках как объективной, так и субъективной реальностей.

Определенный субъективизм понимания, действия и бытия человека, как существа трехстороннего – «биосоциокультурного»

задает модульную структуру учебной дисциплины «Концепции современного естествознания» (КСЕ) и определяет особую роль самостоятельной работы студентов, которая организуется на основе всех видов аудиторных занятий и дополнительных консультаций. Очевидно, что обучаемый помимо лекций и учебного пособия может проработать материал курса и в рамках, по крайней мере, основной литературы, приведенной в пособии. Мы считаем полезным использование наших учебных пособий, подготовленных для квалификации «специалист», а также электронного ресурса УМКД по дисциплине КСЕ (№ГР15393). Режим доступа: <http://de.dstu.edu.ru/>. Электронный ресурс УМКД в форме электронного конспекта лекций особенно полезен студентам заочной формы обучения при подготовке контрольных заданий реферативного характера, а также студентам очной формы обучения при подготовке к семинарским и лабораторным занятиям. В настоящее время конспект лекций сокращен и структурно упорядочен в рамках УМКД для квалификации «бакалавр». Режим доступа такой же: <http://de.dstu.edu.ru/>.

В современном компетентностном подходе к образованию полезно знать терминологическую двойственность англоязычного термина «competence» в русском языке – «компетенция» и компетентность несущих разную смысловую окраску.

Под компетенцией мы подразумеваем наперед заданное требование к образовательной подготовке выпускника бакалавриата, специалитета или магистратуры, совокупность качеств личности, определяющих эффективное исполнение деятельности в определенной области.

Компетентность – обладание компетенцией, т.е. наличие у личности совокупности характеристик, определяющих эффективность и самостоятельность исполнения деятельности.

Двустороннее взаимодействие компетенций и компетентности при изучении учебного курса КСЕ реализуется в рамках основополагающей концепции курса КСЕ: коэволюции природных систем и бытия человека. Как отмечал В.И. Вернадский: «Лишь благодаря условиям цивилизации неразрывная кровная связь всего человечества с остальным живым миром забывается, и человек пытается рассматривать отдельно от живого мира бытие цивилизованного человечества. Но все эти попытки искусственны и неизбежно разлетаются, когда мы подходим к изучению человечества в общей связи его со всей природой».

Так как основная цель пособия заключается в использовании



## Концепции современного естествознания

дистанционного метода организации самостоятельной работы студентов всех форм обучения и особенно заочной формы обучения, то студенту предоставляется возможность самостоятельно внести в таблицы и схемы дополнительный учебный материал электронного конспекта лекций и проработанной им учебной литературы по курсу КСЕ.

Это позволит студентам подготовиться к предварительному тестовому контролю знаний на семинарских занятиях, предшествующих рейтингу, а также к тестам интернет-экзамена. Естественно, что тестовый контроль знаний в его классическом исполнении не лишен субъективизма составителя тестов. Особенно ярко субъективизм тестов проявляется в интегрированных курсах и междисциплинарных науках.

Поэтому особую роль в оценке экзамена или зачета мы придаем не только тестовому контролю знаний, но, прежде всего, устному собеседованию и защите контрольных заданий реферативного характера.

Мы желаем студентам успешного изучения курса «Концепции современного естествознания» и будем всячески этому способствовать на основе педагогики сотрудничества *didacticos* – «поучающего» и *didasco* – «изучающего».

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

*Учиться и, когда придет время,  
прикладывать усвоенное к делу –  
разве это не прекрасно.  
Конфуций*

Прежде чем приступить к изучению дисциплины в контексте компетентностного подхода к усвоению знаний: «знать, уметь, владеть», необходимо ознакомиться с общими методическими указаниями.

Студенты очной формы обучения имеют следующую структуру аудиторных занятий: лекции, практические (семинарские) занятия, которые в календарно-тематических планах ряда направлений подготовки подразделяются на семинарские и лабораторные занятия. Нам представляется, такая дифференциация практических занятий оправдана для всех направлений подготовки и требует обязательного использования практических работ натурального и виртуального эксперимента помимо чисто семинарских занятий в структуре 2 «Д» (доклад-дискуссия). Общее число аудиторных часов составляет около 40% от заданной трудоемкости курса в 4 кредита (144 часов). Это лишний раз подчеркивает значимость самостоятельной работы студента при изучении курса КСЕ. Обучение осуществляется в течение одного семестра и контролируется двумя рейтинговыми оценками знаний, которые опираются на текущую активность обучаемых и посещаемость всех видов аудиторных занятий. По возможности рейтинговому контролю знаний также предшествует предварительный тестовый контроль знаний на одном из практических занятий. При этом используются конструктивно-содержательные тесты и опорные вопросы, приведенные в приложении II. Минимальный балл рейтинга – 10-15 баллов, максимальный балл рейтинга – 20-30 баллов. Итак, чтобы быть допущенным к экзамену (дифференцированному зачету) студент должен набрать не менее 25 баллов за два рейтинга. Более высокий балл рейтингового контроля способствует и более высокой оценке на экзамене (дифференцированном зачете), на который выделяется 50 баллов, т.е. половина всех оценочных баллов. Конечно, возможны и поощрительные баллы, но не более 5 баллов допол-

## Концепции современного естествознания

нительных к экзаменационным 50 баллам. Экзаменационные билеты обычно содержат два опорных вопроса и структурно-содержательный тест. Опорные вопросы являются одновременно основными структурными элементами конспекта лекций и календарно-тематического плана семинарских занятий.

Студенты заочной формы обучения имеют следующую структуру аудиторных занятий: обзорные лекции, лабораторные занятия для студентов экономико-управленческих направлений; а также практические занятия для руководства и помощи в выполнении контрольных работ и для организации их защиты. Общее число аудиторных часов составляет 10-15% от заданной трудоемкости курса. Таким образом, особое значение придается самостоятельной работе студентов заочной формы обучения в течении всего заданного семестра.

Основным способом контроля самостоятельной работы студентов-заочников во время семестра является выполнение контрольного задания. При этом необходимо выполнять следующие указания и требования:

1. За время изучения дисциплины «Концепции современного естествознания» студент заочной формы обучения должен представить в деканат одну контрольную работу.

2. Своё контрольное задание студент определяет по таблице вариантов контрольных заданий. Выполнение контрольного задания предусматривается в форме реферата. Реферат должен содержать план изложения и список использованной литературы. Выбор темы контрольной работы осуществляется в соответствии с последними двумя цифрами зачётной книжки.

3. Если работа выполнена студентом не в соответствии с шифром, то она возвращается студенту без рецензирования.

4. Важно при подготовке контрольной работы помнить, что контрольное задание предусматривает проверку самостоятельного изучения дисциплины «Концепции современного естествознания» не только в рамках того или иного вопроса или темы реферата, но и в рамках рабочей программы в целом. В связи с этим в вводной части своего контрольного задания желательно указать место и значение темы реферата в современном естествознании. В случае библиографического характера реферата, посвящённого одному или группе учёных, выдвинувших ту или иную концепцию естествознания или внесших значительный вклад в одну из фундаментальных естественных наук, необходимо оценить роль и значение соответствующей концепции и личный вклад ученых в становлении современного естествознания. Кроме библиографического списка

литературы, приведённого в пособии, можно использовать библиографическую и энциклопедическую литературу по естественным наукам, соответствующие библиографические и естественнонаучные справочники, а также информационную сеть Интернет. Значительную помощь при выполнении абсолютного большинства контрольных заданий может оказать и электронный ресурс УМКД по дисциплине КСЕ, а также другие наши учебные пособия как в электронном, так и в печатном виде. Режим доступа: <http://de.dstu.edu.ru/>. Библиографический список литературы должен содержать не менее 5-7 использованных источников. Полезно в приложении к реферату привести словарь используемых естественнонаучных терминов, а также именной указатель ученых, внесших значительный вклад в постановку и раскрытие темы реферата.

5. Преподаватель после проверки контрольной работы принимает решение допустить или не допустить студента к собеседованию. Если принято и обосновано в рецензии преподавателя решение о не допуске к собеседованию, то студент обязан предоставить контрольную работу на повторное рецензирование.

6. В течение семестра по датам, установленным учебно-методическим отделом, студенты на кафедре физики получают консультации по контрольным работам.

7. Окончательное решение по контрольной работе принимает преподаватель во время устного собеседования со студентом. Даты проведения собеседования могут совпадать с датами консультаций или устанавливаются дополнительно преподавателем перед экзаменом или зачетом.

В исключительных случаях защита контрольных работ может проводиться лектором во время экзамена или зачета.

Кроме того, для допуска к экзамену или дифференцированному зачету для студентов экономико-управленческих направлений необходимо выполнить и защитить лабораторные работы по статистической обработке результатов прямых и косвенных измерений. В результате студент может набрать максимально 50 рейтинговых баллов (30 баллов за контрольную работу и 20 баллов за лабораторный практикум). Для допуска к экзамену (дифференцированному зачету) необходимо набрать не менее 25 баллов при обязательном выполнении как контрольного задания, так и лабораторного практикума. Казалось бы, в более выгодном положении находятся студенты направлений, в календарно-тематических планах которых предусмотрены только контрольные работы без вы-

### Концепции современного естествознания

полнения лабораторного практикума. Однако они обычно демонстрируют более низкий уровень знаний на экзамене (дифференцированном зачете), так как не осознают принципиальную значимость эксперимента в современном естествознании.

В заключении хотелось бы отметить обязательное соблюдение студентами заочной формы обучения графика выполнения контрольных работ, которые должны быть выполнены до начала экзаменационной сессии. Все контрольные работы, выполненные непосредственно в экзаменационную сессию, оцениваются по минимальной шкале баллов.

При подготовке к экзамену или дифференцированному зачету полезно использовать Приложение II, в котором приведены опорные вопросы и конструктивно-содержательные тесты по всем модулям дисциплины «Концепции современного естествознания».

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И МОДУЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

Таблица №1

Номер модуля	Наименование модуля	Тема задания
1	Структурная, методологическая и историческая панорама естественно-научного познания мира	1. Предмет курса «Концепции современного естествознания» Цель и задачи курса. 2. Интеллектуальная сфера культуры и ее связь с общим естествознанием. 3. Научный метод познания. 4. Общая периодизация истории естествознания. 5. История естествознания в контексте трансдисциплинарных стратегий естественнонаучного мышления. 6. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине мира. 7. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в классическом и неклассическом естествознании. 8. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в постнеклассическом естествознании. 9. Основные понятия и идеи общего естествознания.
2	Физические концепции познания мира	10. Физика в контексте интеллектуальной культуры. Фундаментальность физики в естествознании. 11. Общие представления о гипер-, мега-, макро-, микро-, гипомирах. 12. Фундаментальные взаимодействия. Фундаментальные микрочастицы. 13. Фундаментальный принцип симметрии. Законы сохранения. 14. Концепция пространственно-временных отношений. Физический вакуум. 15. Концепции и методологические принципы квантовой механики.

Концепции современного естествознания

		<p>16. Процессы в микромире.</p> <p>17. Динамические и статистические закономерности в природе.</p> <p>18. Основные характеристики (макропараметры) равновесного теплового макросостояния и его термодинамическое и статистическое описание.</p> <p>19. Элементы неравновесной термодинамики. Закономерности самоорганизации в природе.</p>
3	Химическая концепция мира	<p>20. Химия в контексте интеллектуальной культуры.</p> <p>21. Структурные уровни организации материи в рамках современной химии. Химические системы.</p> <p>22. Структурно-концептуальные разделы современной химии: учение о составе; структурная химия; учение о химических процессах; эволюционная химия.</p>
4	Панорама современного естествознания в концепции «стрел времени»	<p>23. Космология. Элементы физики мегамира.</p> <p>24. Геологическая эволюция. Структурные уровни организации материи в рамках геосфер Земли.</p> <p>25. Основные гипотезы (теории) происхождения жизни. Что такое жизнь?</p>
5	Эволюционная концепция биологического уровня организации материи	<p>26. Биология в контексте интеллектуальной культуры. Классификационные системы в биологии.</p> <p>27. Структурные уровни биологической организации материи.</p> <p>28. Генетика и эволюция.</p> <p>29. Синтетическая теория эволюции биологических структур материи.</p> <p>30. Макро- и микроэволюция.</p>
6	Биосфера и человек	<p>31. Человек как особый уровень организации живой материи. Феномен человека «как существа трехстороннего-биосоциокультурного».</p> <p>32. Концепции биосферы и ноосферы</p> <p>33. Концепции экологии</p>



		34.Козволюционная синергетическая парадигма современного естествознания.
--	--	--



## **СТРУКТУРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В СХЕМАХ, ОПРЕДЕЛЕНИЯХ И ТАБЛИЦАХ**

*Природа может обойтись без культуры.  
Но культура без природы быстро выдохнется.  
М.Пришвин*

### **ЛЕКЦИЯ 1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СФЕРА КУЛЬТУРЫ И ЕЁ СВЯЗЬ С ОБЩИМ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕМ**

#### **1.1. Предмет курса «Концепции современного естествознания». Цель и задачи курса.**

Предметом изучения учебного курса КСЕ являются основополагающие в идеале трансдисциплинарные концепции естественных наук, позволяющие сформировать современную естественнонаучную картину мира на концептуально-понятийном уровне её редукционистской целостности в кооперативном взаимодействии с холизмом, т.е. таким пониманием мира, когда целое доминирует, Предмет предшествует своим частям в рамках современного уровня развития естественнонаучной культуры.

Схема 1. Ключевые понятия предмета КСЕ.

- *Концепция* (лат. – совокупность) – основополагающая идея, система взглядов, понятий по тому или иному вопросу, явлению.
- *Естествознание* – наука о явлениях и законах природы, направленная на поиск сущности природы; совокупность наук о природе, взятая как целое.
- *Трансдисциплинарность* (от лат. trans – сквозь, через) означает более высокий уровень универсальности по сравнению с междисциплинарной кооперацией.
- *Естественнонаучная картина мира (ЕНКМ)* – аспект общенаучной картины мира - это идеальная модель природы, её «целостный образ», формируемый на основе знания всего комплекса наук о природе.
- *Редукционизм* – неотрицание качественного своеобразия элементов целого, требование его объявления.
- *Холизм* – принцип целостности. Холизм основан на таком понимании мира, когда целое доминирует, предшествует своим частям.
- *Естественнонаучная культура* – способ деятельности в человеческом общении и взаимодействии с Природой и себе подобными, опирающаяся на совокупность материальных и духовных ценностей Природы.

Основной целью дисциплины «Концепции современного естествознания» является общенаучная подготовка студентов на основе кооперативного взаимодействия концептуальных основ общего естествознания с интеллектуальной сферой культуры, включая все основополагающие её сегменты: гуманитарную, социально-экономическую, естественнонаучную, технологическую и информационно-коммуникативную культуры.

Для достижения обозначенной цели ставятся следующие задачи:

- Научить студентов использовать концептуальные основы современного естествознания для ориентирования в потоке научной и технологической информации с целью использования её как в информационных коммуникациях, так и в утилитарно-прикладных аспектах своей специализации;
- Сформировать у студентов понятие о научном методе, представление о панораме и структуре современного естествознания, о трансдисциплинарных стратегиях и концепциях естествен-

нонаучного мышления, о кооперативном взаимодействии основополагающих естественных наук с социокультурным пространством личности и общества, о коэволюционном взаимодействии человека и природных систем.

## 1.2 Интеллектуальная сфера культуры и её связь с общим естествознанием.

Итак, естествознание является важным центром развития и объединения культуры и науки. Их кооперативное взаимодействие образует современную коэволюционно-синергетическую модель целостности социокультурного пространства жизнеобеспечения и созидания в рамках интеллектуальной культуры личности.

Интеллектуальная культура – это, с одной стороны, способность к непрерывному образованию, самообразованию и развитию, длящемуся всю сознательную жизнь человека, а с другой стороны, способность к разумным (рациональным) действиям, несмотря на неклассический разрыв между желаниями и убеждениями и самим действием.

Образование, как процесс передачи ценностей, в том числе и качественно новых (инновационных) ценностей, новым поколениям, вводит дисциплинарный подход к сегментам интеллектуальной сферы культуры, который приведен в схеме 2.

Схема 2. Основные сегменты интеллектуальной сферы культуры.

Гуманитарная культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совокупный исторический объем знания философии, религиоведения, культурологии, юриспруденции, этики, искусствоведения и других гуманитарных наук;</li> <li>• Систематизирующие ценности: гуманизм, познание смысла бытия, идеалы красоты, совершенства, любви, демократической свободы и т. п.</li> </ul>
Социально-экономическая культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совокупный исторический объем знания социологии и экономики, политологии, финансов и кредитов, бизнеса и планирования, рынков и торговли, менеджмента, предпринимательства и коммерции, рекламы, корпоративной культуры и PR;</li> <li>• Систематизирующие ценности: институциональная экономика, социальное равенство, социальная этика, социокультурная</li> </ul>

Концепции современного естествознания

	рыночная экономика, государственно-корпоративная экономика.
Естественнонаучная культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совокупный исторический объем знания естественных наук о микро-, макро- и мегамирах, о взаимодействии бытия с природой, о законах ноогенеза – превращения биосферы в ноосферу;</li> <li>• Систематизирующие ценности: целостность теории, эксперимента и практики, классическая, неклассическая и эволюционно-синергетическая стратегии научного познания природы и бытия, конструктивно - теоретические модели естествознания.</li> </ul>
Технологическая культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Совокупный объем знания о ремеслах, машинах, приборах и аппаратах, о физических, химических, геологических, биологических и информационных технологиях, об эволюционно-технологической модернизации всех сфер экономики;</li> <li>• Систематизирующие ценности: материальный и информационный базис культуры и «комфортных» условий существования техногенной цивилизации, практический результат применения моделей естествознания.</li> </ul>
Информационно-коммуникативная культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполняет своеобразную роль менеджмента в компетентностном подходе к образованию.</li> <li>• В постиндустриальной цивилизации в условиях глобализации резко усилилась роль информационно-коммуникативной культуры, которая наряду с повышением роли языкознания, информатики, цифровой экономики и прикладной математики все в большей степени взаимодействует со всеми выше приведенными (см. схему 2) сегментами культуры, усиливая их роль не только в образовании, но и повседневном профессиональном учете социально-эколого-экономических факторов природопользования,</li> </ul>

Концепции современного естествознания

как глобального преодоления не только социально-экономических, но и экологических кризисов и катастроф. Соответствующее взаимодействие информационно-коммуникативной культуры с другими сегментами интеллектуальной сферы культуры приведено в схеме 3.

Схема 3. Структура интеллектуальной сферы культуры.



Классический и даже неклассический идеалы рациональности опирались на доминирование с XVII в. и до почти конца XX в. физико-математического идеала научности в рамках фундаменталистской парадигмы физического знания. Параллельно развивался гуманитарный идеал научности, в центре внимания которого активная роль субъекта в познавательном процессе. Особую роль он приобрел в переходном процессе от индустриальной к постиндустриальной цивилизации.

Гуманитарно-художественная культура прежде всего в классическом и частично на основе принципа соответствия Н. Бора и в неклассическом идеале рациональности, в широком смысле отличается от естественнонаучной культуры, во-первых, субъективностью знания, во-вторых, образностью (не строгостью) используемого языка, в-третьих, выделением (акцентированием) индивидуальных (субъективных) реальностей изучаемых явлений и объектов, в-четвертых, сложностью или даже невозможностью верификации или фальсификации.

### 1.3 Научный метод познания.

Терминологическое определение науки буквально означает знание. Наука - исторически сложившаяся форма человеческой деятельности, направленная на познание и преобразование действительности. Итак, наука - это производство знаний и их предметно-практическое использование в производственно-практической деятельности человека.

Выделяют три основные ипостаси науки: отрасль культуры, способ познания мира, социальный институт.

*Научный метод познания мира опирается на основные функции и модели науки.* Под «функцией» будем понимать способ действия, проявление активности системы, общий тип решаемых задач.

Б.М. Кедров *все функции науки выделил в три группы* соответственно трем сторонам познавательной деятельности субъекта: *эмпирической* (от греч. *emperia* - опыт), *теоретической* (от греч. *theoria* - исследование) и *предметно-практической*. К *эмпирической* группе относятся следующие функции: *собирательная* (установление фактов, их накопление), *описательная* (изложение фактов), *систематизаторская* (первичная группировка опытного материала, приведение его в определенный порядок). *Теоретическая* группа включает в себя *объяснительную* функцию, функцию обобщения (с целью раскрытия законов науки и проникновения в сущность изучаемых явлений), функцию прогнозирования (разведывательную функцию) и др. *Предметно-практическая* группа функций отражает производственно-практическую деятельность человека.

Пренебрегая нелинейной взаимозависимостью функций науки, выделяют *эмпирические* и *теоретические* методы. В то же время сохраняется определенное своеобразие эмпирических и теоретических методов конкретных наук. Мы будем опираться на систематизацию официальных методов в обобщенной методологии науки.

Кроме того, эмпирические и теоретические методы зачастую пересекаются, в частности, в индуктивном и гипотетико-дедуктивном методах познания. В.Г. Разумовский, обобщая высказывания таких выдающихся ученых, как А. Эйнштейн, М. Планк, М. Борн и др., представил гипотетико-дедуктивный метод в циклической взаимосвязи следующих процедур: обобщение фактов → выдвижение гипотезы и построение абстрактной модели → вывод теоретических следствий → экспериментальная проверка этих следствий →.

*Гипотеза* – научное предположение, выдвигаемое

## Концепции современного естествознания

для объяснения какого-либо явления и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования.

Пересечение эмпирических и теоретических методов научного познания привело к выделению универсальных общенаучных (общелогических) методов, а также особенных эмпирических и особенных теоретических методов. Мы дадим определения методов познания, исходя из основания всякой реальности – связи элементов (см. схему 4).

Схема 4. Ключевые понятия научного метода.

Общенаучные универсальные методы:

- *Анализ* – рассмотрение элементов связи.
- *Синтез* – рассмотрение элементов в их связи (единстве). Соединение ранее выделенных при анализе элементов объекта в единое целое.
- *Сравнение* – выделение сходных элементов.
- *Обобщение* – вывод на основании сходства элементов.
- *Аналогия* – на основе сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках.
- *Моделирование* – изучение каких-либо объектов с помощью моделей с дальнейшим переносом полученных данных на оригинал. Модели – «суррогаты», образы, представления о них, заменяющие в конструктивно-теоретических и эмпирических исследованиях реальные объекты, явления и процессы.
- *Абстрагирование* – выделение определенной связи элементов или определенных свойств. Близок к приёму идеализации.
- *Индукция* – выведение связей из частных наблюдений (противоположна дедукции); относится чаще к сфере эмпирического знания. Умозаключение от частного к общему.
- *Дедукция* – выведение связей из более общих связей. Вывод о некотором элементе множества делается на основании знания общих свойств всего множества. Умозаключение от общего к частному; относится чаще к сфере теоретического знания.
- *Классификация* – метод научного познания, который объединяет в один класс объекты, максимально сходные друг с другом в существенных признаках.

Особенные эмпирические методы:

- *Наблюдение* (рассмотрение) – поиск связи элементов в объекте. Чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира.
- *Описание* – фиксирование данных наблюдения или эксперимента с помощью определенных систем обозначения.
- *Измерение* – определение основных характеристик связи элементов в объекте и самого объекта с помощью измерительных приборов. Продукт измерения – именованное число – есть результат сравнения двух вещей (изучаемой и меры), а не атрибут одной вещи. Измерения, в процессе которых непосредственно получают число, являющееся значением интересующей нас величины, называют прямыми. Косвенные измерения опираются на ряд величин, полученных в прямых измерениях и связанных



с интересующей нас величиной какой-либо функциональной зависимостью. Ни одно измерение не может быть выполнено абсолютно точно. Неточность называют погрешностью результата измерения. Специальные средства измерения, обеспечивающие «перевод» не воспринимаемых свойств или отношений вещей на язык человеческих органов чувств, называют измерительными приборами.

- *Эксперимент* – проверка наличия связи. Наблюдение, описание и измерение в специально создаваемых условиях, что позволяет установить наличие связи при повторении условий. Активное, целенаправленное, «строго контролируемое» воздействие исследователя на объект.

Особенные теоретические методы:

- *Идеализация* – сведение однородных непосредственных связей к опосредованной связи, понятию. Прием теоретического метода научного мышления, направленный на формирование из чувственно конкретного представления об объектах познания его предельно абстрактной мысленной модели, т.е. модели, включающей только те его свойства, которые необходимы и достаточны для решения определенной задачи или множества однотипных задач.

- *Формализация* – сведение разнородных связей к знаковым отношениям (схемам, таблицам, формулам и т.д.). Построение абстрактно-математических моделей, раскрывающих сущность изучаемых явлений, оперирующее знаками (формулами).

- *Теоретическое моделирование* – замена непосредственных связей понятийными и знаковыми системами (абстрагирование, идеализация, формализация).

- *Систематизация* – выявление полноты связей. Это решающий метод и конечная форма научного познания. Прием научного мышления, состоящий в приведении разрозненных элементов в систему на основании уяснения их свойств и отношений между ними.

Установление ложности какого-либо положения называется фальсификацией. Концепция фальсификации была установлена К. Поппером в XX в., согласно которой считается, что утверждение является ненаучным, если не предложен метод его фальсификации. Именно этот критерий часто помогает осуществить демаркацию, т.е. провести границу, между научными и псевдонаучными

высказываниями. Для демаркации науки и псевдонауки важным является и верификация теории, т.е. установление адекватности предлагаемой теоретической схемы тем реальным явлениям, которые эта схема должна отражать. В то же время не теряют своего значения и общенаучные принципы всех идеалов (моделей) рациональности естественнонаучного мышления.

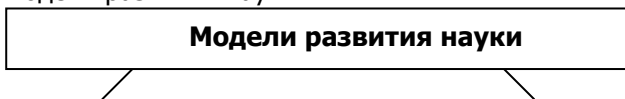
В естествознании характерной чертой естественнонаучного познания является экспериментальная функция естественных наук. Экспериментальная функция задает единство (целостность) теории, эксперимента и практики, и тесное пересечение естественнонаучной и технологической культур. Опора на материально-техническую базу эксперимента и непрерывный труд на основе пересечения эмпирических и теоретических методов научного познания – характерная черта выдающихся учёных – представителей естественных наук и только на этой основе возможно проявление озарения («инсайта») и интуиции. Именно для «естественников» характерно и определение интеллекта, как рационального (разумного) познания Мира (Универсума).

### 1.4 Модели развития науки.

Важную роль в научном познании мира играли и продолжают играть модели развития науки. Наиболее распространенные в XX веке модели науки рассмотрены в приведённой ниже схеме 5.

В моделях науки возникает двусторонность традиций и инноваций (нововведений). В общесоциальном и философско-культурологическом ключе «Инновации-нововведения, понимаемые в контексте общей тенденции вытеснения традиционных, архаичных и кустарных форм деятельности рационально организованными...». С инженерной, в определенной точки зрения и с естественнонаучной форм деятельности научно-инновационная деятельность может представлена схемой в виде следующих этапов: «базовое научное знание- изобретение- научная инновация -распространение.

Схема 5. Модели развития науки.



## Концепции современного естествознания

Парадигмальная концепция (Т. Кун)	Концепция методологии исследовательских программ (И. Лакатос)
<p><i>Парадигма</i> (образец) – «понятийная сетка, через которую ученые рассматривали мир» на том или ином этапе развития науки.</p> <p>Парадигма определяет тенденции развития научных исследований. Т. Кун к парадигмам в истории науки причислял птоломеевскую астрономию, ньютоновскую механику и т.д.</p> <p>Развитие знаний в рамках парадигмы получило название «<i>нормальной науки</i>»; <i>смена парадигм</i> – «<i>научная революция</i>»: например: смена классической физики (И. Ньютон) на релятивистскую (А. Эйнштейн).</p>	<p>Суть данной концепции: развитие науки должно осуществляться на основе рационального выбора и конкуренции научно-исследовательских программ.</p> <p>Последние имеют следующую структуру:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «<i>жесткое ядро</i>» (неопровержимые исходные положения);</li> <li>• «<i>негативная эвристика</i>» (вспомогательные гипотезы и допущения, снимающие противоречия);</li> <li>• «<i>позитивная эвристика</i>» (правила изменения и развития программ).</li> </ul> <p>Главным источником развития науки является конкуренция исследовательских программ. Вытеснение одной программы другой есть научная революция.</p>

Обе модели науки имеют как достоинства, так и существенные недостатки. Основным недостатком концепции Т. Куна явилась слабая структурированность понятия парадигмы, а также постановка в один ряд «понятийных сеток» физических картин мира и «стилей мышления». Нам представляются наиболее структурированными *парадигма движения И. Ньютона и парадигма эволюции Ч. Дарвина*

Недостатком концепции методологии исследовательских программ является слабо выраженная преемственность, особенно в рамках «жесткого ядра» соответствующих программ.

Применительно к общему естествознанию концепция методологии исследовательских программ может быть реализована в рамках трансдисциплинарных стратегий естественнонаучного мышления, объединяющих понятия философского (общенаучного)

### Концепции современного естествознания

«стиля мышления» и идеала рациональности, а также взаимодействие диалектики и метафизики с достижениями современного естествознания. Выделяют *три стратегии естественнонаучного мышления: классическую, неклассическую и постнеклассическую.*

Очень часто в методологии естествознания используют понятие «научной революции», которое присутствует во всех моделях развития науки. *Мы считаем оправданным в рамках общего естествознания связать понятие научной революции со стратегиями естественнонаучного мышления: классической, неклассической и постнеклассической.* Глобальная *постнеклассическая* стратегия естественнонаучного мышления естественно связывается с циклом как основой мироздания и задаёт фундамент построения здания «натурфилософии компьютерной эпохи». Важно помнить, что истоки всех наук в общем зародыше теоретического мышления античного периода, которое точнее называть не философией, а именно натурфилософией.

## ЛЕКЦИЯ 2. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

### 2.1. Периодизация истории естествознания.

Мы начнем общую периодизацию истории естествознания с античной натурфилософии, к которой мы всё более возвращаемся в построении «натурфилософии компьютерной эпохи», с целью осознания концептуально-программного вида знания, задающего и общую периодизацию истории естествознания (см. схему 6). Таким образом, начав периодизацию естествознания с протонауки, мы отметим также классику, неоклассику и постнеоклассику естествознания.

Схема 6. Общая периодизация истории естествознания.

Периоды						
Протонаука (с VI в. до н. э. – до XVII в.н.э.)		Классика (XVII-XIX вв.)		Неоклассика (XX в.)	Постнеоклассика (XXI в.)	
Эпохи						
Эпоха натурфилософии	Эпоха схоластики и раннего Ренессанса	Эпоха механического естествознания	Эпоха эволюционных идей в естествознании	Эпоха зарождения неклассического естествознания	Эпоха неклассического естествознания	Эпоха постнеклассического естествознания
(с VI в. до н.э.-до II в. н.э.)	(до второй половины XVI в.)	(вторая половина XVI-XVIII вв.)	(XIX в.)	(конец XIX-начало XX вв.)	(XX в.)	(XXI в.)

Схема 7. Концептуальные программы и основные концепции античной натурфилософии (с VI в. до н.э. до II в. н.э.).

- Субстанциональная концептуальная программа первоначал мира (Фалес ок. 625 – ок. 547 до н.э.), Анаксимандр (610 – 547 до н.э.), Анаксимен (ок. 585 – ок. 525 до н.э.), Гераклит (ок. 540 – ок. 470 до н.э.), Эмпедокл (ок. 490 – ок. 430 до н.э.), Платон (ок. 428 – ок. 348 до н.э.), Аристотель (384 – 322 до н.э.).

Концепции современного естествознания

- Математическая концептуальная научная программа: Пифагор (ок. 570 – ок. 500 до н.э.), Платон, Евклид (конец IV– пер. половина III вв. до н.э.).
- Корпускулярная (атомистическая) концептуальная научная программа, согласно которой мир состоит из материи, которая образуется в результате взаимодействия и движения корпускул (атомов) и пустоты: Левкипп (ок. 550 – ок. 440 до н.э.), Демокрит (ок. 460 – ок. 370 до н.э.), Эпикур (341 – 270 до н.э.).
- Континуалистская концептуальная научная программа, согласно которой материя бесконечно делима, пустота отсутствует, и материя заполняет все пространство: Анаксагор (ок. 500 – ок. 428 до н.э.), Аристотель.
- Геоцентрическая картина мира: Аристотель, К. Птолемей (ок. 90- ок. 160 ).

Схема 8. Концептуальные программы и основные концепции средневековой схоластики и раннего Ренессанса (до 2-ой половины XVI в.).

- Концептуальная программа схолистического антропоцентризма, в рамках которой происходит переход к одной духовной субстанции – всемогущему Богу и Человек предстает как центр Вселенной и конечная цель мироздания: Августин, Блаженный Аврелий (350 – 430), Пьер Абеляр (1079 – 1142), Альберт Великий (ок. 1193 – 1280), Фома Аквинский (1225 – 1247), Ибн-Сина (Авиценна) (980 – 1037), Р. Бэкон (1214 -1292) и др.
- Концепция методологического принципа, названного впоследствии «бритвой Оккама»: «Сущности не следует умножать без необходимости» (У. Оккам (1285 – 1349)).
- Концепция «натуральной магии», основанной на вере в чудеса, произведенные Природой, и их использовании человеком («Фаустовский факел» Ренессанса или Возрождения античной красоты, мысли, науки). (Теофраст Парацельс (1493 – 1541), Джироламо Кардано (1511 – 1576), Леонардо да Винчи (1452 – 1519), Кампанелла (1568 – 1639), Ф. Бэкон (1561 – 1626)).

Схема 9. Концептуальные программы и основные концепции механистического естествознания (вторая половина XVI – XVIII вв.).

- Гелиоцентрическая картина мира и концепция множественности миров: Н. Коперник (1473 – 1543), Джордано Бруно (1548 – 1600), Г. Галилей (1564 – 1642), И. Кеплер (1571 – 1630) и др.

## Концепции современного естествознания

- Становление механистической физической исследовательской программы и на её основе классического естествознания: Г. Галилей, Р. Декарт (1596-1656), И. Ньютон (1643 – 1727), Г. Лейбниц (1646 – 1716), Р. Гук (1635 – 1703), Б. Паскаль (1623 – 1663), Л. Эйлер (1707- 1786), П. Лаплас (1749 – 1827), У. Гамильтон (1805 – 1865) и др.
- Становление парадигмы движения И. Ньютона и классических законов гравитационного и электрического взаимодействий: И. Ньютон, Г. Кавендиш (1731 – 1810), Ш. Кулон (1736 – 1806).
- Концепция химического элемента и становление учения о составе химических соединений. Закон сохранения массы при химических реакциях: Р. Бойль (1627 - 1691), М.В. Ломоносов (1711-1765), А. Лавуазье (1743 – 1794).
- Концепция бинарной биологической номенклатуры в терминах рода и вида. Принцип иерархического соподчинения таксонов: К. Линней (1707 – 1778).

Схема 10. Концептуальные программы и основные концепции эпохи эволюционных идей в естествознании (XIX в.).

- Развитие учения о составе химических соединений на основе концепции атомно-молекулярного строения вещества. Научные основы химического атомизма: Дж. Дальтон (1766 – 1884), Й. Берцелиус (1779 – 1840), Ж. Пруст (1754 – 1826), А. Авогадро (1776 – 1856) и др.
- Концептуальная научная программа биологической эволюции особей (организмов) и их видов: Ч. Дарвин (1809 – 1882), Ж. Ламарк (1744 – 1829). Становление парадигмы эволюции Ч. Дарвина.
- Становление структурной химии: Й. Берцелиус, Ш. Жерар (1816 – 1856), Ф. Кекуле (1829 – 1896), А.М. Бутлеров (1828 – 1886), Я. Вант-Гофф (1859 – 1911).
- Концепция клеточного строения организмов и растений: М. Шлейден (1804 – 1881), Т. Шванн (1810 – 1882).
- Концептуальная научная программа равновесной термодинамики. Принцип возрастания энтропии как эволюционная необратимость времени: Ю.Р. Майер (1814 – 1878), Д. Джоуль (1818 – 1889), Г. Гельмгольц (1822 – 1894), Н. Карно (1796 – 1832), Р. Клаузиус (1822 – 1888), У. Томсон (Кельвин) (1824 – 1907), Л. Больцман (1844 – 1906).

Концепции современного естествознания

- Периодический закон химических элементов: Д.И. Менделеев (1834 – 1907).

Схема 11. Концептуальные программы и основные концепции эпохи зарождения неклассического естествознания (конец XIX – начало XX вв.).

- Континуальная (полевая) концепция классической электродинамики, становление электромагнитной картины мира: М. Фарадей (1791 – 1867), Д. Максвелл (1831 – 1879), Г. Герц (1857 – 1894), Х. Лоренц (1855 – 1928) и др.
- Открытие рентгеновских лучей. Концепция рентгеноструктурного анализа вещества: В. Рентген (1845 – 1906), П. Дебай (1884 – 1966), М. Лауэ (1879 – 1960) и др.
- Открытие радиоактивности. Концепция естественной и искусственной радиоактивности: А. Беккерель (1852 – 1908), П. Кюри (1859 – 1906), М. Склодовская-Кюри (1867 – 1934), Э. Резерфорд (1871 – 1937), Ф. и И. Жолио-Кюри (1900 – 1958, 1897 – 1956).
- Концепция статистической физики и термодинамической химии: Д. Максвелл, Л. Больцман, Дж. Гиббс (1839 – 1903).
- Учение о высшей нервной деятельности на основе концепции условных и безусловных рефлексов: И.И. Мечников (1845 – 1915), И.П. Павлов (1849 – 1936).
- Становление релятивистской исследовательской физической программы в рамках специальной теории относительности: А. Пуанкаре (1854 – 1912), А. Эйнштейн (1879 – 1955).
- Квантовая гипотеза (концепция) электромагнитного излучения и поглощения. Зарождение неклассического естествознания. Квантовая (квазиклассическая) теория атома: М. Планк (1858 – 1947), А. Эйнштейн, Н. Бор (1885 – 1962).
- Экобиологическая концепция, как «познание экономики живого и одновременное исследование взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды...»: Э. Геккель (1834 – 1919).

Схема 12. Концептуальные программы и основные концепции эпохи неклассического естествознания (XX в.).

- Включение в релятивистскую физическую исследовательскую программу общей теории относительности: А. Эйнштейн, А. А. Фридман (1888 – 1925) и др.



## Концепции современного естествознания

- Становление и развитие квантово-полевой исследовательской физической программы: Луи де Бройль (1892-1987), В. Гейзенберг (1901 – 1976), Э. Шредингер (1887 – 1961), П. Дирак (1902 – 1984), Н. Бор, М. Борн (1882 – 1970), Р. Фейнман (1918 – 1988), М. Гелл-Манн (р. 1929) и др.
- Протонно-нейтронная модель ядра атома. Открытие расщепления ядра урана. Концепция цепных ядерных и термоядерных реакций: Д. Иваненко (1904 – 1994), В. Гейзенберг, И. Тамм (1895 – 1971), Я. Френкель (1894 – 1962), Н. Бор, М. Гепперт-Майер (1906 – 1972), О. Ган (1879 – 1968), Ф. Штрассман (1892 - 1980), Э. Ферми (1901 – 1954), Х. Бете (р. 1906), и др.
- Космологическая концепция Большого взрыва. Космоцентрическая картина мира: А. Эйнштейн, А. А. Фридман, Ж. Леметр (1894 – 1966), Э. Хаббл (1889 – 1953), Г. А. (Джордж) Гамов (1904 – 1968), С. Хокинг (р. 1942) и др.
- Электронная теория химических связей и развитие на ее основе структурной химии и физики твердого тела: И. Ленгмюр (1881 – 1967), Л. Полинг (1901 – 2001), В. Паули, Р. Херцберг (р. 1904), Л. Бриллюэн (1889 – 1969), Э. Ферми, Ф. Блох (р. 1905), Д. Хартри (1897 – 1958), В. Фок (1898 – 1974) и др.
- Физико-химическая концепция химических процессов: К. Кирхгоф (1764 – 1833), А. Ле-Шателье (1850 - 1936), Я. Вант-Гофф, С. Аррениус (1859 – 1927), В. Оствальд (1853 – 1932), Н. Н. Семенов (1896 – 1986), Дж. Полани (1891 - 1976) и др.
- Генетическая концептуальная программа концепций наследственности и изменчивости организмов и ее синтез с молекулярной и теоретической биологией: Г. Мендель (1822 – 1884), Х. Де Фриз (1848 – 1935), К. Корренс (1864) – 1933), Э. Чермак (1871 – 1962), Н. К. Кольцов (1872 – 1940), Т. Морган (1866 – 1945), С. С. Четвериков (1882 – 1959), О. Эвери (1877 – 1955), Ф. Крик (р. 1916), Дж. Д. Уотсон (р. 1928), М. У. Ниренберг (р. 1927), Х. Г. Корана (р. 1922) и др.
- Синтетическая теория эволюции в биологии: С. С. Четвериков, Р. Фишер (1890 – 1962), Н. И. Вавилов (1887 – 1943), И. И. Шмальгаузен (1884 – 1963), Н. В. Тимофеев-Ресовский (1900 – 1981), Э. Майер (р. 1904), Д. Хаксли (1887 – 1975), Д. Симпсон (1878 – 1965), Ф. Г. Добжанский (1900 – 1975) и др.
- Концепция биосферы и ноосферы: Э. Зюсс (1831 – 1914), Э. Леруа (1878 – 1954), П. Тейяр-де-Шарден (1881 – 1955), В. Вернадский (1863 – 1945).
- Козэволюционная синергетическая парадигма современ-

ного естествознания: Г. Хакен (р. 1927), И. Пригожин, Н. Н. Моисеев (р. 1917) и др.

- Глобальная экологическая стратегия естественнонаучного мышления: Н. Ф. Реймера (1992).

Схема 13. Концептуальные программы и основные концепции пост-неклассического естествознания

- Включение в релятивистскую физическую исследовательскую программу общей теории относительности: А. Эйнштейн, А. А. Фридман (1888 – 1925) и др.
- Становление и развитие квантово-полевой исследовательской физической программы: Луи де Бройль (1892-1987), В. Гейзенберг (1901 – 1976), Э. Шредингер (1887 – 1961), П. Дирак (1902 – 1984), Н. Бор, М. Борн (1882 – 1970), Р. Фейнман (1918 – 1988), М. Гелл-Манн (р. 1929) и др.
- Протонно-нейтронная модель ядра атома. Открытие расщепления ядра урана. Концепция цепных ядерных и термоядерных реакций: Д. Иваненко (1904 – 1994), В. Гейзенберг, И. Тамм (1895 – 1971), Я. Френкель (1894 – 1962), Н. Бор, М. Гепперт-Майер (1906 – 1972), О. Ган (1879 – 1968), Ф. Штрассман (1892 - 1980), Э. Ферми (1901 – 1954), Х. Бете (р. 1906), и др.
- Космологическая концепция Большого взрыва. Космоцентрическая картина мира: А. Эйнштейн, А. А. Фридман, Ж. Леметр (1894 – 1966), Э. Хаббл (1889 – 1953), Г. А. (Джордж) Гамов (1904 – 1968), С. Хокинг (р. 1942) и др.
- Электронная теория химических связей и развитие на ее основе структурной химии и физики твердого тела: И. Ленгмюр (1881 – 1967), Л. Полинг (1901 – 2001), В. Паули, Р. Херцберг (р. 1904), Л. Бриллюэн (1889 – 1969), Э. Ферми, Ф. Блох (р. 1905), Д. Хартри (1897 – 1958), В. Фок (1898 – 1974) и др.
- Физико-химическая концепция химических процессов: К. Кирхгоф (1764 – 1833), А. Ле-Шателье (1850 - 1936), Я. Вант-Гофф, С. Аррениус (1859 – 1927), В. Оствальд (1853 – 1932), Н. Н. Семенов (1896 – 1986), Дж. Полани (1891 - 1976) и др.
- Генетическая концептуальная программа концепций наследственности и изменчивости организмов и ее синтез с молекулярной и теоретической биологией: Г. Мендель (1822 – 1884), Х. Де Фриз (1848 – 1935), К. Корренс (1864) – 1933), Э. Чермак (1871 – 1962), Н. К. Кольцов (1872 – 1940), Т. Морган (1866 – 1945), С. С. Четвериков (1882 – 1959), О. Эвери (1877 – 1955), Ф. Крик (р.

1916), Дж. Д. Уотсон (р. 1928), М. У. Ниренберг (р. 1927), Х. Г. Корана (р. 1922) и др.

- Синтетическая теория эволюции в биологии: С. С. Четвериков, Р. Фишер (1890 – 1962), Н. И. Вавилов (1887 – 1943), И. И. Шмальгаузен (1884 – 1963), Н. В. Тимофеев-Ресовский (1900 – 1981), Э. Майер (р. 1904), Д. Хаксли (1887 – 1975), Д. Симпсон (1878 – 1965), Ф. Г. Добжанский (1900 – 1975) и др.

- Концепция биосферы и ноосферы: Э. Зюсс (1831 – 1914), Э. Леруа (1878 – 1954), П. Тейяр-де-Шарден (1881 – 1955), В. Вернадский (1863 – 1945).

- Козэволюционная синергетическая парадигма современного естествознания: Г. Хакен (р. 1927), И. Пригожин, Н. Н. Моисеев (р. 1917) и др.

- Глобальная экологическая стратегия естественнонаучного мышления: Н. Ф. Реймера (1992).

## 2.2. История естествознания в контексте трансдисциплинарных стратегий естественнонаучного мышления.

Развитие естествознания за прошедшие с появлением натурфилософии две с половиной тысячи лет сопровождалось последовательной сменой, как отмечено в предыдущем задании, протонауки, классики, неоклассики и постнеоклассики. При этом фундаментальную роль в классике и даже неоклассике играли физические картины мира: механистическая, электромагнитная, квантово-полевая. В постнеоклассике на первый план вышла современная эволюционная картина мира, включившая в себя и единую теорию поля. Видный российский философ М.К. Мамардашвили показывает, что «онтология ума с опорой на физический образ мышления есть рациональность или идеал рациональности». Он же доказывает, что «классический идеал рациональности, который задаёт и классическую стратегию естественнонаучного мышления КСЕМ (см. схему 14), и взаимосвязан с пространственной объективизацией знания о физических телах, мы покупаем ценой нашего непонимания сознательных явлений». Неклассический идеал рациональности в определенной степени снимает это непонимание, а постнеклассический идеал рациональности усиливает роль социальных явлений в гуманитарном идеале научности.

Схема 14. Трансдисциплинарные стратегии естественнонаучного мышления.

КСЕМ	НСЕМ	ПСЕМ
------	------	------

Концепции современного естествознания

<ul style="list-style-type: none"> <li>• В природе нет случайности; представления о вероятности того или иного события принципиально вторичны. Воздействии на объект принципиально контролируемо</li> <li>• Естествоиспытателю принципиально доступно и подвластно всё в изучаемой системе.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• В логической цепи мышления применяется схема выбора «или – или» и детерминированная причинно-следственная                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• связь (Лапласовский детерминизм).</li> <li>• Образ мира                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• возводится из отдельных элементов на основе упорядоченных, жёстко детерминированных связей между ними. Но полностью преодолеть сегментированность знания не удаётся и результат в целом оказывается близким к мозаичному полотну.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Случайность – фундаментальное свойство природы: необходим вероятностный прогноз результатов измерения.</li> <li>• Признание стохастического (нерегулярного) характера природных явлений, как неотъемлемого фактора бытия Мира.</li> <li>• Воздействие на объект со стороны окружения является флуктуационно-неконтролируемым; невозможно даже мысленное экранирование исследователя от объекта изучения; вводится понятие состояния, включающего в себя и объект и окружение, в том числе и исследователя.</li> <li>• В логической цепи мышления применяется схема совмещения «и – и» и вероятностный детерминизм</li> </ul>	<p>В основе пост-неоклассической стратегии естественнонаучного мышления лежит основополагающая концепция коэволюции (совместной эволюции) природных систем и человека, опирающаяся на понятия: системность, самоорганизация, историчность и глобальный эволюционизм.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Особая роль придается инновационной междисциплинарной конвергенции наук в так называемом НБИКС-комплексе (нано-, био-, информ-, когнитивные, социально-экономические и социально-гуманитарные технологии).</li> <li>• В основе ПСЕМ лежат теории порядка и хаоса, прежде всего синергетика, включая неравновесную термодинамику и нелинейную динамику, а также теория информации и эволюционная</li> </ul>
---	---	--

## Концепции современного естествознания

	причинно-следственных связей. (Флуктуационная модель неклассического естествознания Бора-Шредингера-Брона-Гейзенберга). <ul style="list-style-type: none"> <li>• На основе НСЕМ зародилась неклассическая научная ментальность, главный смысл которой – отражение мира в виде сложной системы взаимодействия частей и целого.</li> </ul>	необратимость времени. <ul style="list-style-type: none"> <li>• В современном научном мышлении происходит выработка общей, постнеклассической методологии познания естественных и гуманитарных наук, основанной на идеях эволюции, системности и самоорганизации.</li> </ul>
--	--	---

Неклассический идеал рациональности, который задаёт и неклассическую стратегию естественнонаучного мышления (НСЕМ) (см. схему 14), оформляется в квантово-полевой картине мира в неклассическом понятии состояния, включающего в себя и объект (микрочастицу или совокупность микрочастиц) и окружение, в том числе и исследователя. Неклассическое понятие состояния затем было распространено на все структурные уровни материи. Флуктуационно-неконтролируемое воздействие на объект со стороны окружения предопределило весь образ неклассического естествознания. Разрушается «главная иллюзия, конечно, - это пустое пространство между нашим якобы бесплотным взглядом и его видимым объектом». В естествознании материализуются и объединяются пространство и время, в физике структурируется «физический вакуум».

Постнеклассический идеал «рациональности в действии», который задает и постнеклассическую стратегию естественнонаучного мышления (ПСЕМ) (см. схему 14), оформляется в современной эволюционной картине мира и в переходе от концепции только дисциплинарного, научного знания к стратегии междисциплинарного и трансдисциплинарного знания и к проблемно-ориентированным, инновационным формам научной деятельности. Изменяется характер решаемых современной наукой проблем, они все

Концепции современного естествознания

больше носят комплексный характер, имеют социально-практическую значимость. Возрастает роль биоэтики и социальной этики, как формы осознания социально-философского понятия общей судьбы в социокультурном аспекте совместного (общественного) проживания в общей коммунальной квартире человечества на планете Земля

## ЛЕКЦИЯ 3. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МАТЕРИИ, ДВИЖЕНИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММ И КАРТИН МИРА

### 3.1. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине мира.

Понятие материи и сознания тесно связаны с понятием бытия. Проблема «осознания бытия в целом» связана, как отмечает немецкий философ и культуролог Карл Ясперс с завершением мифологической и началом совсем другой эпохи-эпохи рационального переосмысливания всей жизни человечества, включая и переосмысливание мифов как основополагающих смысловых структур того периода. При этом было осознано, что бытие есть единство субъективной и объективной реальностей, что нашло отражение в основных сегментах Мира (Универсума) в виде пересечения Логоса, Природы и Человека (см. схему 15).

Схема 15. Основные сегменты сферы Мира (Универсума).



Мир - это все познанное, существующее; бытие физическое (материя, пространство, время) и духовное; форма существования - пространство событий.

Наблюдаемую сторону Мира назовём Природой, чувственную сторону свяжем с Человеком (Субъектом) и, наконец, к познаваемой стороне Мира отнесём Логос, имеющий многозначность в переводах с греческого языка- это Разум, Слово, Отношение, Учение, первоначально обозначавший всеобщий закон, основу Мира. В отношении Субъекта к объектам Мира познаются и сущность, и ценность событий и явлений Мира. Истина- знание объекта, открывающее для субъекта возможность удовлетворения потребностей.

Парные фундаментальные понятия: объективная и субъективная реальности и образуют двустороннее взаимодействие материи и сознания. При этом познающая система должна быть сложнее познаваемой. Однако, в последнее время становится ясно, что

Концепции современного естествознания

не все доступно человеку в его ощущениях.

*Материя* - бесконечное множество всех существующих в мире объектов, систем и структур, совокупность их свойств, связей и взаимодействий, отношений и форм движения. Она включает в себя не только непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы, но и все те, которые не даны человеку в его ощущениях. Итак, понятие материи не может быть рассмотрено в отрыве от понятий движения и взаимодействия.

Мы рассмотрим развитие представлений о материи, движении и взаимодействии схематически, опираясь на историю естествознания и выделяя в ней фундаментальную идею эволюции физики. Отразим прежде всего представления о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине мира (см. схему 16). Внимательный и вдумчивый анализ протонаучной картины мира явно указывает, что, несмотря на умозрительный характер античной натурфилософии и средневековой патристики, и схоластики, возникшие подходы к концептуальным научным программам, абстрактному моделированию и к рациональной методологии научного метода, особенно в концепции эмпиризма, явно задали последующее развитие классического, а в определенной степени и неклассического естествознания.

Схема 16. Протонаучная картина мира (VI в. до н.э.- XVI в.).

Основные представления о материи, движении и взаимодействии	Основные идеи и принципы (лат. principium- основа, первоначало)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Представление о материи на основе взаимодействия реальных объективных материальных субстанций – первоначал мира, например, четырех стихий в античной натурфилософии: вода, воздух, земля и огонь; эфира, а затем и неотделимых от вещей чисел у Пифагора и пифагорейцев.</li> <li>• Корпускулярная (атомистическая) концептуальная программа, согласно которой мир состоит из материи, которая образуется в результате взаи-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Идея детерминированного упорядочивания Хаоса Космосом.</li> <li>• Принцип элементарности (лат. Elementum – стихия, первоначальное вещество). Мир по Аристотелю – вращающийся Космос, который является некой ограниченной сферой, в центре которой расположена Земля (геоцентрическая картина мира).</li> <li>• Принцип «перводвигателя» - Бога, т.е. первоначального толчка, от которого возникло движение в Космосе,</li> </ul>



<p>модействия и движения корпускул</p>	
<p>(атомов) и пустоты (Левкипп, Демокрит, Эпикур).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Континуалистская концептуальная программа, согласно которой материя бесконечно делима, пустота отсутствует, и материя заполняет все пространство (Анаксагор-Аристотель). Первичная материя под воздействием «первичных сил» - горячего, холодного, сухого и мокрого – переходит в одну из четырех «стихий»: огонь, воздух, воду и землю. Стихии, в свою очередь, могут как переходить из одной в другую, так и вступать в различные соединения и образовывать «вещества»: камни, металлы, мясо, кровь, глину, шерсть и т.д. и как логичный результат из веществ создаются тела.</li> <li>• Аристотель ввел также понятия естественных и насильственных движений тел. Для земных тел естественных является перемещение или вниз («тяжелые дела») или вверх («легкие тела»). Для небесных тел естественных предполагалось их круговое движение вокруг Земли как центра Космоса. Считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Насильственное движение объяснялось, если сила перестала действовать.</li> </ul>	<p>пространство и время и «первичная материи».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Идея представления времени в двух понятиях: «метаболе» - превращение и «кинезис» - движение.</li> <li>• Принцип схоластического антропоцентризма: Человек как центр Вселенной и конечная цель мироздания. Переход к одной духовной субстанции – всемогущему Богу. Основной тезис – иерархический порядок в природе и обществе создан Богом.</li> <li>• Принцип философии Ф. Аквинского – гармония веры и разума в «универсалиях трех видов: до единичных вещей (в божественном разуме), в самих вещах (как общее в единичном) и после вещей (в познающем их человеческом разуме)».</li> <li>• Развитие не только категориального («универсального») мышления, но и научного метода абстрагирования в поисках отношения общего к единичному.</li> <li>• Концепция методологического принципа, названного впоследствии «бритвой Оккама»: «Сущности не следует умножать без необходимости». (У. Оккам)</li> <li>• Принцип эмпиризма: «Доводов достаточно, необходим опыт» (Р. Бэкон).</li> </ul>

Концепции современного естествознания

<ul style="list-style-type: none"> <li>• В эпоху средневековой схоластики в лице Альберта Великого и «князя философии» Фомы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концепция «натуральной магии», основанной на вере в чудеса Природы и их использования человеком («Фаустовский</li> </ul>
<p>Аквинского была предпринята попытка связать христианское вероучение с натурфилософией Аристотеля и, следовательно, с натурфилософскими представлениями о материи, движении и взаимодействии. В этом плане большую роль сыграли и мыслители арабско-мусульманского мира, особенно Ибн-Сина (Авиценна).</p>	<p>факел» Ренессанса или Возрождения античной красоты, мысли, науки). (Леонардо да Винчи, Теофраст, Парацельс, Ф. Бэкон и др.)</p>

### 3.2. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в классическом и неклассическом естествознании.

Становление классического, а в значительной мере и неклассического естествознания явно связано с процессом становления, развития и смены физических картин мира. В современном естествознании принято выделять механистическую, электромагнитную и квантово-полевую картины мира, которые определили физический идеал научности классического и неклассического естествознания.

Становление эпохи механистического естествознания связывают с гелиоцентрической картиной мира (Н. Коперник). Важную роль сыграл научный метод теоретической физики, выдвинутый Г. Галилеем, «который состоит в том, чтобы с помощью идеализаций выразить существенную основу физических процессов и взаимодействий, используя конструктивные теоретические модели, изобразить в теории структуру существенных связей и отношений природы»; способ действия самой природы.

Идея о том, что мир- это движущая материя, была господствующей в то время. Французский ученый Р. Декарт говорил: «Дайте мне материю и движение, и я построю весь мир».

Первый рабочий чертеж новой картины мира выполнил И. Кеплер. В книге «Новая астрономия» в 1607 г. он привел два своих закона движения планет:

1. Каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов

которого находится Солнце.

2. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.

3. В 1618 г. Кеплер обнаружил третий закон планетных движений: Квадраты периодов обращения любых двух планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей их эллиптических орбит.

Решающий же шаг в понимании причин этого порядка сделал И. Ньютон. В основном своём труде «Математические начала натуральной философии», опубликованном в 1687г., И. Ньютон в чрезвычайно лаконичной форме обобщил весь предшествующий опыт человечества в изучении движений в понятии механического движения. Оформилась механистическая картина мира (см. схему 17), вклад в которую вносили многие ученые, создав как аналитическую (Л. Эйлер, Ж. Лагранж, У. Гамильтон и др.), так и небесную (П. Лаплас и др.) механику. В рамках просветительско-понятийной парадигмы движения механистическая картина мира стала ядром научно-исследовательской программы классического естествознания. В современной технологической науке возникла мехатроника, использующая концепцию контролируемого причинно-следственного взаимодействия и воздействия в робототехнических и в управляемых мехатронных динамических системах. Фундаментальные физические величины и фундаментальные законы сохранения энергии, импульса и момента импульса, оформившиеся в классической механике находят свое отражение во всех разделах физики.

Схема 17. Механистическая картина мира (XVII-XVIII вв.).

Основные представления о материи, движении и взаимодействии	Основные идеи, принципы и законы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корпускулярная (атомистическая) концепция описания природы оформляется в научную парадигму движения И. Ньютона;</li> <li>• Материя - вещественная субстанция, состоящая из атомов или корпускул;</li> <li>• Движение - простое механическое перемещение корпус-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип относительности Галилея: «Все механические явления в инерциальных системах отсчета (ИСО) протекают одинаково»;</li> <li>• Принцип дальнего действия: считалось, что физические воздействия в принципе могут распространяться из одного места пространства в другие</li> </ul>

## Концепции современного естествознания

<p>кул (частиц) и тел друг относительно друга;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пространство и время абсолютны и независимы друг от друга; физическое поле</li> </ul>	<p>места мгновенно, т.е. с бесконечно большой скоростью;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип механического редуccionизма – тенденция сведения закономерностей всех</li> </ul>
<p>- вспомогательное понятие;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Масса - мера инертности и гравитации;</li> <li>• Сила как характеристика «контролируемого» воздействия на тело (частицу) и «контролируемого» взаимодействия между телами.</li> <li>• Оформляются классические представления о гравитационном и электромагнитном взаимодействиях на основе закона всемирного тяготения И. Ньютона и основного закона электростатического взаимодействия Ш. Кулона;</li> <li>• Детерминизм Лапласа, охвативший однозначную определенность выводов всего классического естествознания: «Ум, которому были бы известны для какого-либо момента времени все силы, одушевляющие природу, обнял бы в одной формуле движение величайших тел Вселенной наравне с движением атомов. И будущее, так же, как и прошлое, предстало бы перед его взором»</li> <li>• Закон всемирного тяготения: «Любые два точечных тела притягиваются друг к другу с силой <math>F</math>, прямо пропорциональной произведению их масс</li> </ul>	<p>форм движения к законам механики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-й закон Ньютона: «Тело (частица) сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие других тел не выведет его из этого состояния, система отсчета, в которой выполняются законы Ньютона, называется инерциальной»;</li> <li>• 2-й закон Ньютона: «Равнодействующая всех сил (т.е. векторная сумма всех сил), приложенная к данной частице (телу) равна производной от её импульса по времени»:                     <math display="block">\vec{F} = d\vec{p}/dt \quad (\vec{F} = m\vec{a});</math> </li> <li>• 3-й закон Ньютона: «Взаимодействующие тела (частицы) действуют друг на друга с одинаковыми по величине, но противоположными по направлению силами»:                     <math display="block">\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21};</math> </li> <li>• Закон Кулона: «Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами прямо пропорциональна произведению их зарядов <math>q_1</math> и <math>q_2</math> и обратно пропорциональна квадрату расстояния между</li> </ul>

## Концепции современного естествознания

$m_1$ и $m_2$ и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .	ними: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$ .
--	--

Становление концепций и моделей материальной точки, твердого тела и сплошной среды. Сформулированы определения кинематических и динамических физических величин и законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.	
---	--

Следующим этапом в познании материи, движения и взаимодействия явилась электродинамика М. Фарадея и Дж. Максвелла, на создание которой повлияли идеи взаимодействия континуализма и динамизма. Классическая электродинамика - это теория электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между электрическими зарядами, как неподвижными, так и равномерно и ускоренно движущимися. Электромагнитные волны, т.е. распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью (скоростью света) электромагнитные колебания, обусловили реализацию информационно-коммуникативного взаимодействия всего человечества. Оформилась электромагнитная картина мира (см. схему 18), с «неочевидным объектом» - электромагнитным полем, которая способствовала становлению релятивистской исследовательской программы и зарождению неклассического естествознания.

Схема 18. Электромагнитная картина мира (XIX в.- начало XX в.).

Основные представления о материи, движении и взаимодействии	Основные идеи, принципы и законы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Материя - единое непрерывное поле с точечными силовыми - электрическими зарядами и волновыми движениями в нем. Континуальность материального физического</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип относительности А. Эйнштейна в специальной теории относительности (СТО): «Все физические явления в инерциальных системах от-</li> </ul>

<p>поля и корпускулярность вещественной субстанции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Движение - распространение колебаний в поле, которое описывается законами</li> </ul>	<p>счета (ИСО) протекают одинаково»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип инвариантности скорости света в вакууме: «Скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО, т.е. является универсальной постоянной</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• электродинамики. Одновременно сохраняется и понятие классического механического движения тел и частиц, в том числе и имеющих электрический заряд;</li> <li>• Объединение электрических и магнитных сил в единое электромагнитное взаимодействие;</li> <li>• Непрерывность детерминированных причинно-следственных связей;</li> <li>• Масса - мера инертности, гравитации и полной энергии тела;</li> <li>• Электрический заряд - скалярная физическая величина, характеризующая способность тел к электромагнитному взаимодействию;</li> <li>• Электромагнитные волны - это поперечные по отношению к направлению распространения волны электромагнитные колебания векторов <math>\vec{E}</math> и <math>\vec{H}</math>. Их материальность и объективность лежит в основе всех радио-, теле- и интернет-коммуникаций.</li> <li>• В электромагнитную картину мира было введено понятие вероятности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• передачи взаимодействия (информации);</li> <li>• Принцип соответствия между механикой и электродинамикой в рамках динамических закономерностей (теорий). Становление статистических закономерностей (теорий) равновесного теплового макросостояния;</li> <li>• Обобщенная сила Лоренца: <math>\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]</math>, т.е. сила, которой оценивают механическое «контролируемое» воздействие электромагнитного поля на помещенные в него заряженные частицы;</li> <li>• Уравнения Максвелла: «Математическая формулировка единой теории электромагнитного поля, связанного с произвольной системой зарядов и токов, а также со способностью распространяться в форме электромагнитных волн, как в среде, так и в вакууме».</li> <li>• Электромагнитное поле –на фоне движущихся объектов классической механики «преочевидный объект, и в тоже время единая объективная реальность, а электричество и магнетизм – не более</li> </ul>

Концепции современного естествознания

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электронная теория Х. Лоренца восстанавливает атомистичность через дискретные движущие электрические заряды, при этом она сохраняет и поле как объективную реальность. Г. Герц открывает электромагнитные волны. Экспериментально подтверждая теорию Максвелла.</li> </ul>	<p>чем удачный приём описания этой реальности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Концепция близкодействия: «Электромагнитное поле - переносчик электромагнитного взаимодействия со скоростью света».</li> </ul>
---	--

Механическая и электромагнитная картины Мира взаимосвязаны с классической стратегией естественнонаучного мышления (см. схему 14) и предопределили мозаичность образа Мира в классическом естествознании.

Однако, уже в электромагнитной картине мира наблюдается кризис классического естествознания и появляются ростки неклассического естествознания в статистических законах макросостояния, в трактовке различных форм движения на основе концепции близкодействия, т.е. наличия переносчиков различных форм взаимодействия, а также в теории относительности. Специальная теория относительности А. Эйнштейна пересмотрела концепцию абсолютного пространства и времени, а понятие относительности стало одним из основных в современном естествознании.

Неклассическая стратегия естественнонаучного мышления (см. схему 14) и соответственно новые представления о материи, движении и взаимодействии окончательно оформились в квантово-полевой картине Мира (см. схему 19), которая стала рассматривать в единстве корпускулярные и волновые свойства материи, все физико-химические формы движений на основе фундаментальных физических взаимодействий. Особый вклад в становление квантово-полевой картины мира внесли М. Планк, А. Эйнштейн, Луи де Бройль, Н. Бор, В Гейзенберг, Э Шредингер М. Борн и др.

Схема 19. Квантово-полевая картина Мира (XX в.).

<p>Основные представления о материи, движении и взаимодействии</p>	<p>Основные идеи, принципы и законы</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корпускулярно-волновой дуализм: «Каждый элемент материи имеет свойства волны и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип соответствия Н. Бора, согласно которому теория квантово-механического движения включает в себя как частный,</li> </ul>

## Концепции современного естествознания

<p>частицы». При этом исследователи различают следующие виды материи: вещество, физическое поле и физический вакуум. Выделяют фундаментальные микрочастицы: кварки, лептоны, кванты (переносчики) полей взаимодействия. Характерной</p>	<p>предельный случай классическую механику и электродинамику;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип (соотношения) неопределенности В. Гейзенберга:</li> </ul> $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}, \Delta y \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}, \Delta z \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2} \text{ и}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Характерной особенностью является взаимопревращаемость квантовых частиц, виртуальные частицы и античастицы;</li> <li>• Закономерности и причинности квантово-механического движения выступают в вероятностной форме, в виде статистических закономерностей (теорий);</li> <li>• Выделяют четыре вида фундаментальных взаимодействий: гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное;</li> <li>• «Всё: материя, энергия, квантовые характеристики выступают дискретными величинами, и нельзя измерить ни одну из них, не изменив её»;</li> <li>• Как отмечает Р. Фейнман, «квантовая электродинамика в принципе – это теория всей химии, всех жизненных процессов, если жизнь сводится к химии, и к физике, потому что «химия уже сведена к физике...» Квантовая электродинамика – это закон, детально описывающий электромагнит-</li> </ul>	<p><math>\Delta W \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}</math>, приведший к формулировке принципа дополненности Н. Бора;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип дополненности: «Получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих состояние микрообъекта, неизбежно приводит к потере информации о других физических величинах, дополнительных к первым»;</li> <li>• Две фундаментальные модели состояния объектов: квантово-динамическая или микросостояние и флуктуационно-термодинамическая или макросостояние.</li> <li>• Абстрактно-математическим выражением корпускулярно-волнового дуализма материи являются формулы М. Планка (<math>W = \hbar\omega</math>) и Луи де Бройля (<math>\lambda = \frac{2\pi\hbar}{p}</math>). Квантовомеханическое описание микросостояния «квантовой частицы» задается уравнением Шредингера, которое является</li> </ul>



## Концепции современного естествознания

<p>ное взаимодействие, т.е. в значительной степени объединяет квантово-полевую картину мира с электромагнитной. В физике микромира квантовая механика к описанию электромагнитного взаимодействия добавляет законы слабого и сильного взаимодействий. Строится и квантовая теория тяготения и «нащупывается путь к пониманию мира заатомных частиц».</p>	<p>уравнением движения «квантовой частицы» и одновременно задает математический слой волновых функций, которые являются математическими образами состояний «квантовой частицы». В случае квантовых систем используются, кроме уравнения Шредингера, принципы квантования, в частности принцип</p>
<p>Возникает цивилизационная ценность квантовой механики как в познании структурной физической организации материи, так и в утилитарно-прикладном плане.</p>	<p>квантования энергии Н. Бора.</p>

Несмотря на то, что классическое и в значительной мере неклассическое естествознание опираются на методологический рационализм физики и физический стандарт доказал свою эвристичность при создании многих теорий современной науки, стремление придать ему всеобщий характер вызывает законные возражения. Так, возникают определенные трудности при распространении этого стандарта на биологическое знание. Ещё более серьёзные трудности возникают при распространении этого стандарта на социально-гуманитарное знание. Материалистическая диалектика в лице Ф. Энгельса (1820-1895) даёт классификацию форм движения материи (механическое, физическое, химическое, биологическое, социальное). Эти формы движения являются предметом изучения разных наук. Сами же науки Энгельс подразделяет на три группы: науки о неживой природе, науки, изучающие живые организмы, и исторические науки.

Классификацию форм движения материи существенно модифицировал Б.М. Кедров с учетом научных открытий XX века. В его классификации механическое движение не представляет собой особой формы движения (как у Энгельса), а выступает одним из видов физического движения в макромире. В микромире действуют другие процессы: квантово-механические. Квантово-механическое

### Концепции современного естествознания

движение действует не только в физической, но и в химической форме движения материи. Кроме того, Б.М. Кедров выдвинул идею о наличии геологической формы движения, действующей на уровне космических процессов.

В настоящее время возникает вопрос о возможности использования методологического рационализма, оформившегося в современной физике, для науки в целом и прежде всего в постнеклассическом естествознании. В этом плане возникает целостный подход ко всем формам движений на основе фундаментальных физических взаимодействий и квантовой механики, в частности квантовой электродинамики.

### 3.3. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в постнеклассическом естествознании.

Главную идею постнеклассического естествознания, задавшую и постнеклассическую стратегию естественнонаучного мышления (см. схему 14), в яркой образной форме выразил «наставник преподавателей физики» американский физик – теоретик Р. Фейнман. Он писал, что «...если наш ограниченный ум ради некоторого удобства, разделяет этот стакан вина, эту Вселенную на части – физику, биологию, геологию, астрономию, психологию и т.д. – помните, что природа об этом не знает! Так что давайте сольём всё это воедино (например, в постнеклассическом естествознании – вставка наша), не забывая о его предназначении». Итак, на первый план выходит синтетический метод основоположника кибернетики Н. Винера и системный подход к сложно структурированным объектам на основе инновационной трансдисциплинарности современной физики и современного естествознания.

Именно на фундаментальной основе инновационной трансдисциплинарности физики было создано междисциплинарное направление в современном естествознании – синергетика как совокупность наук о взаимопроникновении Порядка и Хаоса и изучении общих закономерностей процессов самоорганизации в открытых неравновесных системах. Оформляется современная физическая исследовательская программа – единая теория поля в рамках объединения всех известных взаимодействий. Происходит синтез всех форм движения материи в единой эволюционной форме «стрел времени» на основе принципа глобального эволюционизма. Эволюцию представлений о материи, движении и взаимодействии в современной постнеклассической картине Мира мы представили в схеме 20.

Особо хотелось бы подчеркнуть социопрактическую направленность постнеклассического естествознания в рамках эколого-социально-экономической синергетики природопользования.

Схема 20. Постнеклассическая картина Мира (XXI в.).

Основные представления о материи, движении и взаимодействии	Основные идеи, принципы и законы
• «Мир – это окружающая нас природа на всех её уровнях, включая и общество. Это то	• Принцип универсализма:
	❖ «Независимо от предмета отдельных систем или метода,

материально – всеобщее (вспомним чувственно-материальный Космос у древних греков), что противостоит Человеку и частью чего он одновременно является в качестве одухотворённого существа... Поэтому противопоставление мира и человека, духа и материи является условным, так как они слиты в едином бытии»;

❖ Тем не менее исследователи условно выделяют вещественную форму материи, состоящую из элементарных частиц – фермионов, полевую форму материи, состоящую из бозонов (причем последние являются переносчиками фундаментальных физических взаимодействий) и физический вакуум. К этим формам материи астрофизики добавляют «темную материю и энергию», приписывая им 95% массы и энергии всех форм материи. При этом важно помнить о взаимосвязи массы и энергии в формуле Эйнштейна:  $W = mc^2$ .

❖ Все формы движения материи объединяются в одну эволюционную форму движения, которая задает принцип глобального эволюционизма в рамках «стрел времени» различных структурных организаций материи;

❖ Принцип глобального эволюционизма положен и в

все они, в отличие от отдельных наук, основываются на всей совокупности эмпирического сознания – жизни, опыта, опытных науках – и стремятся таким путем к решению своей задачи... Этому соответствует стремление объединить разрозненное, создать связь и распространить её, не считаясь с границами отдельных наук».

❖ В философии науки на первый план выходит надпредметность метафизики – учения о сущности бытия, как системе категорий (универсалий). Диалектика, рассматривающая бытие как систему связей и отношений, дополняет метафизику понятием двусторонности. «Мир всегда раздвоен, но не всегда противоречив. Двусторонность, а не противоречивость – суть бытия». В этой диалектической сути одно вытекает из другого: двусторонность предполагает связь, связь – взаимодействие, взаимодействие – развитие.

❖ Обобщенный (универсальный) принцип относительности А. Эйнштейна: «Все физические явления во всех системах отсчета протекают одинаково».

❖ Принцип эквивалентности масс: «Масса инертная и гравитационная эквивалентны»

❖ В эволюционное естествознание включаются практически все естественные науки, и,

❖ основу единой теории поля, согласно которой все известные фундаментальные взаимодействия считаются проявлением единого фундаментального взаимодействия. Уже имеются отдельные фрагменты единой теории, в частности, объединения электромагнитного и слабого, и Великого объединения электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий.

❖ Постнеклассический поворот от науки «существующего» к науке «возникающего». По выражению И. Пригожина, происходит стратегический переход от физики существующего, опирающейся на один тип движения – локального перемещения (*motus localis*) тела в пространстве с течением времени к физике возникающего, опирающейся на другой тип движения – изменение (*mutation*) или смена форм. Происходит качественное развитие системы, однозначно связанное с направленностью времени из прошлого в будущее («стрелой времени»).

несмотря на все сложности и трудности рассмотрения эволюции природы как целостного процесса, принцип глобального эволюционизма двусторонне объединяется с антропным принципом в коэволюционной синергетической парадигме современного естествознания.

❖ На первый план вместо познания истины, фундаментальной обоснованности знания выходит способность решать проблемы и социопрактическая ориентированность определенных научных исследований. «Ищи в науке только истину и не пользуйся ею во зло или ради корысти», - говорил академик Д. Лихачев.

### 3.4. Основные идеи и понятия общего естествознания.

Панорама современного естествознания, фрагментарно отраженная в схемах 12, 13, 14, 17-20 явно указывает на взаимодействующие процессы в познании Природы. С одной стороны, происходит дифференциация и специализация естественных наук, которую вряд ли оправданно снижать в утилитарно-прикладном, пред-

## Концепции современного естествознания

метно-производственном плане их взаимосвязи с научно-техническим прогрессом. Более того, специализация, дифференциация знаний служат и интегрирующим фактором в системе наук, создавая «переходные, пограничные науки» (типа физической химии, биохимии, биогеофизики, астрофизики и т.п.).

С другой стороны, приходится констатировать, что «время энциклопедистов либо безвозвратно ушло, либо ещё не наступило», и в формировании интеллектуальной культуры личности трансдисциплинарность приобретает принципиальную ценность, что обуславливает, в частности, проблему построения общего естествознания как целостной совокупности основных естественных наук.

И наконец, экологическая стратегия жизнеобеспечения и созидания целостной культуры человеческой цивилизации и коэволюционная синергетическая парадигма современной «понятийной сетки» рассмотрения Мира (Универсума) ставят на повестку дня объединение всех сегментов интеллектуальной сферы культуры. При этом особое значение приобретает понимание, что естественные и гуманитарные науки имеют общую методологию познания, основанную на идеях эволюции, системности и самоорганизации.

*В рамках экологической сферы Природа – это совокупность всех взаимодействующих объектов и явлений живой и неживой материи, образующих естественную среду существования человека. В глобальном естественнонаучном понимании Природа – это весь материальный, энергетический и информационный мир Вселенной.*

Несмотря на то, что «Природа не знает о том, что наш ограниченный ум ради некоторого удобства разделяет эту Вселенную на части – совокупность естественных наук», мы в дальнейшем упростим познание современного естествознания, задав и предметную структуру общего естествознания.

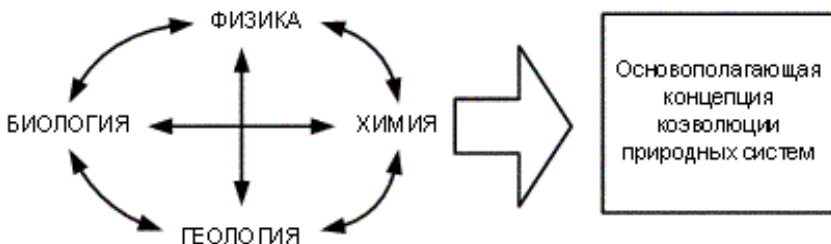
Мы зададим структуру общего естествознания, выделив физику, включая в неё астрофизику и космологию, химию, науки о Земле в обобщённой геологии, и биологию как совокупность наук о живой природе.

Очень часто в структуре общего естествознания пытаются выделить «лидера» среди естественных наук. На наш взгляд, искать в сфере общего естествознания науку – лидера естествознания в общем плане неоправданно в силу как их всё возрастающей междисциплинарности, так и интегрирующей трансдисциплинарности. Изобразив сферу общего естествознания в виде взаимодействия основных естественных наук (см. схему 21), мы подчеркнём

## Концепции современного естествознания

их кооперативно-синергетическое взаимодействие в общем естествознании, опирающемся на основополагающую концепцию коэволюции природных систем и человека.

Схема 21. Сфера общего естествознания.



Интегрирующую функцию, наряду с синергетикой, выполняют и другие отрасли знания: экология, философия, математика, кибернетика и теория информации, а в определённой степени, и современная физика.

Можно также выделить *основные понятия и идеи* общего естествознания, приведённые ниже:

❖ *Система* – множество элементов или объектов, заданных отношениями между ними. Но эти отношения не обязательно имеют характер связи, взаимодействия между ними.

❖ *Структура* – множество элементов или объектов с определённым отношением связи, взаимодействия между ними.

❖ *Хаос* – состояние, в котором не образуются устойчивых во времени структур, отсутствуют согласованные направленные процессы.

❖ *Порядок* – состояние, в котором имеются согласованные (устойчивые) направленные движения и «запоминаемость» определённых конфигураций.

❖ *Беспорядок* – состояние, промежуточное между порядком и хаосом, в котором развивается «склероз» в «запоминаемости» определённых конфигураций и(или) хаотизация согласованных (устойчивых) направленных движений.

❖ *Симметрия* – свойство объектов сохранять определённые характеристики при преобразованиях.

❖ *Диссимметрия* – элементы симметрии, которые отсутствуют как в объекте, так и в его окружение; понижение симметрии при взаимодействии объектов (природных систем) или объекта и его окружения.

❖ *Асимметрия* – понятие, противоположное симметрии,

т.е. характеризует свойство объектов не сохранять определённые характеристики при своих преобразованиях.

- ❖ *Вселенная* регулярна и предсказуема.
- ❖ Все упорядоченные (детерминированные) движения можно описать одним набором механических законов.

- ❖ *Энергия* не исчезает.
- ❖ При всех превращениях энергия переходит из более полезных в менее полезные формы. Это приводит в закрытых природных системах к росту энтропии – меры беспорядка, в открытых диссипативных системах возможно, как возрастание, так убывание и даже сохранение энтропии, т.е. возникает взаимопроникновение Хаоса и Порядка.

- ❖ *Всё состоит из атомов.*
- ❖ Фундаментальные физические взаимодействия задают развитие природных систем и структур на основе *дисимметрии* – двусторонности связи симметрии и асимметрии.

- ❖ Все: материя, энергия, квантовые характеристики частиц – выступают дискретными величинами, и нельзя измерить ни одну из них, не изменив её.

В системном подходе к общему естествознанию важную роль играют понятия интегративности, целостности и иерархичности систем и объектов.

- ❖ *Иерархия* – расположение частей объекта или элементов целостной системы в порядке от высшего к низшему (или наоборот)

- ❖ *Интегративность* – образование новых свойств объекта при соединении его частей в целое, или новых свойств системы при определенных отношениях между элементами.

- ❖ *Целостность* – внутреннее единство объекта или элементов системы, независимость от окружающей среды: объективный критерий гармонии, достигается подчинением структурной организации объекта, законам, определяющим образование форм живой природы и форм кристаллов.

В общем случае системный подход оперирует как системными, так и структурными законами, задавая как феноменологический, функциональный, макроскопический, так и механизмический, субстанциональный, микроскопический, фундаментальный подходы при изучении объекта как системы.



## ЛЕКЦИЯ 4. МОНОФУНДАМЕНТАЛЬНОСТЬ ФИЗИКИ. СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ В РАМКАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

### 4.1. Физика в контексте интеллектуальной культуры. Фундаментальность физики в естествознании.

Опираясь на физические картины мира и исследовательские программы, физику можно определить, как науку, предметом которой являются объекты естественной неживой природы: микрочастицы вещественной формы материи, кванты (переносчики) фундаментальных полей взаимодействия, виртуальные частицы физического вакуума, наночастицы, макротела, мегатела – их состав, структура, свойства и отношения между ними, движение и взаимодействия, а также недавно открытые «тёмная» материя и «тёмная» энергия.

По общепринятому мнению, физика образует фундамент современного естествознания. Выделим основные аспекты фундаментальности физики (см. схему 22).

Схема 22. Основные аспекты фундаментальности физики.

Лингвистическая (языковая) фундаментальность физики	Эпистемологическая фундаментальность физики	Онтологическая фундаментальность физики
❖ Любой используемый ученым прибор, а также приборы и аппараты в информационных технологиях, а зачастую приборы, аппараты и машины в быту всегда в своей основе физический объект и для истолкования своих показаний и принципа работы требуют знания ответствующих	❖ Тезис монофундаментальности утверждает, что есть лишь одна фундаментальная дисциплина, положения которой ни из каких других дисциплин вывести нельзя, и этой дисциплиной является физика. ❖ В этом смысле можно утверждать, что физика обречена на фундаментальный статус. Даже если	❖ Концепция монофундаментальности физики может быть связана с концепцией редукционизма или с проблемой, касающейся построения реальности, устройства окружающего нас мира. ❖ В онтологической фундаментальности физики очевидно необходимо говорить о двусторонности

	допустить, что в будущем	принципа целостности в рамках холизма, т.е.
физических теорий. Это обстоятельство делает язык физики международным, неотъемлемым элементом любой естественнонаучной дисциплины, а зачастую и техники и даже в быту, и может быть названо лингвистической (языковой) фундаментальностью физики.	появится некая наука, из которой можно будет теоретически вывести современную физику, то эта гипотетическая наука будет называться новой физикой. Итак, физика обладает особой фундаментальностью, которую можно назвать эпистемологической. ❖ Эпистемология (греч. – учение о знании) – теория познания.	когда целое предшествует своим частям, и редукционизма, неотрицающего качественного своеобразия частей, его объявления. • Онтология (греч. ontos – сущее и logos – учение) – учение о бытии как таковом, независимом от его частных видов.

Фундаментальность физики нами уже продемонстрирована в предыдущей лекции №3 на основе ведущей роли физических картин мира в естествознании. В данной лекции мы уделим особое внимание методологическим аспектам фундаментальности физики.

## 4.2. Общие представления о гипер-, мега-, макро-, микро-, гипомирах.

При изучении объектов материального мира, их движения и взаимодействия вводят понятие состояния, включающего как сам объект, так и его окружение. Следовательно, в структурные уровни организации материи в рамках современной физики необходимо включать как объекты материального мира, так и понятия состояния и взаимодействия (см. схему 23).

Схема 23. Физическая структурная организация материи.

<i>Миры материи</i>	<i>Материальные объекты</i>	<i>Пространство и время</i>	<i>Фундаментальные поля взаимодействия</i>
---------------------	-----------------------------	-----------------------------	--

## Концепции современного естествознания

<i>Гипермир</i> - гипотетическое	Не обнаружены	Экспериментально не доказано, хотя и имеются теоретические предположения на основе	
представление о множестве мегамиров		моделирования пространственно-временной пузырьковой вакуумной пены в «теории струн»	
<i>Мегамир</i> – мир мегаобъектов и мега состояний; больших космических масштабов и скоростей	Метагалактика, галактики, звезды, планетные системы, планеты, спутники планет, кометы, астероиды, диффузная материя и открытая недавно «темная материя и энергия»	Пространство измеряется в астрономических единицах, световых годах и парсеках; время – в миллионах и миллиардах лет.	Доминирует гравитационное поле взаимодействия. Кванты поля – гравитоны плюс гравитино (?).
<i>Макромир</i> – мир макрообъектов и макросостояний, размерность которых соотносима с масштабами жизни на Земле	Примеры макрообъектов и макросистем: геосферы, города, машины, приборы, аппараты, физические, физико-химические, химические, геологические, биологические макросистемы.	Пространство измеряется в мкм, мм, см, м и км; время в секундах (с), минутах (мин), часах, годах, эрах и периодах.	Доминирует электромагнитное поле взаимодействия. Кванты поля – фотоны. Проявляется и гравитационное поле взаимодействия.
<i>Микромир</i> – мир микрообъектов и	Микрообъекты и микросистемы: микромолекулы,	Пространство измеряется от $10^{-10}$ до $10^{-18}$ м, а время от	Доминируют: слабое взаимодействие, кванты поля –

## Концепции современного естествознания

микросостояний, мир предельно малых измерений экспериментально	атомы, ядра атомов, элементарные частицы, в	«бесконечно-сти» до $10^{-24}$ с.	тяжелые промежуточные бозоны; сильное
масштабов	том числе и кванты (переносчики) полей взаимодействия, бозоны Хиггса, «физический» вакуум.		Взаимодействие, кванты поля – глюоны; электромагнитное взаимодействие, ответственное за существование атомов и молекул
<i>Гипомир</i> – гипотетический мир в микромире, идущий еще от Планка		Пространство и время дискретны: квантуются в рамках представления о модели планкеона: $r_{пл} \approx 10^{-35} \text{ м};$ $t_{пл} \approx 10^{-43} \text{ с};$ $\rho_{пл} \approx 10^{96} \text{ кг/м}^3;$ $W_{пл} \approx 10^{19} \text{ ГэВ}$	К фундаментальным взаимодействиям в микромире возможно в будущем добавится и новая теория их объединения на основе моделей суперсимметрии бозонов и планкеона и «теории струн».

В настоящее время в естествознании, исходя из утилитарно-прикладных воззрений, обычно ограничивают физические структурные уровни материи микро-, макро- и мегамирами. Однако, эти же утилитарно-прикладные воззрения вводят промежуточный между микро- и макромирами наномир, т.е. мир нанообъектов и наносостояний с характерными размерами от  $10^{-7}$  до  $10^{-9}$  м ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ), которые позволяют реализовать новые технологические свойства макромолекул и макротел.

### 4.3. Фундаментальные взаимодействия. Фундаментальные микрочастицы.

Концепцией, в определенной степени объединяющей физическую структурную организацию материи стали четыре фундаментальные взаимодействия.

Основные сравнительные характеристики фундаментальных взаимодействий нами сгруппированы в схеме 24.

Схема 24. Основные сравнительные характеристики фундаментальных взаимодействий

<i>Вид, константа, радиус взаимодействия, примеры проявления</i>	<i>Краткое описание</i>
<p><u>Гравитационное</u>  <math>K_{вз} = 10^{-39}</math>  <math>R_{вз} = \infty</math>; взаимодействие всех тел</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Имеет универсальный характер и выступает в виде притяжения. Оно является самым слабым из всех остальных взаимодействий.</li> <li>❖ В классической физике описывается законом Всемирного тяготения И. Ньютона.</li> <li>❖ В общей теории относительности является проявлением кривизны пространственно-временного континуума и описывается уравнением гравитации А. Эйнштейна. в 2015 г. теория гравитации А. Эйнштейна была подтверждена экспериментальным открытием гравитационных волн.</li> <li>❖ В квантовой теории квантами (переносчиками) гравитационного поля взаимодействия являются гравитоны плюс гравитино(?).</li> </ul>
<p><u>Электромагнитное</u>  <math>K_{вз} = 10^{-2}</math>  <math>R_{вз} = \infty</math>; взаимодействие электрических зарядов, токов, электрических, магнитных и электромагнитных полей</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Имеет универсальный характер и может выступать либо как притяжение, либо как отталкивание. Оно определяет возникновение атомов, молекул и макроскопических тел.</li> <li>❖ В классической физике описывается электростатикой, магнитостатикой и электродинамикой. Проявляется в форме электрических, магнитных и электромагнитных полей.</li> <li>❖ В квантовой теории описывается квантовой электродинамикой и квантами (переносчиками) фундаментального электромагнитного</li> </ul>

<p><u>Слабое</u>  <math>K_{вз}=10^{-14}</math>  <math>R_{вз}=10^{-18}м</math>;                  взаимодействие элементарных частиц при <math>\beta+</math> и <math>\beta-</math> распаде и взаимопревращаемости частиц</p>	<p>поля являются фотоны.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Действует только в микромире и описывает взаимопревращения элементарных частиц. Оно короткодействующее и характеризует все виды бета-превращений.</li> <li>❖ Взаимодействие слабее электромагнитного, но сильнее гравитационного.</li> <li>❖ Описывается теорией, созданной в 1967 г. С. Вайнбергом, Ш. Глэшоу и А. Саламом, предсказавшими слабые нейтральные токи, т.е. доказавшими, что квантами (переносчиками) данного поля взаимодействия являются промежуточные векторные бозоны.</li> </ul>
<p><u>Сильное</u>  <math>K_{вз}=1</math>  <math>R_{вз}=10^{-15}м</math>;                  взаимодействие нуклонов в ядрах атомов, а также взаимодействие адронов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Действует только в микромире и обеспечивает связь между нуклонами в ядре и связь кварков в адронах.</li> <li>❖ Является самым сильным из всех взаимодействий, что подчеркнуто в названии. Вначале рассматривали как сильное - взаимодействие между нуклонами. А квантами поля сильного взаимодействия считали <math>\pi</math>-мезоны, или пионы.</li> <li>❖ В рамках квантовой хромодинамики, основоположником которой является М. Гелл-Манн, было установлено, что все микрочастицы, участвующие в сильном взаимодействии, - адроны состоят из кварков, а кварки связываются друг с другом с помощью глюонов, которые в настоящее время и являются переносчиками (квантами) поля сильного взаимодействия.</li> </ul>

В настоящее время известные фундаментальные взаимодействия считаются проявлением единого фундаментального взаимодействия. Такой подход задает современная физическая исследовательская программа – единая теория поля.

Объединение всех фундаментальных взаимодействий основано на том, что различия между ними проявляются только при малых энергиях; при больших энергиях они объединяются в единое взаимодействие: электромагнитное и слабое взаимодействия объединяются при энергиях порядка 102 ГэВ, что соответствует температуре 1015 К; электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия объединяются при энергиях порядка 1014 ГэВ, что соответствует температуре 1027 К; все виды взаимодействий, вероятно,

объединяются при энергиях порядка 10<sup>19</sup> ГэВ, что соответствует температуре 10<sup>32</sup> К (такие условия соответствуют ранней стадии возникновения Вселенной в стандартной теории «Большого взрыва»).

Обратим внимание, что используемые энергии на Большом адронном коллайдере (БАКе) достаточны для проверки теории электрослабого взаимодействия, т.е. объединения электромагнитного и слабого взаимодействий. При этом были открыты и бозоны Хиггса. Бозон Хиггса является квантом так называемого поля (конденсата) Хиггса, при прохождении через которое частицы испытывают сопротивление, представляемое как механизм возникновения массы во Вселенной.

Схема ТВО не включает объединения гравитационного взаимодействия с другими взаимодействиями из-за практически отсутствующего воздействия гравитации на интенсивность остальных взаимодействий и на ход реакций превращения элементарных частиц, хотя теоретические схемы такого «Сверхвеликого объединения» разрабатываются на основе объединения супергравитации с внутренней симметрией ОТО. Данная теория вводит частицы-переносчики со спином  $S=2$  (гравитоны) и частицы со спином  $S=3/2$  (гравитино). Важную роль в схемах такого объединения играет теория струн», а также новые представления о суперсимметрии, связывающей между собой бозоны (переносчики) и фермионы (кварки и лептоны).

Возможно определенную роль в схемах объединения сыграет и открытие в 2015 г. гравитационных волн.

Итак, в теориях объединения фундаментальных взаимодействий особая роль принадлежит систематике элементарных частиц с выделением фундаментальных микрочастиц (см. схему 25).

Схема 25. Систематика фундаментальных микрочастиц

<i>Переносчики (кванты) взаимодействий</i>	<i>Лептоны</i>	<i>Кварки</i>
Гравитоны; фотоны; тяжелые промежуточные бозоны; глюоны (восемь цветных глюонов)	Электроны, мюоны, тяжелый тау-лептон, электронное нейтрино, мюонное нейтрино, тау-лептонное нейтрино, античастицы лептонов	Шесть типов кварков по аромату, в каждом из которых различают три цвета; античастицы кварков

На БАКе обнаружены конденсаты: кварко-глюонный конденсат и конденсат бозонов Хиггса. Различают, исходя из целочисленного или полужелочисленного значения собственного момента импульса микрочастицы – спина, бозоны – частицы «коллективисты» и фермионы – частицы «индивидуалисты». При этом если опираться на систематику фундаментальных микрочастиц, то фермионы задают вещественную форму материи, а бозоны – полевую. Однако и бозоны Хиггса, которые естественно включаются в систематику фундаментальных микрочастиц, сыграли свою роль и в вещественной форме материи.

#### 4.4. Концепция пространственно-временных отношений. Физический вакуум.

Абстрактно-математическое описание пространственно-временных отношений фактически оформляется только в механистической картине мира. Ньютон вводит абсолютное («божественное») пространство как таковое, которое по своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

Относительное пространство есть мера абсолютного пространства или какая-либо подвижная его часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел, и фактически задается пространственной системой отсчета. Сведем для наглядности основные свойства пространства в схеме 27.

Схема 27. Основные свойства пространства в механистической картине мира.

<i>Однородность пространства.</i>			
Все точки пространства обладают одинаковыми свойствами, и параллельный перенос не изменяет законов физики.			
<i>Изотропность пространства.</i>			
Все направления в пространстве обладают одинаковыми свойствами, и поворот на любой угол сохраняет неизменными законы физики.			
<i>Евклидовость пространства.</i>			
Описывается	геометрией	Евклида	(



$$dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2).$$

*Трёхмерность пространства.*

Каждая точка пространства однозначно определяется набором трех действительных чисел – координат. в настоящее время трёхмерность и евклидовость установлены до расстояний 14 млрд. световых лет.

*Непрерывность пространства.*

Между двумя точками («местами») в пространстве, как бы они близко не располагались, всегда можно выделить третью точку («место»).

Итак, классическое понятие пространства связано с конструктивно-теоретическим моделированием его трёхмерным разумным существом – человеком и абстрактно задается вопросами: выше - ниже; вперед - назад; вправо - влево, а оценивается самостоятельными физическими величинами: длина, площадь, объем.

Ньютон определяет и абсолютное (истинное) математическое время как такое понятие, которое само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью. Нетрудно обнаружить взаимосвязь понятия абсолютного времени с «перводвигателем» – Богом Аристотеля. Глубоко религиозный И. Ньютон в своем знаменитом труде «Математические начала натуральной философии» пытался связать воедино религиозную, философскую и естественнонаучную картины мира в целостной механистической картине мира.

В отличие от абсолютного, относительное время (вводимое разумным существом – человеком) есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: минута, час, день, месяц, год. Понять значение термина время труднее, чем термина пространство, так как его используют в двух значениях: им обозначают не только рассмотренное выше абстрактное понятие, но и физическую величину для количественного оценивания длительности (продолжительности процесса).

Сведем для наглядности основные свойства времени в механистической картине мира в схеме 27.

Схема 27. Основные свойства времени в механистической картине мира.

*Однородность времени.*

Любые явления, происходящие в одних и тех же условиях, но в различные моменты времени, протекают одинаково.

*Непрерывность времени.*

Между двумя моментами, как бы близко они не располагались, всегда можно выделить третий. Дискретность времени и пространства носит гипотетический характер в модели гипотеза мира.

*Обратимость и необратимость времени.*

Законы классической механики симметричны относительно прошлого и будущего. Однако включение в механистическую исследовательскую программу равновесной термодинамики, привело к понятию необратимости времени, которую можно рассматривать как следствие второго начала термодинамики или принципа возрастания энтропии.

Основные свойства пространства и времени, систематизированные в схемах 26 и 27, используются не только в механистической, но и в других картинах мира, но при этом происходит объединение пространства и времени в специальной теории относительности, а также появление новых геометрий в общей теории относительности. Эволюция принципов относительности от Галилея до Эйнштейна и дополняющих постулатов приведена в лекции №3 в рамках механистической, электромагнитной и современной постнеклассической картинах мира. Сгруппируем соответствующие пространственно-временные представления по теориям относительности в схеме 28.

Схема 28. Основные пространственно-временные представления в релятивистской исследовательской физической программе.

*Специальная теория относительности (СТО)*

Промежуток времени и расстояние оказываются относительными к выбору ИСО. Неизменным (инвариантным) относительно ИСО оказывается только четырехмерный пространственно-временной интервал между событиями:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = \text{inv}(ИСО)$$

Пространственные интервалы относительны, что проявляется в Лоренцевом сокращении размеров тел в направлении движения:

$$\Delta l = \Delta l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Временные интервалы относительноны, что проявляется в том, что движущиеся часы идут медленнее неподвижных:

$$\Delta \tau = \frac{\Delta \tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

#### *Общая теория относительности (ОТО)*

Пространство искривляется, становится неевклидовым, по крайней мере, вблизи массивных тел и наблюдается гравитационное смещение и искривление солнечных лучей вблизи таких тел.

Изменение геометрических свойств пространства-времени вблизи массивных тел приводит к появлению сильных гравитационных полей.

Вблизи массивных тел время замедляет свой ход и даже в центре планет время течет медленнее, чем на поверхности.

#### *Основополагающий вывод.*

Пространство-время является выражением наиболее общих отношений материальных объектов и вне материи существовать не может.

Взаимосвязь целостного пространства-времени с материей обуславливает и новые подходы к релятивистской динамике, что приводит к видоизменению формул для фундаментальных характеристик физических объектов, а также к новому виду уравнения гравитации А. Эйнштейна. Систематизируем эти релятивистские формулы в схеме 29.

Схема 29. Основные формулы динамики релятивистской исследовательской физической программы.

Формулы фундаментальных физических величин

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

❖ Релятивистский импульс:

## Концепции современного естествознания

$W = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Полная энергия:</li> <li>❖ Энергия покоя: <math>W_0 = mc^2</math>.</li> </ul>		
Связь между энергией и импульсом. $W^2 = W_0^2 + (pc)^2$ , эта формула инвариантна относительно ИСО и фактически задает целостный закон сохранения импульса-энергии.		
Основное уравнение релятивистской динамики: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$ .		
Уравнение гравитации А. Эйнштейна (в словесной формулировке)		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 10px; text-align: center;">Пространственно-временная метрика</td> <td style="padding: 10px; text-align: center;">Плотность всех форм материи</td> </tr> </table>	Пространственно-временная метрика	Плотность всех форм материи
Пространственно-временная метрика	Плотность всех форм материи	

Подчеркнем, что в современной физике нет такого понятия как пустое пространство. В действительности пространство – среда со сложной внутренней структурой, называемая физическим вакуумом. Эта среда гетерогенна и состоит из нескольких подсистем. И каждая подсистема ответственна за то или иное свойство окружающего нас макроскопического мира. Основная цель исследований на коллайдере как раз и состоит в изучении этой вакуумной среды. И здесь важны два свойства – масса элементарных частиц как энергетическая мера взаимодействия квантов поля с физическим вакуумом и необратимость времени, которая заложена на уровне соответствующего взаимодействия. По мере возрастания энергии коллайдеров открываются новые подсистемы и элементы структуры гетерогенного физического вакуума, простирающиеся от размера протона (10-15 м) до масштаба квантовой гравитации (10-35 м). Энергетические возможности Большого адронного коллайдера (БАК) позволяют изучить две вакуумные подсистемы – кварк-глюонный конденсат со структурой 10-15 м и

хиггсовский конденсат со структурой 10-18 м. Делается также попытка за счет симметрии свойств бозона и антибозона Хиггса найти носителей массы темной материи, путём использования всех энергетических возможностей коллайдера. Разрабатываются и проекты новых коллайдеров, в частности в России проект «NICA». Важно подчеркнуть, что «физика высоких энергий явилась основой разработки глобальной информационной сети Интернет».

#### **4.5. Фундаментальный принцип симметрии. Фундаментальные законы сохранения.**

Краткие определения симметрии, асимметрии и диссимметрии нами были приведены в лекции №3 (3.4).

Важнейший результат фундаментальности принципа симметрии в теоретической физике связан с именем выдающейся женщины-математика Амалии Эмми Нетер (Noether) (1882-1935).

В 1918 г. Нетер доказала фундаментальную теорему, которая утверждает, что существование любой конкретной симметрии – в пространстве-времени, степенях свободы элементарных частиц и физических полей – приводит к соответствующему закону сохранения, причем из этой же теоремы следует и конкретная структура сохраняющейся величины. Из теоремы Нетер, в частности, следуют:

- из инвариантности относительно сдвига во времени (сдвиговая симметрия, выражающая физическое свойство равноправия всех моментов времени, однородность времени) – закон сохранения энергии;

- из инвариантности относительно пространственных сдвигов (свойство равноправия всех точек пространства, однородность пространства) – закон сохранения импульса или количество движения;

- из инвариантности относительно пространственного вращения (осевая симметрия, свойство равноправия всех направлений в пространстве, изотропность пространства) – закон сохранения момента импульса или момента количества движения.

Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса, как и законы Ньютона, выполняются в любых инерциальных системах отсчета. Другими словами, эти законы удовлетворяют механическому принципу относительности.

С законами сохранения энергии, импульса и момента импульса взаимосвязаны идеи, принципы и законы механики. Однако, их особая роль не ограничивается механистической картиной мира,

видоизменяясь в конкретных проявлениях, включая в себя новые представления о материи, движении и взаимодействии, законы сохранения энергии, импульса и момента импульса входят и в электромагнитную и квантово-полевою картины мира, приобретая фундаментальный характер.

При этом к принципу симметрии Э. Нетер добавился принцип П. Кюри, согласно которому, когда несколько различных явлений природы накладываются друг на друга, образуя одну систему, то их диссимметрии (понижения симметрии) складываются.

Объединяя оба принципа симметрии, можно кратко их сущность выразить так: «Симметрия задает фундаментальные законы сохранения, диссимметрия творит явление», в частности, путем объединения системной структуры материальных объектов с их взаимодействиями, а также в современной эволюционной картине мира, задавая ее как адаптационное, так и особенно явно, скачкообразное развитие и самоорганизацию.

Если в рамках физических картин мира можно увеличить число фундаментальных законов сохранения, в частности, за счет законов сохранения электрического, барионного и лептонного зарядов, то в астрофизике диссимметрия привела к полной асимметрии вещества и антивещества. Более того в природе асимметрия встречается достаточно часто. Отметим только некоторые яркие примеры: биологические молекулы асимметричны; асимметрия вещества над антивеществом; слабые взаимодействия могут нарушать как обращение времени, так и отражение пространства, т.е. обратимость времени и симметричность: «право» - «лево». В макро- и мегамире сама эволюционная «стрела времени» необратима, т.е. задается триадой: «рождение – развитие – гибель».

Следуя Р. Фейману, мы можем сказать, что истинное объяснение приблизительной симметрии мира состоит в следующем: «боги (явления природы – вставка наша) сотворили свои законы только приблизительно симметричными, чтобы мы не завидовали их совершенству!»

#### **4.6. Концепции и методологические принципы квантовой механики. Понятие квантового микростояния**

Основные идеи, принципы и законы квантово-полевой картины мира в определённой степени отражены в предыдущей лекции №3 (см. схему 19).

Мы их концептуальную основу отразим на основе выделения

## Концепции современного естествознания

основополагающих концепций и методологических принципов квантовой механики (см. схему 30).

Схема 30. Основополагающие концепции и методологические принципы квантовой механики.

<p><i>Концепция корпускулярно-волнового дуализма:</i> «Каждый элемент материи имеет свойства волны и частицы».</p>
<p><i>Концепция дискретности материи:</i> «Всё: материя, энергия, квантовые характеристики выступают дискретными величинами, и нельзя измерить ни одну из них, не изменив её».</p>
<p><i>Концепция вероятностного подхода:</i> «Квантовая механика отказывается от стремления к точным предсказаниям того, что произойдёт при определённых условиях. Мало того, это считается невозможным – единственное, что можно предсказать - это вероятность тех или иных событий. Так, что в квантовой механике мы должны удовлетвориться расчётом вероятностей, при этом считать, что такова природа на самом деле».</p>
<p><i>Принцип неопределённости:</i> Принцип неопределённости в квантовой механике задаётся соотношениями неопределённостей В. Гейзенберга:  <math display="block">\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}, \Delta y \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}, \Delta z \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2} \text{ и } \Delta W \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}</math>                 и находит отражение в принципе дополнительности Н. Бора.</p>
<p><i>Принцип дополнительности:</i> «Получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих состояние микрообъекта, неизбежно приводит к потере информации о других физических величинах, дополнительных к первым». В общенаучном плане принцип дополнительности можно сформулировать следующим образом: «Всякое истинное глубокое явление природы не может быть однозначно определено с помощью слов нашего языка и требует для своего определения по крайней мере двух взаимоисключающих дополнительных понятий».</p>

*Принцип соответствия:*

«Любая новая более общая теория, являющаяся развитием предыдущих классических теорий, справедливость которых была экспериментально установлена для определенных групп явлений, не отвергает эти классические теории, а включает их в себя. В определенных случаях существует возможность предельного перехода новой теории в старую».

*Принцип простоты.*

«Более простая теория обычно имеет «внешнее оправдание» (соответствие эксперименту, т.е. свою верификацию) и «внутреннее совершенство» (красоту теории в виде ограничений на возможные качества систем), более «фальсифицируема и в то же время более информативна.». Этот принцип указывает на роль в современных физики и естествознании классической физики и классического естествознания.

Квантовое микросостояние одной микрочастицы включает в себя как характеристики частицы, так и ее окружения. Состояние микрочастицы задается волновой функцией (амплитудой вероятности состояния)  $\Psi(x, y, z, t)$ , которая является комплексной величиной, задаваемой во всех точках пространства и в каждый момент времени. Движение частицы носит стохастический характер и в квантовой механике уравнением движения «квантовой частицы» является уравнение Шредингера, которое в общем случае имеет следующий вид:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi,$$

а в случае стационарных состояний вид его упрощается

$$\hat{H}\Psi = W\Psi,$$

где  $\hat{H}$  - оператор Гамильтона. Так как мы не будем решать уравнение Шредингера, то не будем раскрывать относительно сложный математический вид оператора Гамильтона. Отметим только, что уравнение Шредингера является уравнением движения «квантовой частицы» и одновременно задающим математический слой, состоящий из волновых функций, являющихся математическими образами состояний «квантовой частицы». Согласно М. Борну состояние «квантовой частицы» задается распределением вероятностей измеримых величин (и их пар), а не их значениями.



Само получение оператора Гамильтона связано с принципом неопределенности, т.е. с соотношениями неопределенностей Гейзенберга, выполняющими роль постулатов квантования и затравочной классической моделью (например, с планетарной моделью атома).

Квадрат модуля волновой функции  $|\psi|^2$  равен плотности вероятности, т.е. вероятности нахождения частицы в единице объёма,

$$P = |\psi|^2 = \frac{dP}{dV}.$$

Величина плотности вероятности является экспериментально наблюдаемой величиной, в то время как сама пси-функция, будучи комплексной, не доступна наблюдению.

Уравнение Шредингера можно применить и к квантовому микросостоянию системы частиц, используя принцип тождественности «кантовых частиц», приводящий к двум типам частиц (бозонам и фермионам). Однако, в данном случае решение уравнения Шредингера всегда носит приближённый характер. При концептуальном анализе квантовой системы важную роль играют постулаты Бора (см. схему 31), квантовые статистики (см. схему 32) и квантовые числа микрочастиц (см. схему 33), которые фактически связаны и с решением уравнения Шредингера.

Схема 31. Обобщенные в рамках понятия квантовой системы постулаты Н. Бора.

<p><i>Первый постулат Бора.</i> Энергетический спектр атома (квантовой системы) дискретен.</p>
<p><i>Второй постулат Бора</i> Частоты атомного излучения (электромагнитного излучения квантовой системы) связаны с энергетическими уровнями атома (квантовой системы). При переходе с уровня <math>W_n</math> на уровень <math>W_m &lt; W_n</math> испускается квант излучения с частотой <math>\omega</math>. При обратном переходе квант поглощается.</p> $\hbar\omega = W_n - W_m.$

Вероятностный подход совместно с принципом тождественности, согласно которому состояния системы частиц, получающиеся друг из друга перестановкой тождественных частиц, нельзя

## Концепции современного естествознания

различить ни в каком эксперименте, позволяют рассматривать такие состояния как одно физическое состояние. При этом принцип симметрии и асимметрии волновых функций при перестановке двух одинаковых микрочастиц позволяет ввести квантовые статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака (см. схему 32).

Схема 32. Основные свойства микрочастиц в рамках квантовых статистик.

<i>Название квантовой статистики</i>	<i>Свойства соответствующих классов микрочастиц</i>	<i>Тип симметрии волновой функции</i>
Статистика Ш. Бозе и А. Эйнштейна (1924 г.)	Бозоны («коллективисты») имеют тенденцию скапливаться в одном квантовом состоянии. Элементарные частицы с целочисленными спинами, например, фотоны, фононы, пионы, тяжелые промежуточные бозоны, глюоны, гравитоны.	При перестановке двух одинаковых микрочастиц знак волновой функции не меняется. Симметричные волновые функции.
Статистика Э. Ферми и П. Дирака (1926 г.)	Фермионы («индивидуалисты»). Согласно принципу Паули: «Два и более одинаковых фермиона, в частности два электрона, не могут находиться в одном состоянии». Элементарные частицы с полуцелыми спинами, например, электроны, протоны, нейтроны, кварки, все лептоны.	При перестановке двух одинаковых микрочастиц меняется знак волновой функции. Антисимметричные волновые функции

Как видно из схемы барионная вещественная материя создается из фермионов – протонов, нейтронов и электронов. При этом особое значение, по крайней мере, в объяснении физико-химических свойств химических элементов (совокупности атомов (изотопов) с одинаковым зарядом  $Z$  ядра) приобретает электронная

## Концепции современного естествознания

структура, т.е. квантовое микросостояние электронов, определяемое набором соответствующих квантовых чисел (см. схему 33). Особая роль в введении квантовых чисел принадлежит принципу Паули: « в любом квантовом состоянии может находиться не более одного электрона.». Другими словами, в атоме (и в любой квантовой системе) не может быть электронов с одинаковыми значениями всех четырех квантовых чисел.

Схема 33. Квантовые числа и соответствующие условия квантования.

<i>Название квантового числа и задание его значений</i>	<i>Условия квантования и основные характеристики</i>
$n$ – главное квантовое число $n = 1, 2, 3, \dots$	Задает условие квантования энергии и характеризует уровни дискретных значений энергии атома, например, водородоподобного: $W_n = \frac{z^2 m_e e^4}{8 \hbar^2 \epsilon_0^2} \frac{1}{n^2}$
$l$ - азимутальное квантовое число $l = 0, 1, 2, 3, \dots, n$	Задает условие квантования момента импульса микрочастицы, например, электрона в атоме: $L = \sqrt{l(l+1)} \cdot \hbar$
$m_l$ - магнитное квантовое число $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$	Задает условие квантования проекции момента импульса микрочастицы, например, электрона в атоме: $L_z = m_l \hbar$
$s$ - спиновое квантовое число $s = 0, 1/2, 1, 3/2, \dots$	Задает условие квантования собственного момента импульса микрочастицы, например, электрона в атоме: $L_s = \sqrt{s(s+1)} \cdot \hbar$ Для электрона

$m_s$ - магнитное спиновое число $m_s = 0, \pm 1/2, \pm 1, \pm 3/2, \dots$	$s = 1/2$ Задает условие квантования проекции собственного момента импульса микрочастицы, например, электрона в атоме: $L_{zS} = m_s \hbar$ Характеризует спиновую степень свободы электрона. Для электрона $m_s = -1/2, 1/2$ .
---	---

Итак, двигаясь от электромагнитной волны к понятию фотона и совершая внешне противоположное движение от электрона к его волне и наблюдению интерференции и дифракции электронов, мы осознали корпускулярно-волновой дуализм материи. Опираясь на корпускулярно-волновой дуализм и поняв вероятностный характер квантовой механики, мы ввели абстрактно-математическое описание квантового микросостояния одной микрочастицы на основе уравнения Шредингера, а также микросостояния системы тождественных частиц на основе квантовых статистик и квантовых чисел. Так мы получили новое видение электромагнитных взаимодействий и приблизились к квантовой электродинамике. Квантовая электродинамика – «это новое воззрение на взаимодействие между электронами и протонами, т.е. электромагнитная теория, но со всеми уточнениями, внесенными квантовой механикой». А так как электромагнитное взаимодействие доминирует в макромире, то «из квантовой электродинамики выводятся все известные механические, электрические и химические законы. Квантовая механика играет определяющую роль и в изучении микромира.

#### 4.7. Процессы в микромире. Элементы ядерной физики

Если свойства и квантовая физика атомов раскрывались путем изучения испускания и поглощения ими фотонов, а также линейчатых спектров атомов, то свойства ядер путем изучения ра-

## Концепции современного естествознания

диоактивных излучений при естественной и искусственной радиоактивности, открытой соответственно А. Беккерелем (1896 г.) и супругами Фредериком и Ирен Жолио-Кюри (1934 г.). Радиоактивность – явление самопроизвольного (спонтанного) превращения атомных ядер в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений.

Искусственная радиоактивность наблюдается у изотопов, полученных в ядерных реакциях.

Естественная радиоактивность наблюдается у неустойчивых изотопов, существующих в природе.

Радиоактивный распад – естественное радиоактивное превращение ядер, происходящее произвольно.

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}; \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}},$$

где  $N$  - число нераспавшихся ядер в момент времени  $t$ ;  $N_0$  - начальное число нераспавшихся ядер (в момент времени  $t = 0$ );  $\lambda$  - постоянная радиоактивного распада;  $e$  - основание натурального логарифма;  $T_{1/2}$  - период полураспада – время, за которое исходное число ядер в среднем уменьшается вдвое.

Закон радиоактивного распада – статистический закон, имеющий явный квантовый характер, т.е. вероятность распада ядра связывается с превышением полученного им кванта энергии над энергией, необходимой для его радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада справедлив при наличии очень большого числа радиоактивных ядер.

Очевидно, что статистический закон радиоактивного распада, как и квантовый характер электромагнитного излучения, опирается на соотношение неопределенностей для энергии и времени:  $\Delta W \Delta t \geq \hbar$ , что и обуславливает достаточно медленный радиоактивный распад ядер (период полураспада  $T_{1/2}$  может принимать значения, например, для  ${}_{19}^{42}\text{K}$  – 12,5 часов и для  ${}_{92}^{235}\text{U}$  – 7,1·10<sup>8</sup> лет.

Как писал Х. Лоренц: «Не будет преувеличением сказать, что в нашей картине мира квантовые условия есть то, что сдерживает материю и предохраняет ее от потери всей своей энергии путем излучения» (и (или) своего изотопно-радиоактивного распада –

вставка наша).

Среди процессов радиоактивных превращений различают:

- ❖  $\alpha$ -распад, при котором ядро испускает  $\alpha$ -частицы – ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$ ;

- ❖  $\beta$ -распад, связанный с испусканием или поглощением электронов и позитронов;

- ❖  $\gamma$ -излучение ядер – испускание ядром  $\gamma$ -квантов;

- ❖ спонтанное деление тяжелых ядер;

- ❖ протонную радиоактивность.

Экспериментально установлено, что атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Эти частицы называют нуклонами. Некоторые характеристики протонов и нейтронов приведены в схеме 34.

Схема 34. Основные характеристики нуклонов

Обозначение	$p$	$n$
Заряд $q$	$+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	0
Масса	$m = 1836m_e = 1,672 \cdot 10^{-27}$ кг	$m = 18369m_e = 1,675 \cdot 10^{-27}$ кг
Спин	$s = 1/2$	$s = 1/2$
Стабильность	Стабилен (время жизни $\tau \approx 10^{39}$ с)	Нестабилен в свободном состоянии ( $T_{1/2} = 12$ мин)

Для обозначения ядер применяется символ



где под  $X$  подразумевается химический символ данного элемента;  $Z$  - зарядовое число ядра, равно числу протонов в ядре, совпадает с порядковым номером химического элемента в Периодической системе;  $A$  - массовое число, равное числу нуклонов в ядре (сумме протонов  $z$  и нейтронов  $N$ ).

Заряд ядра  $+Ze$ , поскольку атом нейтрален, заряд ядра определяет и число электронов в атоме.

В ядерной физике различают:

## Концепции современного естествознания

- ❖ Изотопы – ядра с одинаковым  $Z$ , но разным  $A$ .
- ❖ Изобары – ядра с одинаковым  $A$ , но разным  $Z$ .
- ❖ Изотоны – ядра с одинаковым числом нейтронов.

*Энергия связи ядра* – энергия, которую надо затратить, чтобы расщепить ядро на отдельные нуклоны:

$$W_{св} = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_я]c^2,$$

где  $m_p, m_n, m_я$  – соответственно массы протона, нейтрона и ядра;  $c$  – скорость света в вакууме. Нетрудно заметить роль специальной теории относительности в обосновании формулы для энергии связи.

Удельная энергия связи – энергия связи, отнесенная к одному нуклону:

$$\delta W_{св} = W_{св} / A,$$

где  $A$  – массовое число.

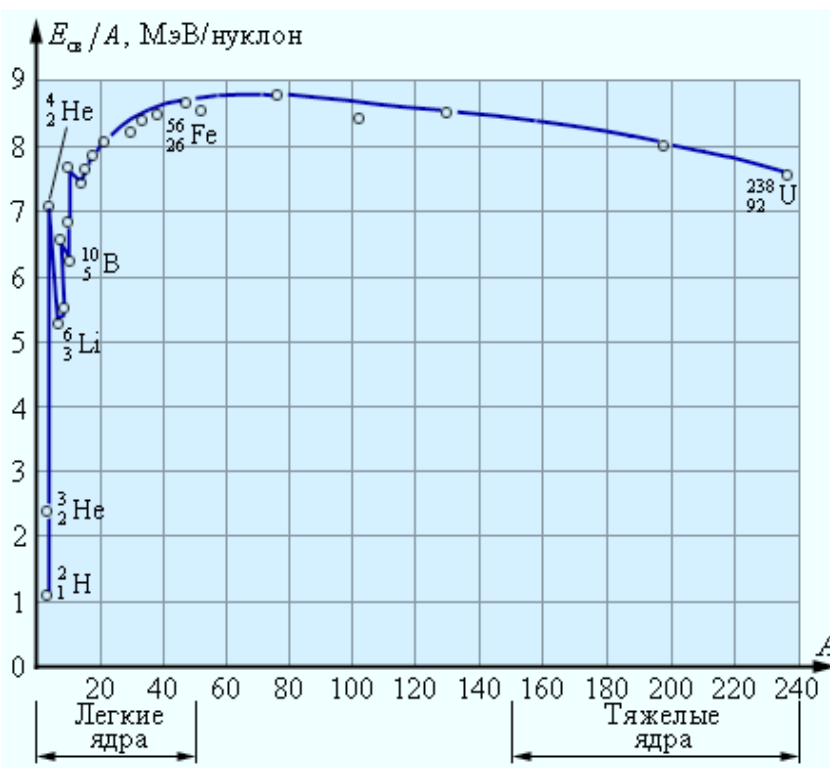


Рис. 5.1 Зависимость удельной энергии связи  $W_{св} / A$  нуклонов в ядре от массового числа  $A$ .

Зависимость удельной энергии связи от массового числа имеет характерный максимум в области значений  $A \sim 60$  (см. рис. 5.1), т.е. около ядер железа ( $A = 57$ ). Такая зависимость связана с конкуренцией электростатического отталкивания протонов в ядре и ядерных сил притяжения нуклонов друг к другу. Итак, в энергию связи ядер включаются два вида фундаментальных взаимодействий: электромагнитное и сильное. В легких ядрах преобладают силы кулоновского отталкивания. При увеличении массы ядра все больше проявляют себя силы притяжения. Однако эти силы короткодействующие, поэтому, когда ядро становится большим, притяжение нуклонов, которое распространяется только на соседние частицы, опять оказывается не в состоянии противостоять силам электростатического отталкивания. В результате энергия связи снова уменьшается. Энергетически выгодно:

1. деление тяжелых ядер на более легкие;
2. слияние легких ядер друг с другом в более тяжелые ядра.

Таким образом, зависимость удельной энергии связи от массового числа объясняет принципиальную возможность получить энергию в ядерных реакциях деления и синтеза.

Различают *три модели ядра*:

- *Капельная* (1936 г., Н. Бор, Я.И. Френкель).

Первая модель ядра. Основана на аналогии между поведением нуклонов в ядре и поведением молекул в капле жидкости.

- *Оболочечная* (1949-1950 гг., М. Гепперт-Майер, Х. Иенсен).

Предлагает распределение нуклонов в ядре по дискретным энергетическим уровням (оболочкам), заполняемых нуклонами согласно принципу Паули и связывает устойчивость ядер с заполнением этих уровней. Считается, что ядра с полностью заполненными оболочками являются наиболее устойчивыми. Такие особо устойчивые (магические) ядра действительно существуют.

- *Обобщенная*.

Синтез капельной и оболочечной моделей.

Особая роль в ядерной физике принадлежит ядерным реакциям, через которые реализуется ядерная энергетика на Земле и в Космосе, а также синтез и превращение химических элементов в звездах.

Ядерные реакции – это превращение атомных ядер при взаимодействии с элементарными частицами ( в том числе и с  $\gamma$ -



квантами) или друг с другом.

Символическая запись:



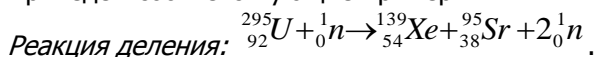
Роль частиц  $a$  и  $b$  чаще выполняют нейтрон  $n$ , протон  $p$ , дейтрон  $d$ ,  $\alpha$ -частица и  $\gamma$ -квант.

Частицы, рождающиеся в результате ядерной реакции, могут быть не только  $b$  и  $Y$ , но вместе с ними и другие  $b'$  и  $Y'$ . В этом случае говорят, что ядерная реакция имеет несколько каналов, причем, исходя из концепций квантовой механики, различным каналам соответствуют различные вероятности. При анализе ядерных реакций используется своеобразный синтез идей, принципов и законов современной физики, в частности, фундаментальный принцип симметрии, обуславливающий законы сохранения зарядовых и массовых чисел, специальную теорию относительности, позволяющую оценить энергетику ядерных реакций, и естественно, концепции квантовой механики и законы квантовой электродинамики.

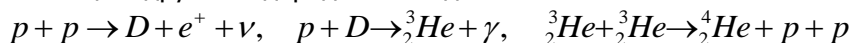
Выделяют экзотермические (с выделением тепла) и эндотермические (с поглощением тепла) ядерные реакции.

Особое значение в энергетике земной и космической имеют цепные реакции деления и термоядерные реакции.

Приведем соответствующие примеры.



*Реакция синтеза ядер* (термоядерные реакции), происходящие на Солнце и других водородных звездах:



где  $D$  - дейтерий ( ${}_1^2H$ ).

Соответствующий протонный цикл становится возможным только при температуре 107К, которая достигается за счет гравитационного сжатия.

Обратим внимание, что первая из термоядерных реакций на Солнце с образованием пары позитрон + нейтрино представляет собой пример слабого взаимодействия. Итак, в главном источнике нашей жизненной световой энергии на Солнце фактически взаимодействуют все четыре вида фундаментальных взаимодействий.

## ЛЕКЦИЯ 5. ПОРЯДОК И БЕСПОРЯДОК В ПРИРОДЕ

### 5.1. Динамические и статистические закономерности (теории) в познании природы.

Терминологические определения порядка и хаоса мы привели в лекции №3 (3.4). Дадим на их основе определение беспорядку.

*Беспорядок* – состояние, промежуточное между порядком и хаосом, в котором развивается «склероз» в «запоминаемости» определенных конфигураций и (или) хаотизация согласованных (устойчивых) направленных движений, т.е. беспорядок обычно связывают с наличием направленных процессов, хотя и хаотического характера, от порядка к хаосу. Важно помнить о возможности направленных процессов от хаоса к порядку (упорядочивание, самоорганизация состояния, как системы).

При этом промежуточное состояние можно также характеризовать как беспорядок, но с направленным движением от хаоса к порядку.

Естественно, что порядок и беспорядок в природе предопределили динамические и статистические закономерности (теории) в познании природы.

*Динамическими закономерностями* (или теориями) называются закономерности (или теории), в которых однозначно связаны физические (естественнонаучные) величины, выражаемые количественно.

Динамические закономерности многие ученые долго связывали с объективностью истины в науке.

*Статистическими закономерностями* (или теориями) называются закономерности (или теории), в которых однозначно связаны только вероятности определенных значений тех или иных физических (естественнонаучных) величин, связи между самими этими величинами неоднозначны.

Два способа описания природы ярко проявляются уже на макроуровне в общем естествознании. Стремление к порядку и детерминированному упорядочиванию классического состояния объектов обеспечило доминирование в классике фундаментальных теорий динамического характера. К их числу относятся классическая механика Ньютона, электродинамика Максвелла, механика сплошных сред, феноменологическая термодинамика, специальная и общая теории относительности.

Абсолютизация динамических закономерностей была характерной не только для физики, но и для других естественных наук и случайному, как объективной категории, не было места в классической стратегии естественнонаучного мышления.

Однако необратимость многих природных процессов и прежде всего тепловых процессов явно нарушила универсальный характер динамических закономерностей в природе.

Максвелл указал на принципиальное отличие механики отдельной частицы от механики большой совокупности частиц, подчеркнув, что большие системы характеризуются параметрами (давление, температура и др.), не применимыми к отдельной частице. Так он положил начало новой науке – статистической механике. На основе статистического подхода удалось совместить обратимость отдельных механических явлений (движений отдельных молекул) и необратимый характер движения их совокупности (рост энтропии в замкнутой системе).

В дальнейшем оказалось, что идеи хаоса характерны не только для тепловых явлений, а более фундаментальны. Планк, изучая хаотичность теплового излучения, связанную с дискретностью, нашел выход в введении кванта энергии, который должен был примирить прежние и новые представления, но на самом деле сокрушил классическую физику. Интерес к невозможности однозначных предсказаний возник в связи с появлением принципиально иных статистических законов движения микрообъектов, составляющую квантовую механику.

При этом, как мы отмечали выше, квантовое микросостояние вводится не только для системы тождественных микрочастиц, но и для одной микрочастицы.

Именно квантовая физика придала статистическим закономерностям (теориям) особую эпистемологическую фундаментальность в неклассическом и постнеклассическом естествознании.

## **5.2. Основные характеристики (макропараметры) равновесного теплового макросостояния и его термодинамическое и статистическое описание.**

Квантовая физика, введя понятие микросостояния с включением в него как объекта (микрочастица или система микрочастиц), так и окружения, способствовала рассмотрению теплового равновесия как макросостояния.

Внешнее окружение макрообъектов в условиях теплового

равновесия принято называть термостатом. Предполагается, что число частиц в термостате всегда на много порядков больше, чем число частиц в рассматриваемом макрообъекте, как, например, в озере по сравнению с брошенным в него камнем. В крайнем случае, в термостат можно включить мегасистемы и даже Вселенную, т.е. расширить макросостояние до мегасостояния. Обычно свойства термостата предполагаются неизменными и подробно не описываются.

Что касается макрообъекта, то его состояние задается совокупностью макропараметров. Некоторые из них относятся к характеристикам макрообъекта самого по себе. Это внутренняя энергия  $W_{вн.}$ , число частиц  $N$ , объем  $V$ , масса  $m$  и т.п. Такие характеристики называют экстенсивными, так как они в равной мере имеют смысл, как для микро, так и макрообъектов.

В то же время в тепловом равновесии на опыте встречаются макропараметры иного рода. Их называют *интенсивными*, и они отличаются тем, что имеют смысл как для макрообъекта, так и термостата. Именно они задают условие теплового равновесия при определенных контактах между макрообъектом и термостатом (см. схему 35). Это температура  $T$ , давление  $P$  и химический потенциал  $\mu$ .

Схема 35. Условия теплового равновесия для определенных видов контактов между макрообъектом и термостатом

<p><i>Механический контакт</i></p> <p>Равенство давлений: <math>p_1 = p_2</math>; <math>dA = pdV</math>; <math>p = \frac{dF_n}{dS}</math>.</p>
<p><i>Тепловой (энергетический) контакт.</i></p> <p>Равенство температур <math>T_1 = T_2 = T_{приб.}</math>.</p>
<p><i>Корпускулярный (диффузионный) контакт.</i></p> <p>Равенство химических потенциалов: <math>\mu_1 = \mu_2</math>, где химический потенциал <math>\mu</math> характеризует среднюю энергию, передаваемую одной частицей через границу между макрообъектом и термостатом.</p>

При этом очень часто выделяют тепловой (энергетический) контакт, в котором в отличие от механического контакта изменение энергии происходит на микроуровне без изменения объема макрообъекта, изменения массы вещества в целом и т.п. Такой

контакт считают определяющим в равновесной термодинамике, а температуру придают универсальный смысл функции термодинамического макросостояния. В феноменологической термодинамике имеют дело только с макроскопическими величинами, что при условии пренебрежения флуктуациями температуры и энергии и делает феноменологическую термодинамику динамической теорией.

Для наглядности представим основные законы (начала) равновесной термодинамики в схеме 36.

Схема 36. Основные начала равновесной термодинамики

*Нулевое начало термодинамики.*

Если два макрообъекта А и В находятся порознь в термодинамическом равновесии с макрообъектом С и термостатом, то они находятся в термодинамическом равновесии друг с другом. Мерой термодинамического равновесия является температура  $T$ , которая одновременно является и функцией состояния.

*Первое начало термодинамики.*

Про равновесный переход системы между двумя макросостояниями изменение внутренней энергии не зависит от вида процесса, посредством которого произведен этот переход:

$$dW_{\text{вн}} = \delta Q - \delta A$$

*Второе начало термодинамики.*

Во всех изолированных (закрытых) системах энтропия никогда не убывает, она либо остается постоянной, либо возрастает:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \geq 0$$

*Третье начало термодинамики (теорема Нернста).*

При стремлении температуры макрообъекта к нулю его энтропия также стремиться к нулю независимо от значений внешних параметров:

$$\frac{S}{T} \rightarrow 0$$

Из нулевого начала термодинамики следуют важнейшие свойства температуры как характеристики макросостояния

в тепловом равновесии, подтвержденные многочисленными опытами. Перечислим эти *свойства температуры*:

- ❖ понятие температуры имеет смысл для макрообъектов и к отдельным микрочастицам непосредственно не применимо;
- ❖ оно имеет четкий смысл только в тепловом равновесии и вблизи него;
- ❖ в тепловом равновесии макрообъекты различной физической природы, погруженные в один и тот же термостат, имеют одинаковую температуру;

Как следует из опыта, при тепловом равновесии между макропараметрами – характеристиками макрообъекта и его макросостоянием – устанавливаются устойчивые взаимосвязи. Они описываются уравнениями состояния. Простейший пример уравнение Клапейрона-Менделеева для модели идеального газа:

$$pV = \frac{m}{M} RT,$$

которому приписывается динамический характер.

При равновесных (обратимых) процессах энтропия не меняется и, следовательно, уравнения термодинамических процессов, в частности, изопроцессов, а также начала (законы) феноменологической термодинамики представляют динамические закономерности, несмотря на статистический характер макропараметров и самого термодинамического макросостояния.

Первое начало термодинамики является универсальным законом сохранения энергии при равновесных тепловых процессах с указанием двух способов изменения внутренней энергии путем механической работы и теплообмена (теплопередачи энергии).

При этом возникает принципиальное различие двух способов изменения внутренней энергии на микроуровне. Механическая энергия изменяет энергию каждой микрочастицы и тем самым на ту же самую величину энергию каждой группы микрочастиц при неизменной численности групп, например, групп молекул газа. Теплообмен (теплопередача внутренней энергии) от одного макрообъекта другому связана с перераспределением микрочастиц по группам с фиксированной средней энергией, в частности, с увеличением средней численности групп молекул газа с высокой энергией.

Итак, передача энергии в форме работы – это приобретение упорядоченной, качественной энергии детерминированного движения.

Передача энергии в форме теплоты – это приобретение хаотической, некачественной энергии стохастического

движения.

Указанное обстоятельство, как показывает опыт, непременно сказывается на возможности дальнейшего использования энергии макрообъекта и находит свое выражение еще в одном законе сохранения в равновесных макропроцессах. Величиной, сохраняющейся наряду с энергией в равновесных макропроцессах, является энтропия. Энтропия  $S$  является важнейшим макропараметром, характеризующим макросостояние и не имеющим аналогов в механике.

Энтропия взаимосвязана с передачей энергии в форме теплоты. По определению Клаузиуса, энтропией называется такая физическая величина, приращение которой на  $\Delta S$  равно количеству тепла  $\Delta Q$ , полученному системой, деленному на абсолютную тем-

пературу, 
$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$
. Изменение энергии макрообъекта в равновесном макропроцессе определяется формулой  $dW = TdS - PdV$ , называемой основным термодинамическим равенством. При этом энтропия  $S$  характеризует степень неупорядоченности макрообъекта.

Второе начало термодинамики указывает на необратимость тепловых процессов во всех изолированных (закрытых) системах, взаимосвязанную с принципом возрастания энтропии, т.е. меры приобретения хаотической, некачественной энергии стохастического движения.

Итак, все тепловые процессы в природе необратимы, т.е. задают в случае закрытых систем направленность («стрелу времени») от порядка к хаосу. Возникает парадокс: с одной стороны, равновесное тепловое макросостояние описывается динамическими закономерностями (упорядоченными взаимосвязями) макропараметров, а с другой стороны обладает высокой степенью хаотичности, что произвольно приводит и к статистическим законам равновесного теплового макросостояния, связанным с тем, что каждый макрообъект состоит из известных микрообъектов – атомов, молекул, электронов и атомных ядер.

Первым обратил на это внимание Л. Больцман, задав в 1872г. статистический смысл энтропии (см. схему 37).

Интересно, что и классическая модель хаоса – броуновское движение – так же характерна для равновесного теплового макросостояния. При этом в идеальном газе в роли броуновской частицы

может выступать не только «инородный» макроскопический объект, но и любая молекула газа. В 1905 г. А. Эйнштейн и М. Смолуховский дали последовательное объяснение броуновского движения на основе молекулярно-кинетической теории и модели случайных блужданий в результате случайных воздействий и вывели формулу для среднего радиуса «миграции» броуновской частицы (см. схему 37).

Задачу же выражения макропараметров макросостояния через вероятностные распределения микрочастиц по энергиям, решил в 1902 г., хотя и частично, знаменитый американский физик Дж. Гиббс, введя в основное термодинамическое равенство для изменения энергии свое распределение (см. схему 37):

$$\Delta W_{\text{вн}} = \sum_i W_i \Delta \omega_G + \sum_i (\Delta W) \omega_G$$

где  $\omega_G$  - распределение Гиббса, имеющее смысл вероятности того, что микрочастица входит в состав групп с энергией  $W_i$  в условиях теплового равновесия, характеризуемого температурой термостата  $T$ . Интересно, что, используя каноническое распределение Гиббса и понятие энтропии, можно вывести как классические, так и квантовые статистики.

Для наглядности представим статистические законы макросостояния в схеме 37.

Схема 37. Статистические законы макросостояния и их физический смысл.

$\langle \Delta r \rangle \sim D\sqrt{t}$	Средний радиус «миграции» броуновской частицы пропорционален корню квадратному из времени «миграции»
$S = k_B \ln P$	Энтропия макросостояния пропорциональна числу микросостояний, с помощью которых реализуется данное макросостояние (термодинамической вероятности или статистическому весу макросостояния). Энтропия выступает в качестве меры беспорядка.
$\omega_i = A_i e^{-\frac{W_i}{k_B T}}$	Вероятность распределения микросостояний по группам с различ-



	ной энергией (распределение Гиббса).
$\frac{dN}{NdV} = \left(\frac{m}{2\pi k_B T}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}} 4\pi V^2$	Распределение молекул газа по абсолютным значениям их скоростей (распределение Максвелла). Определяет характерные скорости молекул агрегатных состояний вещества.
$n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}; \quad p = p_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$	Распределение молекул газа по высоте в однородном поле тяжести (распределение Больцмана). Распределение давления газа атмосферы по высоте в однородном поле тяжести в условиях теплового равновесия (барометрическая формула). Играет важную роль при нахождении в горах

### 5.3. Элементы неравновесной термодинамики диссипативных систем. Закономерности самоорганизации в природе.

Изучение реальных процессов, в частности, явлений переноса, потребовало создание линейной неравновесной термодинамики, а затем и термодинамики систем вдали от равновесия. В линейной неравновесной термодинамике исследованы и обобщены многие неравновесные процессы природы и, в первую очередь, диффузия, теплопроводность, вязкость, электропроводность.

В этой теории отклонения от равновесия считаются малыми и соответствующие уравнения потоков: теплового, диффузионного, вязкого потока импульса, электрического тока и скорости химической реакции от градиентов (термодинамических сил) соответственно температуры, концентрации, скорости, электростатического потенциала и химического сродства реакции, оказываются линейными. Однако и это приближение значительно ограничивает возможности адекватного термодинамического анализа многих природных макропроцессов.

Поэтому дальнейшее развитие термодинамики было направлено на построение теории необратимых процессов в условиях, далеких от равновесных, когда необходимо использовать нелинейные уравнения. При этом оформился принципиальный вывод о том,

что неравновесные состояния и необратимые процессы могут быть источником упорядоченности. Это послужило отправной точкой для развития современной неравновесной термодинамики систем, находящихся вдали от состояния равновесия.

В природе существует множество примеров возникновения порядка в первоначально беспорядочно хаотических системах. Наиболее явно и наглядно подобные явления демонстрирует живая природа. Однако и в неживой природе немало процессов, которые протекают в направлении от беспорядка к порядку. Например, образование высокосимметричной структуры снежинок из бесструктурного водяного пара, вихревые структуры воды при ускорении течения в области сужения русла, автоколебания (звуковые, электрические, оптические, в том числе лазерные). Естественно, процессы самоорганизации проявляются в рамках всех структурных уровней материи. Так, в мегамире они привели к образованию структур в виде звезд, туманностей, галактик и т.п.

Это обусловило объединение неравновесной термодинамики диссипативных структур И. Пригожина, нелинейной динамики и кооперативных явлений в одной междисциплинарной науке – синергетике. Синергетика – область научных исследований коллективного поведения частей сложных систем, связанных с неустойчивостями и касающихся процессов самоорганизации. Синергетика является теорией самоорганизации систем различной природы.

Сам термин синергетика предложен немецким математиком Г. Хакеном (1973) и по его предложению обозначает «коллективное действие» и акцентирует внимание на кооперативности взаимодействия частей при образовании структуры как единого целого. Декларирует идею сотрудничества различных дисциплин (наук) в рамках совершающего в естествознании и в общем научном познании глобального коэволюционного синтеза. вводит «параметры порядка и кооперативного взаимодействия системы и окружения.

В неравновесной термодинамике диссипативных структур особую роль сыграл принцип производства минимума энтропии Пригожина-Глендсдорфа, согласно которому в случае открытых систем возможно в принципе, как возрастание, так и убывание, так и сохранение энтропии:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{внутр}} + \Delta S_{\text{внешн}} > 0, \text{ или } = 0, \text{ или } > 0, \text{ то}$$

есть взаимопроникновение порядка и хаоса. Условие  $\Delta S < 0$  означает усложнение и рост системы. Изменение энтропии при этом со-

ответствует соотношению  $\Delta S < \Delta S_{\text{внутр}}$ . Соотношение показывает,

что энтропия, обусловленная необратимыми процессами внутри системы, выносится в окружающую среду. Диссипативная структура – одно из основных понятий теории структур И. Пригожина. Система в целом может быть неравновесной, но уже определенным образом упорядоченной, организованной, за счет диссипации (dissipation – разгонять, рассеивать свободную энергию) и потока внешней энергии. Такие системы И. Пригожин назвал диссипативными структурами. Неустойчивость и неравновесность определяют развитие систем, т.е. последние непрерывно флуктуируют. В особой точке бифуркации (критическое состояние) флуктуации достигают такой силы, что организация системы разрушается. Разрешением кризисной ситуации является быстрый переход диссипативной системы на новый более высокий уровень упорядоченности, который и получил название диссипативной структуры.

Эволюция большинства систем носит нелинейный характер, т.е. для такого типа систем всегда существует несколько возможных вариантов развития. Возникновение структур нарастающей сложности в рамках нелинейной динамики не случайность, а закономерность. Необратимость, неравновесность, неопределенность, случайность и нелинейность встроены в механизм эволюции. Окружающую среду в механизме эволюции не следует рассматривать просто как «термостат», имеет место совместная эволюция (коэволюция) системы и окружающей среды.

## ЛЕКЦИЯ 6. ХИМИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ПОЗНАНИЯ МИРА

### **6.1. Химия в контексте интеллектуальной культуры. Структурные уровни организации материи в рамках современной химии. Химические системы**

Исходя из структурной организации материи в вещественной форме, достаточно трудно, по мнению Л.И. Мандельштама, отделить предмет химии от физики. Однако попытки последовательно вывести предсказания химии на основе только физических законов, описывающих поведение микрочастиц, часто терпят неудачу. Это обусловлено определённым различием структурно-теоретических моделей классической химии и современной физики, хотя концепция моделирования и является общей для всего естествознания.

Таким образом, химический срез естественнонаучной картины мира объективно существует, ибо превращения веществ происходят и в космосе, и в горных породах, и в океане, и в атмосфере, и в почве, и в живых организмах, т.е. на всех структурных уровнях материи, не говоря уже о многочисленных химических производствах, созданных человеком. Это центральное положение химии в концепции вещества, определяющее пересечение химии не только с физикой, но и с науками о Земле и биологией, задаёт особое место химии и в контексте интеллектуальной культуры. Создание комфортных условий существования человеческой цивилизации тесно взаимосвязано как с энергетическими ресурсами и, прежде всего, с возобновляемыми источниками энергии, так и с получением новых веществ, не нарушающих экологическую безопасность биосферы и существования семейства людей. Отсюда вытекает главная задача химии - получение веществ с заданными свойствами и управление этими свойствами веществ в процессе их превращения. Выделение «химических кирпичиков» вещества носит в значительной степени относительный характер с опорой прежде всего на классическую химию, хотя в основных моделях современной химии мы выделяем и неклассическую электронную модель, и эволюционную модель саморазвития элементарных каталитических процессов.

Мы дадим определение химии, опираясь на распределение

## Концепции современного естествознания

моделей химии по четырём концептуально-конструктивным уровням (см. схему 38), и в дальнейшем изложении рассмотрим каждый раздел (концептуально-конструктивный уровень) химии более детально, как в историческом плане развития химии, так и с точки зрения классики, неоклассики и постнеоклассики истории естествознания.

Схема 38. Становление четырёх концептуально-конструктивных уровней химии.

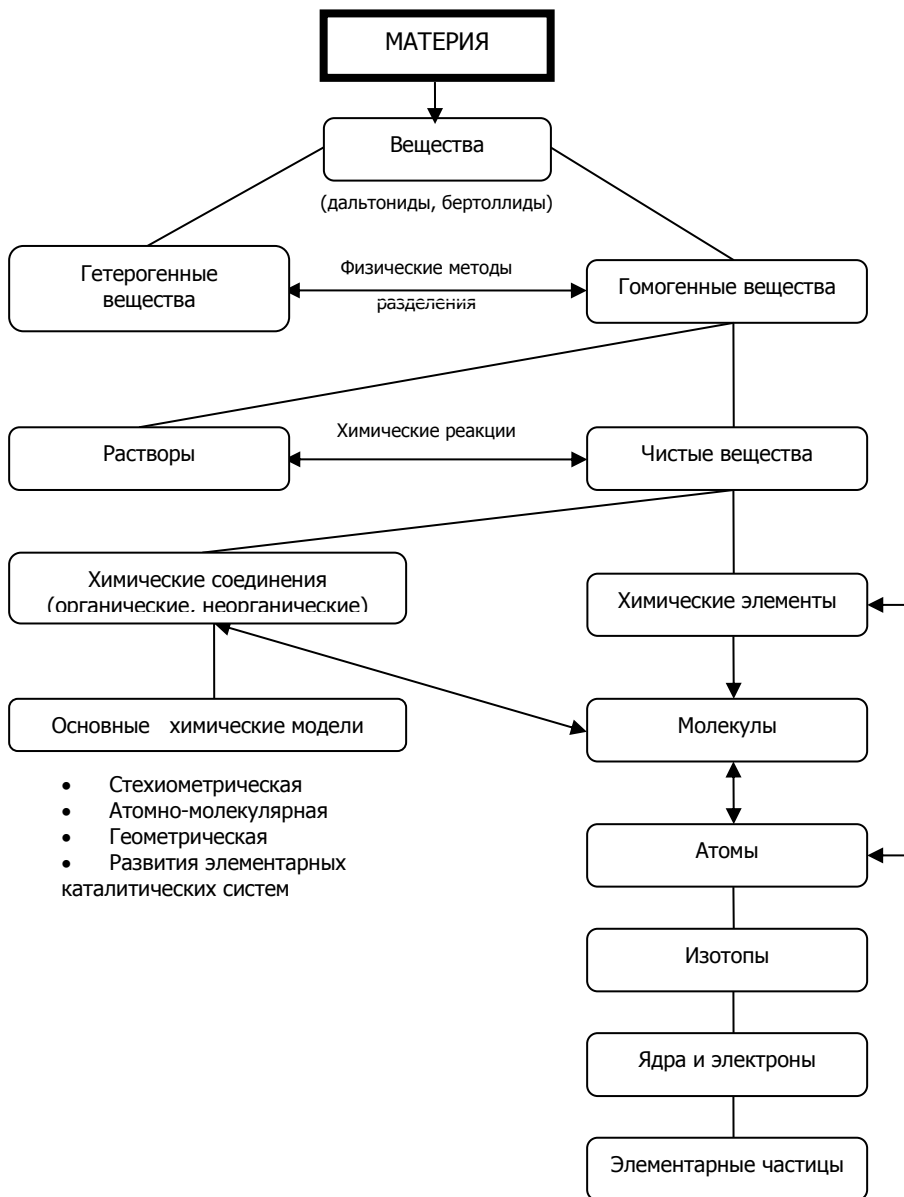


Итак, современная химия – это наука о химических моделях вещества; химических элементах и соединениях, их составе и структуре, о химических процессах и химической эволюции природных систем.

Вполне очевидно, что мы можем рассматривать химию Вселенной как в рамках мегамира, так и в рамках макромира, и микромира.

При таком подходе можно выделить следующие уровни материи в рамках современной химии (см. схему 39).

Схема 39. Структурные уровни организации материи в рамках современной химии



## Концепции современного естествознания

Для наглядности приведём понятийные определения химических систем (см. схему 40) в рамках концепции целостности и единства реагентов и продуктов реакции.

Схема 40. Химические системы.

<p><i>Атом</i> – электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц, состоящая из ядра (образованного протонами и нейтронами) и электронов.</p>
<p><i>Молекула</i> – электронейтральная наименьшая совокупность атомов, образующих определённую структуру посредством химических связей.</p>
<p><i>Химический элемент</i> – совокупность атомов (изотопов) с одинаковым зарядом <math>Z</math> ядра.</p>
<p><i>Химическое соединение.</i> Вещество, которое состоит из атомов в определенном отношении и объединённых определённой химической связью, является химическим соединением. Химические соединения подразделяют на неорганические – соединения всех элементов периодической системы, и органические – соединения углерода и некоторых других элементов, в которых атомы углерода соединены между собой в цепи.</p>
<p><i>Дальтони́ды</i> - вещества постоянного состава.</p>
<p><i>Бертоллиды</i> - вещества переменного состава.</p>
<p><i>Мономер</i> - вещество, молекулы которого способны реагировать между собой или с молекулами других веществ, образуя полимер.</p>
<p><i>Полимер</i> - вещества, молекулы (макромолекулы) которых состоят из большого числа звеньев. Полимеризация – процесс или синтез получения полимеров.</p>
<p><i>Химическая формула.</i> Отражает состав, (структуру) вещества в виде химического соединения. Молекулярная формула указывает число атомов химического элемента в молекуле. Структурная (графическая) формула отражает порядок соединения атомов в молекуле и число связей между атомами.</p>
<p><i>Химическая реакция</i> - превращение веществ, сопровождающееся изменением их состава и (или) строения. Записывается схематически с помощью формул реагентов и продуктов реакции.</p>
<p><i>Реакционная способность элемента</i> - это активность в химических реакциях, которая определяется количеством электронов на внешних оболочках атома.</p>

Рассмотрим фрагментарно основные концептуально-конструктивные уровни (разделы) современной химии, в рамках которых мы более детально раскроем и структурные уровни организации материи в химии.

## 6.2. Структурно-концептуальные разделы современной химии

Химические явления протекают в системах, плохо обусловленных: в них действует одновременно множество сложным образом изменяющихся факторов. Указанное обстоятельство привело к тому, что в химической теории выработано множество частных моделей, применимость которых ограничена узкими рамками конкретных условий проведения реакций. Это создает в целом пёструю, фрагментарную картину теоретической химии.

Однако, существует возможность краткого анализа основных химических моделей в рамках четырех структурно-концептуальных разделов современной химии, а именно: учения о составе, структурной химии, учения о химических процессах и эволюционной химии.

### 6.2.1. Учение о составе вещества

Учение о составе включает в себя проблемы химического элемента и химического соединения. Первая модель «химического элемента» была введена в XVII в. Р. Бойлем, как предельного «простого тела», получаемого при химическом разложении веществ, переходящего без изменения из состава одного сложного тела в состав другого. Однако само открытие химических элементов произошло значительно позже (фосфор был открыт только в 1669 г., кобальт – в 1735 г., никель – в 1751 г., водород – в 1766 г., фтор – в 1771 г., азот и кислород – в 1772 г. и т.д.).

А.А Лавуазье (в конце XVIII в.) сделал первую попытку в истории химии систематизации химических элементов и соединений.

Д.И. Менделеев открыл периодический закон и разработал Периодическую систему химических элементов (1889 г.). Он исходил из того, что основной характеристикой химических элементов являются их атомные массы. Дальнейшие уточнения показали, что место химического элемента в Периодической системе определяется не атомной массой, а зарядом атомного ядра. В этой связи



можно утверждать, что химический элемент – это совокупность атомов (изотопов), обладающих одинаковым зарядом ядра. Каждый химический элемент имеет определённую массу, представляющую собой среднее значение масс всех его изотопов. Изотопы, с точки зрения радиационной химии – разновидности атомов данного химического элемента, обладающие одинаковым зарядом ядра, но различающиеся массой. Во времена Д.И. Менделеева было известно 62 химических элемента, сейчас – более 114.

Периодический закон формулируется следующим образом: химические свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома (порядкового номера). Исключение – изотопы водорода: протий, тритий, дейтерий, обладающие различными химическими свойствами.

В периодической системе (см. Приложение I) по горизонтали имеется семь периодов (обозначены арабскими цифрами), из них первый, второй и третий называются малыми, а остальные – большими. Каждый период за исключением первого начинается щелочным металлом и заканчивается благородным газом (седьмой период – незаконченный). В системе 10 рядов (обозначены римскими цифрами). Каждый малый период состоит из одного ряда, каждый большой – из двух рядов: четного (верхнего) и нечетного (нижнего). В четных рядах больших периодов находятся металлы. По вертикали расположено восемь групп (обозначены римскими цифрами). Номер группы связан со степенью окисления элементов, проявляемой ими в соединениях. Каждая группа делится на две подгруппы, причем главную подгруппу начинает элемент малого периода или первый элемент группы. В побочную группу входят элементы только больших периодов. VIII группа отличается от остальных: кроме главной подгруппы гелия она содержит побочную подгруппу, состоящую из триад железа, рутения осмия.

В настоящее время раскрыт физико-химический смысл периодического закона, и дано квантово-механическое объяснение строения атомов химических элементов на основе понятия электронной оболочки квантовых чисел и принципа Паули (см. схемы 32, 33 в лекции 4).

Все свойства элементов таблицы Д.И. Менделеева объясняются порядком заполнения электронами энергетических уровней (оболочек), отличающихся главным квантовым числом  $n$ , и подуровней (подоболочек), отличающихся азимутальным квантовым числом  $l$ , атомов. Различные состояния в подоболочке отличаются

значениями магнитных и спинновых квантовых чисел. Подоболочки обозначаются обычно в виде  $1s; 2s, 2p; 3s, 3p, 3d; \dots$ . Каждый период начинается элементом, в атоме которого на внешней электронной оболочке находится  $s$ -электрон. Завершаются периоды благородными газами, атомы которых имеют полностью заполненную внешнюю оболочку. Номер группы, как правило, указывает число электронов, которые могут участвовать в образовании химических связей.

В начале XIX в. Ж. Пруст сформулировал закон постоянства состава: любое индивидуальное химическое соединение обладает строго определённым неизменным составом, прочным притяжением составных частей (атомов) и тем отличается от смесей. Теоретически закон постоянства состава обосновал Д. Дальтон. Возникла модель веществ постоянного состава – дальтонида. На основе идеи об атомистическом строении вещества он утверждал, что химические соединения состоят из атомов двух или нескольких элементов, образующих определённые (он считал кратные) сочетания друг с другом. Возникла стехиометрическая модель химических соединений, а затем и типологии молекул.

К.Л. Бертолле, внёсший совместно с А.А. Лавуазье значительный вклад в номенклатуру химических соединений, считал, что в химии огромная роль принадлежит веществам переменного состава – бертоллидам. С конца XIX в. возобновились исследования, подвергающие сомнению абсолютизацию закона постоянства состава. Результаты исследований показали, что суть проблемы химических соединений состоит не столько в постоянстве состава, сколько в природе химических связей, объединяющих атомы в единую квантово-механическую систему – молекулу. Молекула представляет собой электронейтральную наименьшую совокупность атомов, образующих определённую структуру посредством химических связей.

В результате открытия физической природы химизма, как обменного взаимодействия электронов, химия по-новому стала решать проблему химического соединения, которое определяется как качественно определённое вещество, состоящее из одного или нескольких химических элементов, атомы которых за счёт химической связи объединены в химическое соединение, неорганическое или органическое, мономеры или полимеры. В настоящее время все химические модели используют квантовую химию и квантовую электродинамику.

В рамках современной квантовой электронной модели химии можно дать и краткую характеристику основным типам химических

связей (см. схему 41).

Схема 41. Характерные особенности основных типов химических связей.

Тип связи	Характерные особенности
Ковалентная связь	Взаимодействие между атомами обусловлено тем, что два электрона принадлежат сразу двум атомам. В обобщенных парах электронов важную роль начинает играть обменная энергия, которая является существенно квантовой и зависит от обменной плотности зарядов $\rho_{12}(r)$ . Связь очень сильная; около 10 эВ/молек.
Ионная связь	Возникает в результате электрического взаимодействия между противоположно заряженными ионами, которые образуются в результате отдачи одним атомом другому одного или нескольких электронов. Связь сильная: около 8 Эв/молек.
Металлическая связь	Эту связь образуют элементы, атомы которых на верхнем уровне имеют мало электронов по сравнению с общим числом внешних энергетически близких орбиталей, а валентные электроны из-за небольшой энергии ионизации образуют «электронный газ» и свободно перемещаются по всему кристаллу, т.е. связь несильная, например, натрия имеет энергию связи 1,1 эВ/молек. Однако во многих металлах наряду с металлической связью действует и ковалентная связь. т. е. становится сравнимой с 10 эВ/молек.
Водородная связь	Образуется благодаря электрическому взаимодействию атома водорода с другими атомами, обладающими значительной электроотрицательностью. Определяет геометрическую структуру белковых молекул, и является существенной в молекулярной генетике, открывая отчасти возможность спаривания двух спиралей ДНК. Слабее ковалентной, ионной и металлической связей, но сильнее молекулярной Ван-дер-Ваальсовой связи.

	Например, энергия связи льда составляет около 0,5 эВ/молек.
Ван-дер-ваальсовая связь	Силы взаимодействия между молекулами определяются наличием у молекул природных или индуцированных электрических моментов. Из всех типов связи молекулярная связь самая слабая. Так, у метана энергия связи приблизительно равна 0,1 эВ/молек.

### 6.2.2. Структурная химия.

«Структурная химия» - термин условный. Речь идет об уровне развития химических знаний, при котором особую роль играет понятие «структура химического соединения», а также структура молекул.

Ф. Кекуле связал структуру молекул с понятием валентности элемента или числа единиц его сродства. На этой основе и возникли структурные формулы органической химии и появился термин «органический синтез».

В это время были синтезированы на основе простейших углеводов анилиновые красители. Затем были поучены новые вещества (лекарственные препараты, взрывчатые вещества и т.д.).

Определяющей идеей понятия химической структуры была теория химического строения А.М. Бутлерова (1861). Характерной, неклассической концепцией стало представление об изомерии и её взаимосвязи со структурой веществ и типологии молекул. Бутлеров первым чётко сформулировал определение химического строения как способа систематизации и структурирования химических связей в молекуле и в химических соединениях. Он же ввёл понятие энергоёмкости химических связей. Так с помощью структурной теории развивалась систематика органических соединений.

Важно было также введение Я. Вант-Гоффом (1874) стереохимических структурных моделей.

Современная структурная химия использует кооперативное

взаимодействие классических химических моделей вещества и типологии молекул (атомно-молекулярной, геометрической как в двумерном, так и в трехмерном виде, с неклассической электронной моделью) и опирается на взаимодействие классической и квантовой химии.

По современным представлениям, структура молекул – это пространственная и энергетическая упорядоченность квантовомеханической системы, состоящей из атомных ядер и электронов. Органические соединения – структурные образования из органических молекул. Главная роль в структуре органических соединений принадлежит углероду, который строит сложные циклические, ветвистые, линейные цепи, вовлекая в них и другие химические элементы, прежде всего – водород.

Структура неорганических соединений взаимосвязана с химией твердых и жидкокристаллических тел, пересекающейся с квантовой физикой. Структура задается квантовомеханическим взаимодействием атомов в неорганических молекулах, атомов химических элементов и (или) неорганических молекул в неорганических соединениях.

### 6.2.3. Проблемы учения о химических процессах.

Способность к взаимодействию различных реагентов определяется не только их атомно-молекулярной структурой, но и условиями протекания химических реакций. К условиям протекания химических процессов относятся термодинамические (характеризующие зависимость реакции от температуры, давления, энтропии и т.п.) и кинетические факторы.

Для наглядности основные законы и принципы учения о химических процессах, учитывающие отмеченные выше термодинамические и концентрационно-кинетические факторы, представим в табличной форме (см. схему 42).

Схема 42. Основные законы и принципы учения о химических процессах.

*Закон действующих масс.* Скорость химических реакций при постоянной температуре пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ:

$$V = K \cdot C_A^{n_a} \cdot C_B^{n_b}$$

*Правило Вант-Гоффа.* При повышении температуры на  $10^{\circ}$  скорость гомогенной реакции возрастает в  $\gamma$  раз:

$$\gamma = \frac{K_{T+10}}{K_T} \cong 2 \div 4$$

*Принцип Ле-Шателье.* Определяет подвижное равновесие. Химическим равновесием называется состояние, в котором скорость обратной реакции равна скорости прямой реакции.

*Закон Аррениуса.* Доля атомов (молекул), способных про-  
реагировать: 
$$N = N_0 \cdot e^{-\frac{W_{AKT}}{K_g T}}$$

Особое значение в учении о химических процессах приобрел закон С. Аррениуса. Закон сохранения энергии не позволяет всем реагентам (молекулам) соединиться друг с другом; существует некоторый энергетический барьер (определяемый количеством связей, порядком расположения атомов), только преодолев который, вещества вступают в реакцию. С. Аррениус доказал, что в реакцию могут вступать только те молекулы (реагенты), которые обладают избыточной энергией, т.е. активные молекулы. При обычной температуре их доля увеличивается в соответствии с правилом Вант-Гоффа.

В XX веке особую роль приобрела физическая химия цепных химических реакций: большинство реакций идет не прямо, а через промежуточные продукты, потому что при этом значительно понижается энергия активации. Она уменьшается особенно заметно, если атомы или соединения, входящие в промежуточные реакции, имеют свободные, ненасыщенные валентности. Такие атомы и соединения называются радикалами. Их обычно обозначают точкой над химическим символом. Академик Н.Н. Семенов открыл в 1926-1932гг класс цепных реакций, где взамен одной свободной валентности (радикала) получается несколько свободных валентностей (радикалов). В 1956г за эти работы ему была присуждена Нобелевская премия по химии. Особую роль в учении о химических процессах приобрел катализ, который позволил перебросить мостик от

## Концепции современного естествознания

классической к неклассической (квантовой) химии и эволюционной химии. Оказалось, что условия протекания химических процессов в современной химии становятся зависимыми не только от термодинамических (температуры, давления и т.п.), но и структурно-кинетических факторов: строения исходных реагентов; их концентрации; наличия в реакторе катализаторов (или ингибиторов) и других добавок; способов смешивания реагентов, материалов и конструкции реактора и т.п. Влияние такого типа факторов, воздействие которых зачастую носит неконтролируемый характер, может быть концептуально сведено к катализу.

В рамках концепции неконтролируемого воздействия в химии основные понятия катализа представим в табличном виде (см. схему 43). При этом химия все более учитывает вероятностный подход квантовой физики, а также законы и принципы как равновесной, так и неравновесной необратимой термодинамики.

Катализ определяет положительное воздействие на химический процесс, а ингибирование определяет сдерживающий процесс.

## Схема 43. Основные понятия (определения) катализа.

<p><i>Катализ</i> - ускорение химической реакции в присутствии веществ – катализаторов, которые взаимодействуют с реагентами, но в реакции не расходуются и не входят в состав конечного продукта.</p>
<p><i>Гомогенный катализ</i> - катализ, который происходит либо в газовой смеси, либо в растворе, в котором растворены как катализатор, так и реагенты.</p>
<p><i>Гетерогенный катализ</i> - катализ, при котором химическая реакция совершается в поверхностных слоях на границе раздела твердого тела, который обычно и выполняет роль катализатора, и газообразной или жидкой смеси реагентов.</p>
<p><i>Ферментный катализ</i> - катализ, в котором в качестве катализаторов используются ферменты, как природные, так и искусственные сложнейшие молекулярные системы - биологические катализаторы.</p>
<p><i>Автокатализ</i> - катализ, в котором в качестве катализатора выступают те или иные продукты химической реакции.</p>

*Катализ играет решающую роль в процессе перехода от химических систем к биологическим.*

### 6.2.4. Эволюционная химия.

Предметом эволюционной химии является самоорганизация предбиологических систем. Существует два подхода к проблеме самоорганизации предбиологических систем: субстратный и функциональный.

#### **Субстратный подход.**

Отличительная черта субстратного подхода состоит в исследовании вещественной основы биологических систем, т.е. определённого состава элементов – органогенов и определённой структуры входящих в живой организм химических соединений. Результатом субстратного подхода к проблеме биогенеза является накопленная информация об отборе химических элементов и структур.

Отбор химических элементов в процессе самоорганизации предбиологических систем внёс определённые закономерности в этот процесс:

Основу живых систем составляют только шесть элементов, получивших название органогенов: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, общая весовая доля которых в организме составляет более 97%. За ними следует 11 элементов, которые принимают участие в построении многих физиологически важных компонентов биосистем: натрий, калий, кальций, магний, железо, кремний, алюминий, хлор, медь, цинк, кобальт. Их весовая доля в организме - 1,6%. Есть ещё 20 элементов, участвующих в построении и функционировании отдельных узкоспецифических биосистем, доля которых составляет около 1%. Участие всех остальных элементов в построении биосистем практически не зафиксировано.

Картина химического мира свидетельствует об отборе элементов. В настоящее время насчитывается около 8 млн. химических соединений из них 96% - органические, состоящие из тех же 6 -18 элементов. Интересно, что природа создала всего около 300 тыс. неорганических соединений.

Геохимические условия не играют существенной роли в отборе химических элементов при формировании органических и биологических систем. Определяющим фактором в отборе химических элементов в данном случае выступают условия соответствия этих элементов определённым требованиям: а) способность образовывать прочные и энергоёмкие химические связи; б) эти связи должны быть лабильны, т. е. легко подвергающиеся гомолизу, гетеролизу или циклическому перераспределению. Вот почему углерод, обладающий этими свойствами, отобран из многих других элементов как органоген № 1.



### **Функциональный подход.**

Отличительная черта функционального подхода состоит в исследовании процессов самоорганизации предбиологических систем, выявлении законов, которым подчиняются такие процессы.

Саморазвитие, самоорганизация, самоусложнение происходят за счет естественного отбора активных каталитических центров и постоянного притока трансформируемой энергии. Поскольку источником энергии в основном является базисная реакция, то эволюционное преимущество получают каталитические системы, протекающие на основе экзотермических реакций. Отсюда базисная реакция является источником энергии, средством отбора прогрессивных эволюционных изменений катализаторов.

Теория саморазвития элементарных каталитических систем в самом общем виде является общей теорией химической эволюции и биогенеза. Основы данной теории были разработаны А.П. Руденко в 1964 г.

Суть данной теории – химическая эволюция есть не что иное, как саморазвитие каталитических систем. Эволюционирующим доминантам являются катализаторы.

Перспектива развития новой химии – это создание малоотходных, безотходных и энергосберегающих промышленных технологий.

Основные проблемы данной теории – это вопросы о движущих силах и механизмах эволюционного процесса, т.е. вопросы выявления и определения основных закономерностей химической эволюции, отбора элементов и структур, уровня химической организации и иерархии химических систем как следствия эволюции.

Важным результатом открытия цикличности химических процессов и в общем понимании цикла, как основы мироздания, было обнаружение и исследование различных химических автоколебательных и автоволновых процессов типа реакции Белоусова-Жаботинского.

Проблема биологической эволюции непосредственным образом связана с проблемой химической самоорганизации (и химической эволюции). Одна из задач химии, а именно самого новейшего ее направления – эволюционной химии, понять, как из неорганической материи возникает жизнь. Поэтому эволюционную химию можно назвать «предбиологией».

«Подражание живой природе есть химия будущего!» Этот девиз, который был высказан академиком А.Е. Арбузовым в 1930 г.,



является целеполагающей идеей развития эволюционной концепции в химии.

## ЛЕКЦИЯ 7. ПАНОРАМА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В КОНЦЕПЦИИ «СТРЕЛ ВРЕМЕНИ»

### 7.1. Космология. Элементы физики Мегамира.

Выделив в структурных уровнях материи гипермир (см. лекцию 4; 4.2), как представление о множестве мегамиров, мы фактически задали мегамир, как взаимодействующую и развивающую систему с усложнением фрактальной структуры «стрел времени» от Большого взрыва до образования космических тел, доступную современным методам исследования всех форм материи, в нее входящих, а также их взаимодействий (см. схему 44).

Схема 44. Структура Мегамира.

Мегамир (космос)  
Системная организация коэволюции материи, фундаментальных взаимодействий и пространства-времени на основе астрофизических, космологических и космогонических теорий и экспериментальных (астрономических) исследований.



1. Обычная материя – 4-5% всей материи в Мегамире (во Вселенной)
2. Темная материя – 23 % всей материи в Мегамире (во Вселенной)
3. Темная энергия (энергия вакуума или космологическая постоянная) – 72% всей материи в Мегамире (во Вселенной).
4. Нейтрино – 1 %.

Космические тела:

- \* Метagalактика
- \* Галактики
- \* Звезды
- \* Планетные системы
- \* Планеты
- \* Спутники планет

Диффузная материя:

- \* Газово-пылевые туманности
- \* Реликтовое (рассеянное электромагнитное излучение) –излучение фотонов и нейтрино
- \* Разобщенные атомы и молекулы
- \* Разобщенные реальные и виртуальные элементарные частицы (космические элементарные частицы)
- \* Излучения космических тел (оптическое, радио-, рентгеновское и  $\gamma$ -излучение)

По данным NASA результаты исследования с помощью аппаратуры WMAR (WILKINSON MICROWAVE ANISOTROPY PROBE), выведенного на орбиту спутника в 1,5 млн. км от Земли, показали эволюцию структуры материи Вселенной. Когда Вселенной было 380 000 лет, атомы составляли 12 %, фотоны – 15 %, нейтроны – 10 % и темная материя – 63 %.

Сегодня атомы как основной элемент видовой (обычной) материи составляют - 4,6 %, темная материя – 23 % и темная энергия

– 72 %, что нашло отражение в схеме 44.

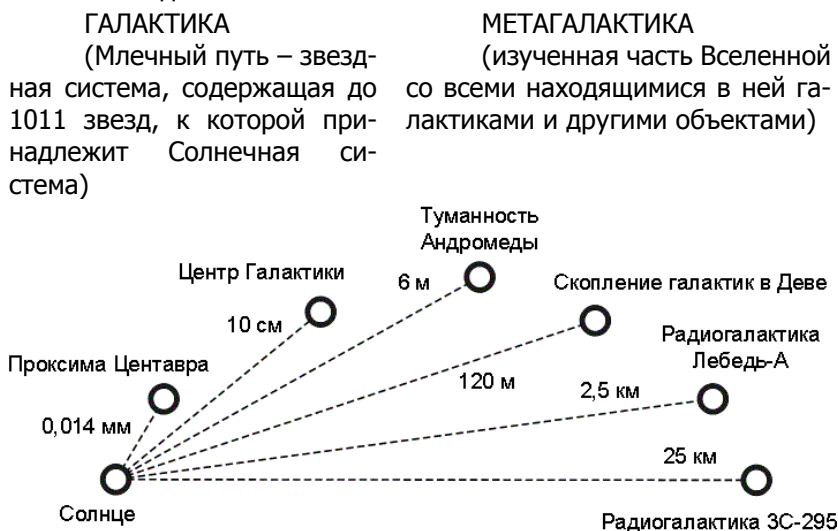
В рамках выделения Мегамира, как возможно одной из частей Гипермира, мы под Вселенной будем понимать объект космологии Мегамира, т.е. ту часть материального мира, которая на данном уровне познания доступна астрономическому (наблюдательному и теоретическому) исследованию.

Итак, *космология* – это наука, целью которой является изучение и представление о Вселенной как едином целом.

*Космогония* – наука, изучающая происхождение небесных тел и систем от Солнечной системы до звезд, галактик и скоплений галактик.

Для наглядного модельного представления о масштабах нашей Галактики и Метагалактики представим их схематически (см. схему 45) с указанием удаления некоторых космических объектов от Солнца. Масштаб соответствующей модели:  $r_0 = 0,53 \cdot 10^{-10}$  м (боровский радиус):  $R_{3-C} = 1,50 \cdot 10^{11}$  м (радиус Земной орбиты) =  $1 : 2,8 \cdot 10^{21}$ . При этом Вселенная в рамках Метагалактики включает в себя  $10^{11} \div 10^{12}$  Галактик, в каждой из которой находится 1011 звезд.

Схема 45. Модель Галактики и Метагалактики.



## еменного естествознания

Масштаб:

Земная орбита = внутренней орбите атома водорода в модели Бора

(радиус этой орбиты равен  $0,53 \cdot 10^{-8}$  см)

Галактика в этом масштабе:

Расстояние до ближайшей звезды Проксима 0,014 м;

Расстояние до центра Галактики около 10 см;

Размеры нашей звездной системы будут около 35 см;

Диаметр Солнца будет 0,0046 Å

(ангстрем – единица длины, равная 10<sup>-8</sup> м).

Реальные размеры Галактики: диаметр – 120 тыс. световых лет, толщина 10 тыс. световых лет

Наша, наиболее важная для нас, Галактика носит название Млечный путь и состоит из более чем 100 млрд. звезд. В связи с огромными масштабами вводят новые астрономические единицы: астрономическая единица, равная среднему расстоянию от Земли до Солнца – 1 а.е. =  $1,50 \cdot 10^{11}$  м; световой год, т.е. расстояние, которое проходит свет в вакууме за один земной год – 1 св. год =  $6,32 \cdot 10^4$  а.е. =  $9,46 \cdot 10^{15}$  м; парсек – 1 пс. = 3,2 св. лет =  $2,06 \cdot 10^5$  а.е. =  $3,09 \cdot 10^{16}$  м.

Время жизни нашей Вселенной и соответственно Метагалактики, т.е. то, что люди называют возрастом Вселенной, это примерно 13,7 миллиарда лет с точностью до ..., пожалуй, лучше, чем 10%. Размер Метагалактики, т.е. наблюдаемой части Вселенной, казалось бы можно определить, исходя из того, что свет

Метагалактика в этом масштабе:

Расстояние до туманности Андромеды 6 м (реальное удаление 1,5 млн. световых лет);

Расстояние до центральной части скопления галактик в Деве, куда входит и наша местная система галактик 120 м, причем такого же порядка будет размер самого скопления (реальное удаление 50 млн. световых лет);

Расстояние до радиогалактики Лебедь-А 2,5 км;

Расстояние до радиогалактики 3С-295 25 км (реальное ее удаление 5 млрд. световых лет).

Скорость удаления радиогалактики Лебедь-А – около 17 тыс. км/с, радиогалактики 3С-295 – около 138 тыс. км/с.

Реальные размеры Метагалактики около 20 млрд. световых лет

## Концепции современного естествознания

путешествовал к нам 13,7 млрд. лет, значит это надо умножить на скорость света ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с) и получится расстояние, на котором мы якобы сейчас видим объекты Вселенной. На самом деле мы видим в несколько раз дальше, чем получим в результате (около 1,6 млрд световых лет), потому что те объекты, которые послали к нам свет 13,7 млрд лет назад, они сейчас от нас находятся дальше, так как Вселенная расширяется. Реальные, т.е. наблюдаемые размеры Метагалактики около 20 млрд. световых лет.

Обычная материя, причем зачастую в газообразном состоянии сосредоточена в газовой среде и в звездах. В схеме 46 мы собрали терминологические названия основных видов звезд и соответствующие, очень краткие их характеристики. При этом внутренняя жизнь звезды регулируется воздействием двух сил: силы притяжения, которая противодействует звезде, удерживает ее, и силы, освобождающейся при происходящих в ядре ядерных реакциях. Она, наоборот, стремится «вытолкнуть» звезду в дальнее пространство. Не вдаваясь в сложные механизмы эволюции, приведем схематически варианты развития звезд главной последовательности. Помимо звезд главной последовательности существует и еще целый ряд необычных звезд: нейтронные, черные дыры, пульсары и квазары.

Схема 46. Виды звезд и их краткие характеристики.

<p><i>Красные карлики</i> - звезды, диаметр которых в 2-3 раза меньше диаметра Солнца, их средняя плотность в 4-5 раз больше плотности Солнца.</p>
<p><i>Белые карлики</i> – электронные постзвезды: масса такого типа звезды порядка массы Солнца, а радиус – 0,01 радиуса Солнца. Плотность 10 г/см<sup>3</sup></p>
<p><i>Красные гиганты</i> – звезды большой светимости: диаметр их в сотни раз больше диаметра Солнца; плотность в тысячи раз меньше плотности воздуха.</p>
<p><i>Черные дыры</i> – звезды, сжатые до величины гравитационного радиуса (радиуса сферы Шварцшильда: <math>r_g = 2GM / c^2</math>, <math>G</math> - гравитационная постоянная, <math>c</math> - скорость света) – для Солнца 3 км. В них вещество находится в состоянии сингулярности (плотность выше 1074 г/см<sup>3</sup>).</p>
<p><i>Нейтронные</i> – звезды, состоящие из огромного сгустка нейтронов; силы гравитации разрушили в них сложные ядра, и вещество снова стало состоять из отдельных элементарных ча-</p>

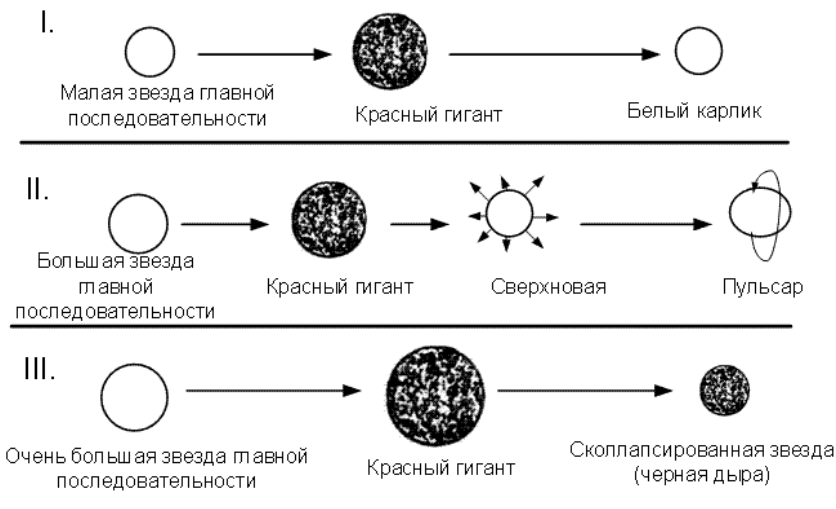
стиц. Масса их близка к массе Солнца, радиус 1/50000 от солнечного (10-30 км), плотность до 1014 г/см<sup>3</sup>.

*Пульсары* – пульсирующие космические источники радио-, оптического, рентгеновского и гамма-излучений. У радиопульсаров (быстро вращающихся нейтронных звезд) периоды импульсов – 0,03-4с; у рентгеновских пульсаров (двойных звезд, где к нейтронной звезде перетекает вещество от второй, обычной звезды) периоды составляют несколько секунд и более.

*Квazarы* – квазизвездные источники радиоизлучения; космические объекты чрезвычайно малых угловых размеров. Отдаленность от Солнца несколько тысяч мегапарсек. Это образования окраин Вселенной. Они излучают в десятки раз больше энергии, чем самые мощные галактики. Масса ядра 10<sup>3</sup>-10<sup>9</sup> масс Солнца; размеры 10<sup>16</sup>-10<sup>17</sup> см.

При этом нас, прежде всего, интересует эволюция Солнца (см. схему 47).

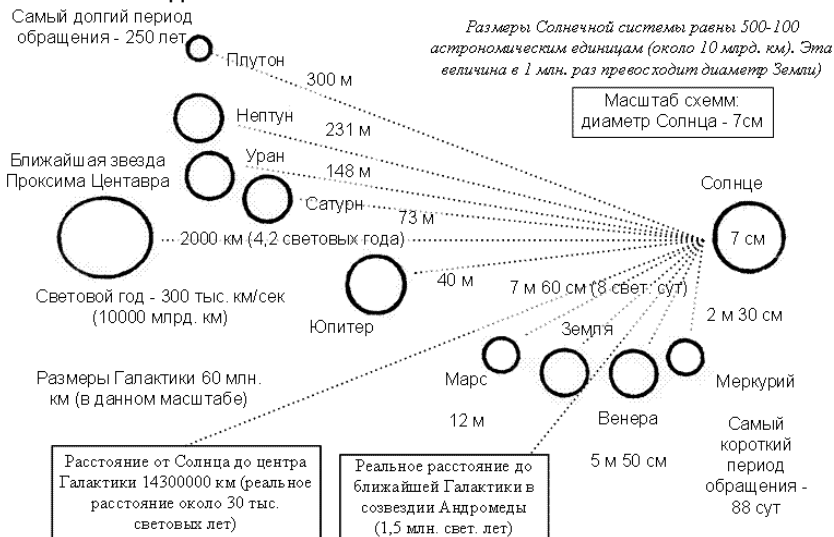
Схема 47. Эволюция звезд главной последовательности (варианты развития).



Наше Солнце является малой звездой главной последовательности согласно классической диаграммы Герцшпрунга-Ресселла. С эволюцией Солнца взаимосвязана и эволюция Солнечной системы, модель которой приведена на схеме 48.

Концепции современного естествознания

**Схема 48. Модель Солнечной системы.**



**Примечание:** В 2006 г. на съезде астрономов было принято отнести планету Плутон, имеющую массу, равную 0,002 массы Земли, к астероидам.

Характерно, что из всех планет Солнечной системы только на Земле в результате ее эволюции образовалось поистине фантастическое разнообразие живых существ и самое удивительное появился биосоциокультурный вид – человек разумный (*Homo sapiens*).

Нам представляется, что для понимания фрактальной структуры «стрел времени», в которую естественно включаются космологическая стрела времени вплоть до образования Земли, геологическая стрела времени и биологическая стрела времени, особую роль приобретает антропный принцип.

Слабый антропный принцип утверждает, что наблюдаемые свойства Вселенной зависят от человека как наблюдателя, то есть Вселенная такая потому, что мы ее такой видим.

Сильный антропный принцип говорит, что Вселенная устроена таким образом, что в ней с неизбежностью должен был появиться человек. Такой подход фактически реанимирует антропоцентрическую идею о человеке как о цели творения. Естественно, что, опираясь на концепции современного естествознания, мы произвольно уходим от телеогических аспектов в религиозном плане. Однако, Стивен Хокинг доказал, что направления трех базовых «стрел времени», а именно общеизвестной



## Концепции современного естествознания

термодинамической (см. лекцию 5), психологической, связывающей наше восприятие времени от прошлого к будущему, и космологической совпадают, иначе не могли бы реализоваться условия для зарождения и развития разумных существ.

Очевидно, именно в этом естественнонаучном плане можно говорить и о пересечении отмеченных выше стрел времени с антропологической стрелой времени, включая в нее и антропный принцип. Именно такой подход, на наш взгляд, позволяет согласиться с математически доказанной с использованием инфляционной космологии и теории струн «многоликости Вселенной», т.е. с возможностью реализации множественности Вселенных, или по нашей терминологии «многоликого» гипермира. Тогда наша наблюдаемая Вселенная отличается от гипотетических Вселенных именно реализацией в ней антропного принципа. Мы в данном параграфе ограничимся рассмотрением только космологической стрелы времени нашей наблюдаемой Вселенной (см. схему 49), не вдаваясь в теорию как космологической инфляции, так и теории последующей эволюции и самоорганизации Вселенной.

Схема 49. Основные этапы космологической шкалы («стрелы») времени

Этапы			Основные идеи и явления	Обоснования	Время от сегодняшнего момента
Название	Космическое время	Температура (К)			
Сингулярное состояние Вселенной в пузырьковой модели и в модельной теории струн			Невозможность избежать сингулярности, т.е. «точечного» объема с бесконечно большой плотностью, в космологических моделях общей	Расширение Вселенной, открытое Э. Хабблом на основе обнаруженного им в 1929 г. «красного смещения»	

## Концепции современного естествознания

			<p>теории относительности была доказана в числе прочих теорем о сингулярности, Р. Пенроузом и С. Хокингом в конце 1960-х годов.</p>	<p>спектральных линий излучения от удаленных галактик.</p>	
<p>Большой взрыв в «холодной» модели А.А. Фридмана и в «горячей» модели Г.А. Гамова</p>			<p>В 1922 г., найдя нестационарные решения гравитационного уравнения А. Эйнштейна, А.А. Фридман предложил геометрические модели нестационарной, в том числе расширяющейся Вселенной, в рамках которых возникло предположение о начальном взрывном процессе. В 1948 г. Г.А. Гамов добавил к «холодному» взрыву очень плотной материи представление, что «первичное вещество» мира было не только</p>	<p>Теория «горячей Вселенной» в сочетании с теорией Большого взрыва была подтверждена экспериментально обнаруженным в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном реликтового, т.е. рассеянного космического электромагнитного излучения с температурой близкой к предсказанной Г.А. Гамовым, 2,7К.</p>	

			очень плотным, но и очень горячим.		
Эпоха Планка в модели гипомира, т.е. частиц (пузырьков) – планкеонов со следующими характеристиками: $r_{пл} \approx 10^{-35}$ $m,$ $t_{пл} \approx 10^{-43}$ $c, \rho \approx 10^{96}$ $кг/м^3.$	10-43 с	1032 К	Наиболее ранним моментом, допускающим описание, считается момент Планковской эпохи с плотностью около $10^{96} кг/м^3$ . При большей плотности возникают огромные флуктуации, не позволяющие описать как сингулярность, так и то, что было до нее. В 1979 году А.А. Старобинским была предложена инфляционная теория., эта теория и сейчас продолжает развиваться и меняться. В 1980 году эта теория приобрела в работе Алана Гута «Раздувающая Вселенная» новый термин «инфляционная космо-	Постоянство четырех фундаментальных констант: $G, c, \hbar, k_B$ . На основе соответствующих фундаментальных физических констант задается и физическое обоснование сильного антропного принципа. Возможно в эту эпоху существовало единое, целостное фундаментальное взаимодействие, которое затем разделилось на четыре фундаментальных	13,7 <sup>+</sup> 0,13 млрд лет

			<p><b>гия» .Оформился симбиоз моделей раздувающейся Вселенной и Большого Взрыва.</b></p>	<p>взаимодействий..</p>	
<p>Эпоха экспоненциального расширения Вселенной с ускорением. Эпоха Большой Космической инфляции. В настоящее время Эпоху Большой Космической инфляции ряд ученых считает предшествующей Большому взрыву</p>	<p>От 10-43 до 10-35 с</p>	<p>т 1032 до 1028 К</p>	<p>Так в теорию хаотической инфляции А.Д. Линде входит скалярное поле вакуумной подсистемы и возникает пространственно-временное, очень быстрое расширение Вселенной в <math>10^{10^{12}}</math> раз. Хаотическая инфляция через квантовые флуктуации создает пространственно-временную «пузырей», а обусловленное хаотической инфляцией «раздувание»-«пузыря»-«мини Вселенной» -- Большой взрыв с возникновением строи-</p>	<p>В это время гравитационное взаимодействие отделилось от остальных фундаментальных взаимодействий, и одно из объяснений экспоненциального расширения Вселенной - включение не только инфляции энергии вакуума, но и антигравитации, возможно связанной с темной энергией. «Теория хаотиче-</p>	

## Концепции современного естествознания

			тельного материала нашей Вселенной, представляющий собой кварк-антикварк-глюонную плазму. В настоящее время существует более 30 сценариев «инфляционной космологии»	ской инфляции» подтверждена измерением анизотропии реликтового излучения.	
-Эпоха бариогенеза и адронов	От 10-35 до 10-5 с	От 1028 до 1014 К	Рождение и аннигиляция кварк-антикварковых пар: $\frac{n_q - n_{\bar{q}}}{n_q + n_{\bar{q}}} \sim 10^{-9}$ . Считается, что различие между материей и антиматерией во взаимодействии частиц наблюдалось только для кварков и антикварков. Затем произошел следующий фазовый переход, называемый бариогенезом, т.е. объединение кварков и глю-	Кварк-глюонная плазма фиксируется как вакуумная подсистема с характерными размерами $10^{15}$ м уже в экспериментах на БАКе при энергиях порядка 7 ТэВ, т.е. при температурах порядка $10^{17}$ К. На БАКе также обнаружен бозон Хиггса, и	

## Концепции современного естествознания

			<p>онов в барионы, такие как протоны и нейтроны с превышением частиц над античастицами. Рождались и другие адроны – гипероны и мезоны. И все-таки в механизме возникновения асимметрии вещества и антивещества еще достаточно много парадоксов и загадок.</p> <p>В стандартной теории элементарных частиц каждому фундаментальному взаимодействию соответствует собственная вакуумная подсистема: сильному (хромодинамическому) взаимодействию кварков кварк-антикварк-глюонный конденсат электромагнитному и слабому взаимодействию,</p>	<p>соответствующий конденсат бозонов Хиггса. Появление «лишних» нуклонов, ответственных за асимметрию между материей и антиматерией, связывают также с асимметрией распада бозона Хиггса и соответствующего ему антибозона.</p> <p>Ученые надеются, что, включив всю энергию БАКа (14 ТэВ), удастся исследовать подсистему с характерными размерами <math>10^{-18}</math> м, т.е. исследо-</p>	
--	--	--	---	--	--

## Концепции современного естествознания

			<p>объединённого в теории Салама-Вайнберга в электрослабое взаимодействие, соответствует хиггсовский конденсат. Каждый конденсат имеет возможно свой темп расширения при определенной роли и темной материи, а возможно и энергии вакуума, хотя и происходит, начиная с <math>10^{-34}</math> переход к обычной гравитации.</p>	<p>вать симметрию бозона и антибозона Хиггса, а возможно, и темную материю.</p>	
<p>_Эпоха лептонов</p>	<p>От 10-6 до 1с</p>	<p>От 1014 до 1011 К</p>	<p>Из электрослабого взаимодействия отделяются слабое и электромагнитное взаимодействия и происходит аннигиляция лептонно-антилептонных пар; как в кипящем котле во вселенной непрерывно рождались и исчезали адроны, лептоны и</p>	<p>Экспериментально подтверждено открытием в 1967 г. нейтральных токов на синхротронном ускорителе в Церне и созданием С. Вайнбергом, Ш. Глэшоу и А. Саламом теории</p>	

## Концепции современного естествознания

			<p>кванты фундаментальных взаимодействий. Появление реликтовых нейтрино. Происходило взаимодействие элементарных частиц.</p>	<p>электрослабого взаимодействия. Взаимопревращение частиц наблюдалось прежде всего при <math>\beta^-</math> и <math>\beta^+</math> распадах.</p>	
<p>Эпоха термоядерных реакций</p>	<p>От 1 с до 3 мин</p>	<p>От 1011 до 109 К</p>	<p>Возникают термоядерные реакции с участием протонов <math>p</math> и нейтронов <math>n</math>:</p> $p + n \rightarrow {}^2_1\text{H}; \quad {}^2_1\text{H} + p \rightarrow {}^3_2\text{He}$ $; \quad {}^3_2\text{He} + n \rightarrow {}^4_2\text{He}.$ <p>Возникают примеси легких элементов, которые измерены путем наблюдения реликтового излучения. Становление первоначального химического состава вселенной: ядер водорода – 70%, ядер гелия (<math>\alpha</math> – частиц) – 30% + плазма.</p>		
<p>Эпоха перехода плазма-газ и становления прозрачной Вселенной</p>	<p><math>3 \cdot 10^5</math> лет (300-380-тыс. лет)</p>	<p><math>3 \cdot 10^3</math> К</p>	<p>Возникновение газа в основном атомарного водорода из электронно-протонной плазмы, а также за счет рекомбинации электронов и ядер. Начинает доминировать вещество, состоящее из нейтральных атомов – водорода, дейтерия и гелия с небольшой примесью молекул водорода; отделение фотонного излучения от вещества. Состав материи по данным</p>		



			(Nasa[WMAP): Атомы-12%, Фотоны-15%, Нейтрио-10%, Тёмная материя-63%. Характерно отсутствие тёмной энергии. Исследована анизотропия реликтового микроволнового излучения ( $T=2,725K$ и $dT/T=10^{-5}$ ) и обнаружены квантовые флуктуации плотности материи. Отмечена евклидовость пространства на расстояниях до 14 млрд световых лет.		
<p>Этап формирования галактик, в том числе и нашей Галактики, включающий в себя следующие события:</p> <p>а) начало образования галактик;</p> <p>б) галактики начинают образовывать скопления;</p> <p>в) сжатие нашей протогалактики;</p>	<p>От 1 млрд лет до 4 млрд лет</p>		<p>Создание неустойчивой относительно флуктуаций плотности за счет гравитационного взаимодействия в неравновесной смеси из нейтральных атомов и фотонов. Гравитационному коллапсу (полному сжатию) препятствует вращение и внутреннее давление, причем до отделения излучения от вещества силы давления излучения превышали гравитационные.</p>	<p>Критический размер и масса объекта, для которого обе силы (гравитации и давления) уравниваются, называются длиной и массой Джинса (по имени ученого Дж. Х. Джинса (1877-1984)). Если исходный размер тела превосходит длину Джинса, то, в конце концов</p>	<p>От 12,7 млрд лет до 9,7 млрд лет</p>

<p>г) образование звезд; д) экспериментально открытые темная материя и темная энергия вносят свой вклад в гравитационную стабильность галактики и в процессы «разбегания» галактик (расширения Вселенной).</p>			<p>По современным представлениям, центральными объектами структуры Вселенной являются галактики, масса которых эквивалентна в среднем 100 млрд. масс Солнца. К числу таких объектов относятся и наша Галактика – Млечный путь. По своим свойствам и форме большинство галактик можно разделить на два типа: спиральные и эллиптические.</p>	<p>должна наблюдаться его фрагментация. Если же этот размер меньше длины Джинса, то объект должен коллапсировать как целое. Образование иерархической структуры Вселенной – галактик, их скоплений с одной стороны, и звезд, шаровых скоплений, планет и т.п., с другой – обусловлено флуктуациями плотности остывающего однородного шара, имеющими различную природу. В настоящее</p>
--	--	--	---	--

## Концепции современного естествознания

				время особую роль в образовании иерархической структуры Вселенной придают темной материи и темной энергии.	
Этап образования Солнечной системы	,1 млрд лет	2,7К	Формирование галактик сопровождалось возникновением и эволюцией звезд, среди которых наше Солнце – относительно молодая звезда как по возрасту, так и по времени рождения. При этом «старые» звезды сыграли огромную роль в происхождении химических элементов за счет термоядерных реакций, взрывов красных гигантов и «сверхновых» звезд.	4,6 млрд лет	

Представляет очевидный интерес предсказание эволюции нашей Вселенной, Галактики – Млечный путь, Солнца и Земли в будущем.

Что касается Вселенной, то очень часто такие оценки делают на основании закона Хаббла:  $v = H L$ , где  $H$  - постоянная Хаббла,  $L$  - расстояние между галактиками,  $v$  - скорость «разбегаания» галактик. В настоящее время ряд учёных считают, что постоянная Хаббла может изменяться со временем. Мы этим возможным изменением пренебрегаем.

Вычислим энергию некоторой галактики, имеющей массу  $m$ , которая находится на расстоянии  $L$  от «наблюдателя» (см. рис.

7.1). Энергия этой галактики складывается из кинетической энергии

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mH^2L^2}{2}$$

и потенциальной энергии

$$W_n = -\frac{GMm}{L}$$

, которая связана с гравитационным взаимодействием галактики  $m$  с веществом массы  $M$ , находящимся внутри

шара радиуса  $L$ . Выразим массу  $M$  через плотность  $\rho$ ,

$$M = \frac{4\pi L^3 \rho}{3}$$

и, учитывая закон Хаббла, запишем выражение для энергии галактики:



Рис. 7.1

$$W = W_k - W_n = W_k \left(1 - \frac{8G\pi\rho}{3H^2}\right) \quad (1)$$

Из этого выражения найдем  $\rho_k$ , т.е. такое значение плотности при котором  $W = 0$ , т.е. вселенная не расширяется, как при  $W > 0$ , и не сжимается, как при  $W < 0$ . Подставив в выражение (1) известные значения  $H = 15$  (км/с)/106 световых лет и  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/кг·с<sup>2</sup>, получаем значение критической плотности  $\rho_k \approx 10^{-32}$  кг/м<sup>3</sup>. Самое удивительное, что с учетом плотностей видимой материи  $10^{-34}$  кг/м<sup>3</sup>, а также плотностей темной материи и темной энергии, мы получаем значение

$$\rho \approx \frac{10^{-34}}{100} = 10^{-32} \text{ кг/м}^3, \text{ т.е. совпадающее с критической плотностью}$$

плотностью  $\rho_k$ . Более того, ряд ученых считает, что плотность материи  $\rho$  всегда была равна  $\rho_k$ .

В процессе эволюции Вселенной особая роль принадлежит плотности темной энергии, которая играет роль космологической постоянной в гравитационном уравнении Эйнштейна, задавая, как стало ясно, совместно с темной материей определенную стабильность (статичность) галактик, в том числе и нашей галактики – Млечный путь. Так темная материя, благодаря своей гравитации способствует современному положению галактик, а самое главное, и галактических объектов.

Темная энергия усиливает темп расширения Вселенной за счет антигравитации, но одновременно являясь алгебраической суммой энергий всех вакуумных подсистем, очевидно, не изменяет своей плотности, т.е. антигравитация препятствует изменению объема (гравитационному коллапсу) физического вакуума. Методом астрономических наблюдений изучалось влияние темной энергии на движение галактик и их скоплений. Обнаружена удивительная корреляция между плотностью темной энергии и видимой материей в мире. Если бы Вселенная продолжала очень быстро расширяться как в эпоху Большой Космической инфляции, когда, по мнению ряда ученых, произошло отделение антигравитации, т.е. получила простор темная энергия, то галактики, звезды и планеты не успели бы сформироваться. Вещество такой Вселенной находилось бы в состоянии разряженного газа, и человеку места в ней не было бы. Однако, перед образованием звезд и галактик темная энергия стала равной нулю и заработала обычная гравитация. Затем шёл процесс накопления темной энергии и когда она достигла современных значений (около 73%), начиная с 80-х годов XX века было обнаружено ускоренное расширение Вселенной.

Если бы не произошел наблюдаемый в наше время переход от замедленного расширения к ускоренному, то мы получили бы космос, состоящий не из звезд и планет, а из одних черных дыр. В такой Вселенной человек тоже не мог бы существовать.

На данном этапе расширения Вселенной с ускорением, нашей Галактике – Млечный путь - ничто не угрожает, ее стабильность обеспечивает темная материя. Единственное, что представляется возможным в диапазоне десятков миллиардов лет, это

столкновение нашей Галактики с Галактикой Андромеды. Последующие самые экзотические сценарии эволюции нашей Вселенной настолько удалены по времени, что они представляют исключительно научный, но не утилитарно-практический интерес.

Нас же в практическом плане должна интересовать эволюция Солнца (см. схему 47.) и связанная с ней эволюция всей Солнечной системы, которой предстоит еще долгий стабильный период не менее 3-4,5 млрд. лет.

Человек же уже достиг «успехов» в своем антропо-экологическом влиянии на эволюцию Земли, к геологической эволюции которой, в рамках изучения ее структурных уровней мы переходим.

## 7.2. Геологическая эволюция. Структурные уровни материи в рамках геосфер Земли.

Так как во фрактальной структуре «стрел времени» мы опираемся на антропный принцип, то в геохронологической шкале («стреле») времени оправдано рассмотреть пересечение геологической и биологической стрел времени. При этом мы в структурном плане ограничимся только зонами и эрами.

Геохронологическая шкала – геологическая временная шкала истории Земли, применяемая в геологии и палеонтологии, своеобразный календарь для промежутков времени в сотни тысяч и миллионы лет. Фактически эта стрела включает макромир в общую структуру фрактальных стрел времени. Согласно современным общепринятым представлениям возраст Земли оценивается в 4,5-4,6 млрд. лет. На поверхности Земли не обнаружены горные породы или минералы, которые могли бы быть свидетелями образования планеты. Максимальный возраст Земли ограничивается возрастом самых ранних твердых образований в Солнечной системе – тугоплавких включений, богатых кальцием и алюминием. Возраст CaAl из метеорита Allende по результатам современных исследований U-Pb изотопным методом составляет  $4,568 \pm 0,0005$  млрд. лет. На сегодня это лучшая оценка возраста Солнечной системы. Время формирования Земли как планеты может быть позже этой даты на миллионы и даже многие десятки миллионов лет.

Последующее время в истории Земли было разделено на различные временные интервалы по важнейшим событиям, которые тогда происходили. Время существования Земли разделено на два главных интервала (эона): Фанерозой и Докембрий (Криптозой) по появлению в осадочных породах ископаемых остатков. Мы будем продолжать использовать космическое время, наряду со временем

от сегодняшнего момента, поэтому зоны поменяем местами, т.е. хронологию начнем от Криптозоя (см. схему 50).

Схема 50. Геохронологическая стрела (шкала) времени.

Этапы (зоны, эры, периоды, эпохи)			
Название	Косм. время	Время от сегодняшнего момента	Характерные процессы
Образование планет. Протопланетный этап развития Земли	9,1 млрд. лет	4,6 млрд. лет	Образование Земли и всех планет из сконденсировавшейся космической пыли. Скорей всего, частицы пыли состояли из железа с примесью никеля, либо из силикатов, в состав которых входит кремний. Каждая частица была окружена льдом. Кроме пыли везде присутствовал газ. Газы могли конденсироваться, образуя различные летучие соединения, в которых присутствует основной элемент живых организмов - углерод. Атмосфера Земли, возможно, как и других планет содержала метан, аммиак, водяной пар и водород. Происходило затвердевание планет и интенсивное образование кратеров на планетах.
Криптозойский эон Археозойская эра	9,7 млрд. лет	4 млрд. лет	Первое великое горообразование. Значительная вулканиче-

Концепции современного естествознания

			<p>ская деятельность, способствующая физико-химическим эволюционным процессам. Образование самых старых земных пород. Зарождение микроорганизмов.</p>
Протерозойская эра	11,2 млрд. лет	2,5 млрд. лет	<p>Второе великое горообразование. Интенсивный процесс осадкообразования. Поздняя вулканическая деятельность. Эрозия на обширных площадях. Многократные оледенения. Возникновение атмосферы, богатой кислородом. Появляются примитивные водоросли, грибы. Считается, что появляются различные морские простейшие.</p>
Фанерозойский эон Палеозойская эра.	13,16 млрд. лет	542,0±1,0 млн. лет	<p>Герцинское газообразование. Наблюдаются сложные геологические процессы с поднятием, а иногда с погружением суши и с изменением размеров и глубины внутриконтинентальных морей, а также климата. Наблюдаются более редкие, чем при протерозое, оледенения. Зарождение макроскопических форм жизни. Самые ранние окаменелости. Первые растения на</p>



## Концепции современного естествознания

			суше. Рыбы. Папоротники. Первые земноводные. В конце эры развиваются звероподобные пресмыкающиеся и земноводные.
Мезозойская эра	13,45 млрд. лет	251,0±0,4 млн. лет	Альпийское горообразование. Мощное горообразование: Анды, Альпы, Гималаи, Скалистые горы. Вымирание папоротников. Образование хвойных, а затем дубовых и кленовых лесов. Динозавры появляются, достигают наивысшего расцвета и вымирают. Зубчатые птицы вымирают. Появляются первые современные птицы.
Кайнозойская эра	13,63 млрд. лет	65,5±0,3 млн. лет	Продолжаются сложные геологические процессы, в том числе дрейф материков, повторные оледенения, горообразование и вулканическая деятельность (в основном на американском континенте). Растительность проходит через сложные эволюционные процессы от максимального распространения лесов до упадка древесных форм и расцвета травянистых. Этап мощной эволюции живого мира от начала развития

## Концепции современного естествознания

			антропоидов (предшественников большинства ныне живущих родов млекопитающих ) до эпохи человека
Четвертичный(антропогенный) период	13,61 млрд. лет	11,7 тыс лет	<p>В эпоху Плейстоцена происходит общее похолодание климата Земли, периодическое возникновение в средних широтах материковых оледенений.</p> <p>В эпоху Голоцена возникает конец последнего ледникового периода. Климат теплый. Упадок древесных форм, расцвет травянистых. Современная геологическая эпоха, начало которой совпадает с окончанием последнего материкового оледенения Северной Европы. Эпоха человека.</p>

С геохронологической стрелой времени взаимосвязаны сформировавшиеся в XIX веке концепции развития Земли: «теория катастроф» и адаптационная «эволюционная теория». В «теории катастроф» или в бифуркационной эволюционной теории Ж. Кювье предположил, что развитие осуществляется посредством скачков (бифуркаций), катастроф. Ч. Лаель предположил, что развитие осуществляется путём небольших изменений, происходящих в одном и том же направлении. Суммируя, эти изменения приводят к значительным результатам. На самом деле, в геохронологической истории Земли использовались и используются обе концепции развития с определенным пересечением в концепции «стрел времени». В результате оформились концепции движения материков (первая и вторая гипотезы мобилизма), т.е. разделения и слияния материков, концепции эволюции океана и атмосферы, концепции гляционизма (ледниковой теории). Мы их в очень краткой форме

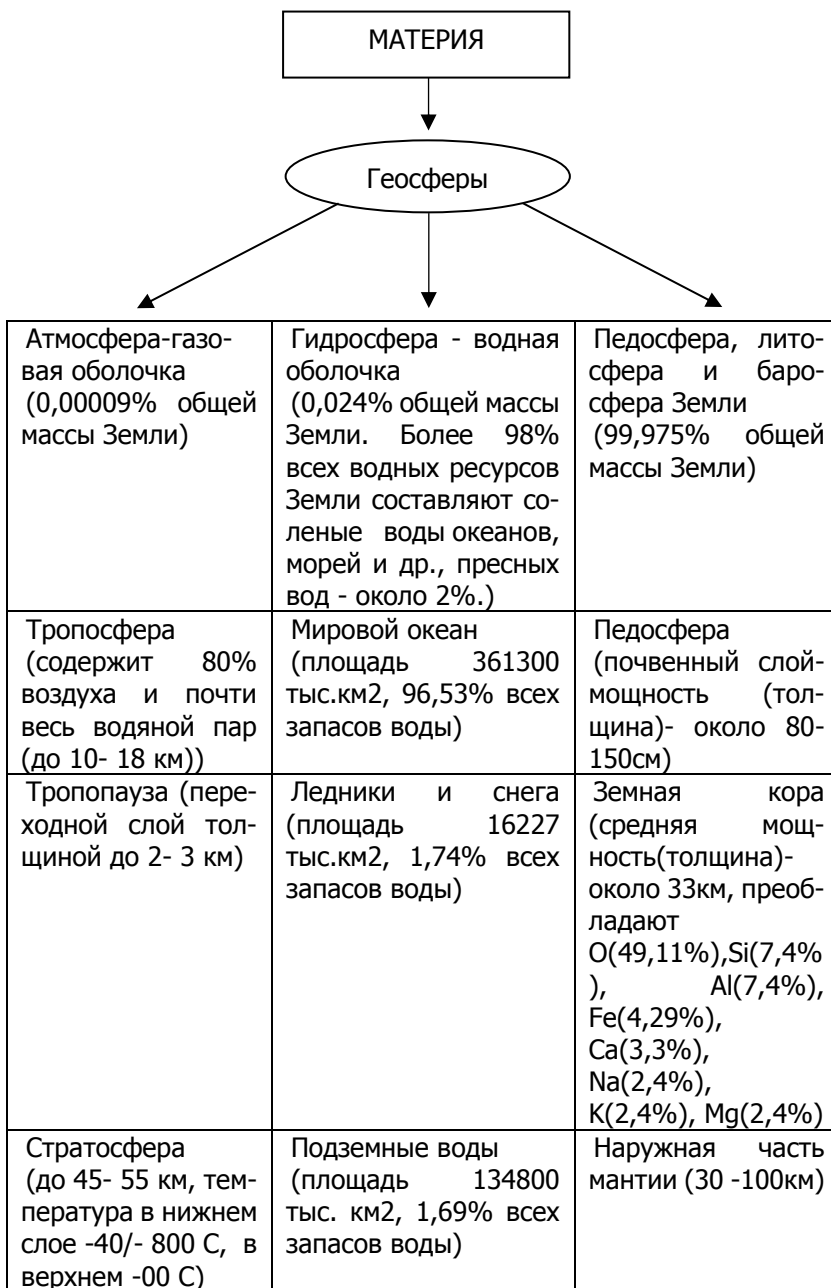
отразили в геохронологической шкале времени.

Рассмотрим фрагментарно структуру земной материи на основе совокупности оболочек (геосфер), в которых протекают процессы планетарного масштаба (см. схему 55). Фактически, все оболочки (геосферы) играют важную роль в геологической эволюции Земли.

При рассмотрении геодинамических процессов различают эндогенные, обусловленные влиянием внутренних процессов на эволюцию геологических структур Земли, и экзогенные, обусловленные влиянием внешних процессов. К эндогенным геодинамическим процессам можно отнести концепции движения материков от идеи существования единого материка – Пангеи до его раскола на ряд материков, а также идеи новой глобальной тектоники, согласно которой литосфера разбита на крупные плиты, которые перемещаются по астеносфере (слое пониженной вязкости в промежуточной части мантии Земли), концепцию эволюции океана и атмосферы, согласно которой океан и первичная атмосфера образовались через вулканические жерла, как продукт дегазации вулканических лав, а также ряд современных природных катастроф в виде извержения вулканов землетрясений.

К экзогенным геодинамическим процессам можно отнести циклоны, штормы, наводнения, грозы, туман, лавины, оползни, а также катастрофы, имеющие явный антропоный характер; загрязнение окружающей среды, парниковый эффект, кислотные дожди, смог, деградация почвенного и растительного покрова, радиоактивные загрязнения окружающей среды, озоновые дыры, которые могут иметь и природный характер.

Схема 51. Структурные уровни материи в модели геосфер Земли.



Стратопауза (пограничный слой)	Подземные льды (площадь 21000 тыс.км <sup>2</sup> , 0,023% всех запасов воды )	Промежуточная часть мантии (астеносфера)
Мезосфера ( до 80-85 км, температура в нижнем слое -00С, в верхнем до -900С )	Озера (площадь 2058 тыс. км <sup>2</sup> , 0,014% всех запасов воды)	Нижняя часть мантии до 2900 км ( в мантии преобладают О, Si, Fe, Mg, Ni температура – 2000-25000С)
Термосфера (до 300-560 км, в термосфере происходит рост температуры до 15000С)	Почвенная влага и пары атмосферы (0,002% всех запасов воды)	Внешнее ядро (2900-5000 км)
Термопауза (промежуточный слой)	Болота (площадь 2682 тыс. км <sup>2</sup> , 0,0007% всех запасов воды)	Переходная зона (5000-5100 км)
Экзосфера (верхний наиболее разреженный слой атмосферы, температура достигает 30000С)	Речные воды (площадь 148800 тыс. км <sup>2</sup> , 0,0002% всех запасов воды)	Внутреннее ядро (5100-6371 км; состав: Fe(80%), Ni(20%), температура -4500-60000С)

Все эти процессы взаимосвязаны с природными катастрофами и гибелью людей, что лишний раз подчёркивает роль наук о Земле в интеллектуальной культуре общества и рационально действующей личности.

### 7.3. Основные гипотезы («теории») происхождения жизни.

Антропный принцип, который задает фрактальную структуру стрел времени, завоевал прочное место в неклассической и постнеклассической науке. Само понятие жизни, например, Э. Шредингер связал с общеизвестной термодинамической стрелой времени, подчеркнув, что «живой организм питается отрицательной энтропией», то есть поглощает из окружающей среды высокоорганизованные структуры. Выбрасывая вещество с большой энтропией и

## Концепции современного естествознания

поглощая вещество с малой энтропией, живой организм реализует свою «цель» - сохранить высочайший уровень упорядоченности. Опираясь на астрофизическую космологическую стрелу времени, жизнь, и прежде всего человека, можно определить, как высокую упорядоченную голограмму Вселенной. Итак, мы можем говорить о гипотезе физической эволюции. А так как в термоядерных реакция внутри звезд и при их взрывах происходило и происходит рождение и взаимопревращение химических элементов, то более оправданно говорить о теории физико-химической эволюции, которая естественно пересекается с биологической эволюцией. Нам представляется важной и геологическая эволюция. Исходя из терминологического определения естествознания, как науки о явлениях и законах природы, в пересечении с понятийным определением естествознания, как совокупности естественных наук, нам представляется оправдано говорить о гипотезе (теории) естественной эволюции.

Обобщая достижения современного естествознания в области теории открытых диссипативных систем, известный биофизик академик М.В. Волькенштейн определил живые тела, существующие на Земле, как «открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, состоящие из биополимеров: белков и нуклеиновых кислот». Мы для наглядности представим основные признаки живого схематически (см. схему 52) с опорой на теорию естественной эволюции.

Схема 52. Основные признаки живого.

<i>Вещественный признак.</i> В состав входят «аперiodические» структуры – макромолекулы – биополимеры: белки и нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК)
<i>Структурный признак.</i> Характерно клеточное строение
<i>Функциональный признак.</i> Характерно воспроизводство самих себя (самовоспроизведение)
<i>Неравновесный характер.</i> Поддержание жизни связано с сохранением высокого неравновесного порядка в структурах всех уровней организации живого
<i>Метаболизм.</i> Совокупность всех видов превращений вещества и энергии в организмах, обеспечивающих их жизнедеятельность
<i>Гомеостаз.</i> Разнообразные системы саморегуляции на уровне клеток и на уровне тканей
<i>Признак молекулярной хиральности (киральности)</i> Асимметрия «право-лево» как нуклеиновых, так и белковых молекул живой материи

Кроме гипотезы (теории) естественной эволюции, согласно которой жизнь возникла в результате процессов, подчиняющихся принципам и законам естественных наук, важную роль приобрела теория креационизма.

Креационизм (созидание, творение) – содержит тезис о божественном творении мира и человека. Согласно этой теории жизнь – результат сверхъестественных событий в прошлом. Многие ученые в эстетике мышления фактически объединяют эволюционную идею с креационизмом. Нам представляется оправданной эстетика мышления российского философа XX века Мераба Мамардашвили, приводящая к пересечению сакрального и секулярного мышления в «точке встречи которой мы помыслили мысль, которую невозможно иметь волей или желанием мысли. Она помыслится или не помыслится. И если помыслится, если мы в этой точке пересечения в полноте собранного бытия, она мимо нас не пройдет. Тогда мы достойны этой мысли или говоря иначе, достойны дара. Дар не вытекает из наших заслуг, мы достойны его, лишь когда он с нами случится и это путь по дуге, а не по горизонтали. Поскольку мы сцеплены и сращены с высшим, сверсознательным».

Естественно, что пересечению креационизма с теорией естественной эволюции способствует антропный принцип, подчеркивающий неслучайный характер процесса развития жизни. Многие религии связали первый акт творения со стандартной теорией Большого взрыва и инфляционной космологией.

В определенной степени пересечению теории естественной эволюции с теорией креационизма способствовала и оформившаяся в XVII-XVIII вв. теория биогенеза, которая сводится к утверждению, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни, т.е. «живое от живого», которое было сформулировано итальянским врачом и биологом Ф. Реди и известно в литературе как «принцип Реди».

Французский биолог Луи Пастер в 1862 г убедительными опытами доказал невозможность самопроизвольного зарождения простейших организмов в современных условиях и утвердил принцип «все живое из живого». Эстетика мышления основателя современной микробиологии и иммунологии Л. Пастера явно пересекается с креационизмом в следующем высказывании: «чем более я занимаюсь изучением природы, тем более я останавливаюсь в благоговейном изумлении перед делами Творца. Я молюсь во время работ своих в лаборатории».

## Концепции современного естествознания

«Бог, воистину *dues ex machine*, позволяет перескочить пропасть между живым и мертвым, природой и духом, сохранив при этом и пропасть». Бог (Творец) – это сложная, творческая конструкция нашего ума, демонстрирующая способность цивилизующего человечества мыслить абстрактно. В средние века теория креационизма оформляется в конфессиональных философских теологиях и религиях, в основе которых лежит тезис: «Бог познается только через веру», тем самым религия отделила веру в божественное творение мира от науки, т.е. от научного метода познания мира, опирающегося на совокупность эмпирических и теоретических методов. В то же время добро и зло получают в религии священную санкцию и человек обретает внутренний покой и свет для труда в нашем несовершенном мире. Наиболее ярко это выражено в следующем поучении М.В. Ломоносова: «Не здраво рассудителен математик, ежели он хочет Божественную волю измерить циркулем. Таков же богословия учитель, если он думает, что по Псалтырю можно научиться астрономии и химии».

Итак, следуя поучению М.В. Ломоносова, мы в курсе КСЕ основное внимание будем уделять гипотезе (теории) естественной эволюции, к которой мы еще обратимся и в эволюционной концепции биологического уровня организации материи.

Здесь же мы отметим еще три гипотезы (теории) возникновения жизни, играющие на наш взгляд подчиненный характер как эволюционной теории, так и теории креационизма.

Это, возникшая еще в античной натурфилософии теория самопроизвольного зарождения жизни, в какой-то мере отвергнутая теорией биогенеза. И, наконец, это две гипотезы (теории): первая – это гипотеза стационарного состояния, согласно которой жизнь существовала всегда, и вторая – это гипотеза панспермии, согласно которой жизнь занесена на нашу планету извне.

Однако, в рамках естественнонаучного принципа глобальной эволюции теория стационарного состояния не продуктивна, а теория панспермии так же не предлагает никакого механизма для объяснения первичного возникновения жизни; она просто переносит проблему возникновения жизни в какое-то другое место Вселенной.

Итак, в рамках эволюционных «стрел времени» на основе принципа дополнительности остаются две взаимоисключающие, а возможно дополняющие друг друга, по крайней мере в эстетике мышления, теория креационизма и теория биофизикохимической (естественной) эволюции. На наш взгляд, в пересечении этих тео-



рий представляется неоправданным как вера в религиозный фанатизм, так и в научный абсолютизм. Нам представляется это чувство «религиозной веры в высшее, сверхсознательное и преклонения» перед гармонией природы на Земле и в Космосе и убеждения, что в «концептуальном фонде (как и в генофонде) Земли» все элементы значимы и важны, является основой не только духовной, но и материальной культуры человеческой цивилизации.

В пользу неслучайного характера процесса как зарождения, так и развития жизни говорит и антропный принцип, сущность которого, в частности, заключается в том, что даже незначительное отклонение значения любой из фундаментальных физических констант приводит к невозможности появления во Вселенной высокоупорядоченных структур.

Например, увеличение постоянной Планка на 10% лишает протон возможности объединиться с нейтроном, то есть становится невозможным нуклеосинтез. А уменьшение постоянной Планка на

10% привело бы к образованию устойчивого ядра  ${}^2_2\text{He}$ , следствием чего явилось бы выгорание всего водорода на ранних стадиях расширения Вселенной, либо коллапс звезд на более поздних стадиях. Особая роль в антропном принципе, как мы отмечали ранее, принадлежит «темной» материи и «темной» энергии. Наука столкнулась с большой группой фактов, раздельное рассмотрение которых создает впечатление о необъяснимых совпадениях, граничащих с чудом (более подробно: Barron J.D., Tipler F.J. The anthropic cosmological principle, Oxford, 2-nd, ed., 1986). По мнению ученого-физика Дж. Уилера: «Фактор, дающий жизнь, лежит в центре всего механизма и конструирует мир».

## ЛЕКЦИЯ 8. ЭВОЛЮЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

### 8.1. Биология в контексте интеллектуальной культуры. Классификационные системы в биологии.

Современная биология – это междисциплинарная наука о живой природе.

Мы выделим три среза естественнонаучной картины мира для живой природы. С точки зрения стратегий познания, к классическому естествознанию следует отнести натуралистскую биологию, к неклассической физико-химической биологии, к эволюционной концепции стрел времени – эволюционную биологию.

В качестве центральной темы мы особое внимание уделим биологии человека, опираясь на экобиологию, как науку о ценности живой природы в интеллектуальной культуре личности и общества.

Обсудим, прежде всего, что же такое натуралистская биология как реализация классической стратегии познания природы. Объектом изучения в ней всегда была и остается живая природа в её естественном состоянии. Её методом стало тщательное наблюдение и описание явлений живой природы, а главной задачей их систематизация. Фундаментальный вклад в её решения внес К. Линней, с именем которого связано введение бинарной (в терминах рода и вида) номенклатуры живых объектов, а также принципа иерархического соподчинения таксонов и наименования таксонов – царства, типы, классы, отряды, семейства, роды, виды. Так человек по классификационной системе К. Линнея относится к царству животных, подцарству многоклеточных животных, к типу позвоночных, подтипу черепных, классу млекопитающих, отряду приматов, подотряду человекоподобных высших обезьян, надсемейству человекоподобных приматов, семейству людей, роду – человек, виду – человек разумный (*homo sapiens*). В современных антропосоциокультурных системах часто термины: приматы и высшие обезьяны заменяют на термин гоминиды, включая в это понятие человека.

Натуралистская биология продолжает играть важнейшую роль и сегодня. Объектом изучения биологов – натуралистов является живая природа в её целостном виде, во всём многообразии и сложности составляющих её объектов и явлений. В наши дни такой подход к живой природе находит отражение в усилении роли не

## Концепции современного естествознания

только биоэкологии, но и глобальной экологии, которая ныне занимает чуть ли не господствующее положение не только в биологии, но и во всем естествознании.

Разнообразие живого поражает любое воображение. Мы приведём классификацию крупных систематических групп живых организмов в физико-химической биологии только по типу питания, опираясь на таксоны в виде надцарств в структурном плане отличия живого от неживого клеточного строения.

Прокариотами (лат. pro – вперед, вместе и греч. karyon – ядро) называются организмы, не обладающие оформленным клеточным ядром.

Эукариотами (греч. eu – хорошо и karyon – ядро) называются организмы, клетки которых содержат оформленное ядро, отделённое оболочкой от цитоплазмы.

С экологических позиций взаимосвязи всего живого с живым и обмена веществом и энергией важно охарактеризовать следующие группы организмов.

Схема 53. Типы питания крупных систематических групп живых организмов (по А.Л. Тахтаджяну, 1976, с изменениями).

Надцарства	Царства	Подцарства	Автотрофы		Гетеротрофы	
			фототрофы	хемотрофы	биотрофы	сапротрофы
Прокариоты	Дробянки	Бактерии	+	+	+	+
		Архебактерии	+	+	+	+
		Цианобактерии	+	+	-	-
Эукариоты	Растения	Багрянки	+	-	-	-
		Настоящие водоросли	+	-	-	-
		Высшие растения	+	-	очень редко	?
	Грибы	Низшие	-	-	редко	+
		Высшие	-	-	редко	+
	Животные	Простейшие	-	-	+	очень редко
Многочлеточные		-	-	+	+	

Автотрофы – организмы, использующие в качестве источника углерода углекислый газ (растения и некоторые бактерии). Иначе говоря, это организмы, способные создавать органические вещества из неорганических – углекислого газа, воды, минеральных солей.

В зависимости от источника энергии автотрофы делятся на фотоавтотрофов и хемоавтотрофов. Фототрофы – организмы, использующие для биосинтеза световую энергию (растения, бактерии). Хемотрофы – организмы, использующие для биосинтеза энергию химических реакций окисления неорганических соединений (бактерии).

Гетеротрофы – организмы, использующие в качестве источника углерода органические соединения (животные, грибы и большинство бактерий). По состоянию источника пищи гетеротрофы делятся на биотрофов и сапротрофов. Биотрофы питаются живыми организмами. Сапротрофы используют в качестве пищи органические вещества мертвых тел или выделения (экскременты) животных.

Некоторые живые организмы в зависимости от условий обитания способны и к автотрофному, и к гетеротрофному питанию. Они называются миксотрофами (насекомоядные растения, представители отдела энгленовых водорослей и др.).

Важно также отметить, что как на уровне неживой материи, так и живой материи дисимметрия творит явление, не только в функциональном, но и в структурном плане. Фундаментальным признаком, присущим только живой материи, её неотъемлемым свойством является дисимметрия «право-лево» биомолекул, т.е. отсутствие зеркальной симметрии, называемое молекулярной хиральностью (киральностью). Дисимметрия является одним из важнейших признаков эволюции (развития) объектов и явлений Вселенной в их вещественной основе, включая в этот эволюционный процесс и эволюционную биологию.

Человек, как существо биосоциокультурное, естественно в своей интеллектуальной культуре особое внимание обязан уделить изучению структурных уровней организации живой материи, явно осознавая, что стремление человека к удовлетворению своих потребностей (витальных, социальных, идеальных и самоценных) неотделимо от его знания и отношения с окружающей средой.

## 8.2. Структурные уровни биологической организации материи на Земле.

Структурные уровни организации живой материи имеют достаточно сложную, многоуровневую систему. Мы выделим четыре главных структурных уровня биологической организации материи и в соответствии со структурной иерархией живой материи каждое последующее системное образование должно входить в предыдущее (см. схему 54).

Схема 54. Структурные уровни биологической организации материи.

<p><b>БИОСФЕРА</b> Область активной жизни на Земле, включает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.</p>	<p>Биосферный (биогеоценотический) уровень организации</p>
<p><b>ЭКОСИСТЕМА</b> Единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания.</p>	
<p><b>БИОГЕОЦЕНОЗ</b> Определенный участок земной поверхности с определенным составом живых и косных компонентов в динамическом взаимодействии между ними.</p>	
<p><b>БИОЦЕНОЗ</b> Совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды (биотоп) с однотипными условиями жизни и характеризующихся определенными отношениями между собой и приспособляемостью к внешней среде.</p>	
<p><b>ВИД</b> Совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства и обладающих рядом общих признаков.</p>	<p>Популяционно-видовой уровень организации</p>
<p><b>ПОПУЛЯЦИЯ</b> Совокупность особей данного вида, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений.</p>	

## Концепции современного естествознания

<p><b>ОРГАНИЗМЫ</b>                  Индивиды, особи – дискретные неделимые и целостные единицы жизни на Земле. Характеризуются онтогенезом – индивидуальным развитием организма, совокупностью преобразований организма от зарождения до конца жизни. Все эукариоты (одноклеточные и многоклеточные) обладают так называемыми биологическими часами, т.е. способностью измерять суточные, лунные и сезонные циклы</p>	Онтогенетический уровень организации
<p><b>ОРГАНЫ, ТКАНИ</b>                  Дискретные, «неделимые» и целостные единицы физиологии многоклеточных, образующие, в частности, нервную и эндокринную системы управления и системы саморегуляции, обозначаемые термином гомеостаз.</p>	
<p><b>КЛЕТКИ</b>                  Фундаментальные частицы в биологии, представляющие собой элементарную живую систему – основу строения и жизнедеятельности всех животных и растений. «Заводы жизни».</p>	
<p><b>БИОПОЛИМЕРЫ</b>                  Биологические вещества, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого числа повторяющихся звеньев (прежде всего белки и нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), белки-ферменты, гормоны, полисахариды).</p>	Молекулярно-генетический уровень организации
<p><b>БИОМОЛЕКУЛЫ</b>                  Углеводы, липиды, нуклеотиды, аденозинфосфорные кислоты (АТФ), небелковые гормоны, витамины, аминокислоты и т.д.</p>	
<p><b>НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ПРЕЖДЕ ВСЕГО ВОДА), БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ.</b></p>	
<p><b>МОЛЕКУЛЫ, АТОМЫ, ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ.</b></p>	

Все структурные уровни биологической организации материи на Земле естественно взаимосвязаны с геохронологической стрелой (шкалой) времени, из которой возникает биологическая стрела времени, опираясь на концепцию биохимического единства живого, развитую в 1920-х годах благодаря трудам голландских микробиологов А. Кловера и Г. Донкера. К настоящему времени эта

## Концепции современного естествознания

концепция обоснована результатами всесторонних исследований, которые исчерпывающе демонстрируют единство всего живого по самым фундаментальным свойствам: схожесть химического состава, свойство хиральности живого, универсальная роль аденозинтрифосфата (АТФ) в качестве аккумулятора и переносчика биологически запасенной энергии; универсальность генетического кода и др.

Биологическая стрела времени опирается на гипотезу о возникновении жизни как естественном этапе саморазвития земной материи и при её рассмотрении необходимо поэтапно рассмотреть эволюцию на молекулярно-генетическом, онтогенетическом, популяционно-видовом и биогеоценотическом уровнях структурной биологической организации земной материи. Определяющей концепцией такого рассмотрения является генетическая гипотеза происхождения живого.

### 8.3 Генетика и эволюция.

Генетика возникла при изучении онтогенетического уровня. Генетика (от греч. genetic-происхождение) – наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

Первый шаг в познании закономерностей наследственности сделал выдающийся чешский исследователь Грегор Мендель (1822-1884гг). Г. Мендель сформулировал законы наследственности на основе гибридологического метода, исследуя гибридизацию разных сортов гороха. Работа Г. Менделя отличалась глубиной и математической точностью. Однако она оставалась неизвестной почти 35 лет - с 1865 до 1900 года.

Переоткрытие законов Менделя в 1900 г. (независимо тремя учёными - Х. Де Фризом в Голландии, К. Корренсом в Германии и Э. Чермаком в Австрии) вызвало стремительное развитие генетики с постепенным проникновением её основ во все структурные уровни живой материи. Оформились основные понятия генетики, приведенные нами в схеме 55.

Схема 55. Основные понятия генетики.

<p><i>Ген</i> – материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, отвечающая за формирование какого-либо элементарного признака, способная к воспроизведению и расположенная в определенном участке хромосомы.</p>
---

<p><i>Генотип</i> – совокупность всех генов организма, локализованных в его хромосомах.</p>
---

## Концепции современного естествознания

<p><i>Геном</i> - совокупность генов, содержащих в ординарном наборе хромосом данной растительной или животной клетки.</p>
<p><i>Хромосомы</i> – структурные элементы ядра клетки, которые содержат гены; самовоспроизводящиеся структуры в ядрах клеток животных и растений, участвующие в процессе размножения.</p>
<p><i>Генетический код</i> – определенное сочетание нуклеотидов и последовательность их расположения в молекуле ДНК; единая система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов.</p>
<p><i>Генофонд</i> – качественный состав и относительная численность разных форм (аллелей) различных генов в популяциях того или иного вида организмов.</p>
<p><i>Гамета</i> – половая клетка организма.</p>
<p><i>Зигота</i> – биологическая клетка, образующаяся в результате слияния двух половых клеток в процессе оплодотворения у животных и растений.</p>
<p><i>Фенотип</i> – совокупность всех свойств и признаков организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития; складывается в результате взаимодействия генотипа и окружающей среды.</p>


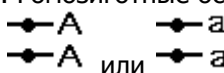
Одновременно с формированием основных понятий генетики получили современную трактовку и законы генетики, прежде всего, законы наследования аллельных генов Г. Менделя, а затем и неаллельных генов Т. Моргана, приведенные нами в схеме 56.

## Схема 56. Основные законы генетики.

<p>При скрещивании двух организмов, относящихся к разным линиям (двух гомозиготных организмов), отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, всё первое поколение гибридов окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей (первый закон Менделя – закон единообразия первого поколения и доминирования одного признака над другим).</p>
<p>При скрещивании двух потомков первого поколения между собой (двух гетерозиготных особей) во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом соотношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1 (второй закон Менделя – закон расщепления).</p>



При скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях (третий закон Менделя – закон независимого расщепления).

Схематически гетерозиготная особь обозначается так:  
  
 , но её можно записать и как Aa. Гомозиготные особи при подобном обозначении выглядят так:  
  
 , но их можно записать и как AA и aa.

Большую работу по изучению наследования неаллельных генов, расположенных в паре гомологичных хромосом, выполнили американский учёный Т. Морган (1866-1945 гг.) и его ученики. Учёные установили, что гены, расположенные в одной хромосоме, наследуют совместно, или сцеплено. Сцепленное наследование генов, локализованных в одной хромосоме, называют законом Моргана.

Морган и его ученики исследовали как сцепленное наследование, так и явление перекреста (возникновение новых гамет в перекресте гомологичных хромосом, которые в процессе мейоза перекрещиваются и обмениваются участками) и показали возможность построения карт хромосом с нанесённым на них порядком расположения генов. В результате возникла возможность сравнивать строение генома, то есть совокупности всех генов гаплоидного набора хромосом у различных видов, что имеет важное значение для генетики, селекции, а также эволюционных исследований.

В частности, возникла генетика (хромосомное определение) пола. У человека решающую роль в определении пола играет  $Y$ -хромосома. Если яйцеклетка оплодотворяется сперматозоидом, несущим  $X$ -хромосому, развивается женский организм, который является гетерозиготным по половому признаку. Если же в яйцеклетку проникает сперматозоид, содержащий  $Y$ -хромосому, развивается мужской организм, который является гомозиготным по половому признаку.

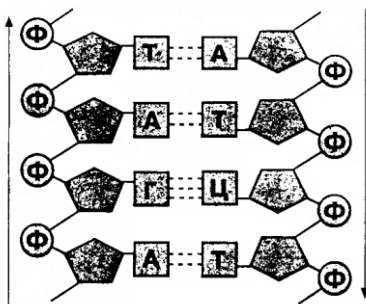
Возникает более ясное определение генотипа, как системы взаимодействующих генов. Взаимодействуют друг с другом как аллельные, так и неаллельные гены, расположенные в различных локусах одних и тех же и разных хромосом.

Чтобы сделать такое взаимодействие «управляемым», генетика особо бурно развивается как на уровне изучения организма, органов, тканей и клеток, так и на молекулярно-генетическом уровне. Так макромолекулы ДНК являются носителями наследственной информации. Вся информация, заключённая в ДНК, называется генетической. Идея о том, что генетическая информация записана на молекулярном уровне и что синтез белков идёт по матричному принципу, впервые была сформулирована ещё в 1920-х годах выдающимся отечественным биологом Н.К. Кольцовым. Модель строения молекулы ДНК предложили Дж. Уотсон и Ф. Крик в 1953 году (см. схему 57). Она полностью подтверждена экспериментально и сыграла исключительно важную роль в развитии молекулярной биологии и генетики.

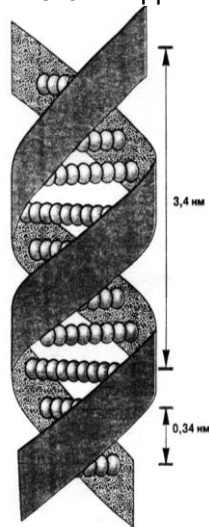
Схема 57. Структура дезоксирибонуклеиновой кислоты – ДНК.



а) Схема строения нуклеотидов.



б) Комплементарное соединение полинуклеотидных цепей ДНК.



в) Участок двухспиральной молекулы ДНК.

Молекулы ДНК в основном находятся в ядрах клеток и в небольших количествах в митохондриях и хлоропластах. Наконец, ДНК участвует в качестве матрицы в процессе передачи генетической информации из ядра в цитоплазму к месту синтеза белка. При этом, на одной из её цепей по принципу комплементарности из нуклеотидов окружающей молекулу среды синтезируется и макромолекула РНК.

РНК – так же, как ДНК, представляет собой биополимер, мономерами которого являются нуклеотиды. Азотистые основания трех нуклеотидов те же самые, что входят в состав ДНК (аденин, гуанин, цитозин), четвертое – урацил - присутствует в молекуле РНК вместо тимина. Нуклеотиды РНК отличаются от нуклеотидов ДНК и по строению входящего в их состав углевода: они включают другую пентозу - рибозу (вместо дезоксирибозы). В цепочку РНК нуклеотиды входят путем образования связей между рибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого.

РНК переносят информацию о последовательности аминокислот в белках, т.е. о структуре белков, от хромосом к месту их синтеза, т.е. участвует в синтезе белков. По структуре различают двухцепочные и одноцепочные РНК. Двухцепочные РНК являются хранителями генетической информации у ряда вирусов, т.е. выполняют у них функции хромосом.

Существует несколько видов одноцепочных РНК. Их названия обусловлены выполняемой функцией или местонахождением в клетке.

Большую часть цитоплазмы (до 80-90%) составляет рибосомальная РНК (р-РНК), содержащаяся в рибосомах. Молекулы р-РНК относительно невелики и состоят из 3-5 тысяч нуклеотидов. РНК зависит от длины участка ДНК, на котором они были синтезированы.

Молекулы информационной РНК (и-РНК) могут состоять из 300-30000 нуклеотидов.

Транспортные РНК (т-РНК) включают 76-85 нуклеотидов. Выполняют несколько функций. Они доставляют аминокислоты к месту синтеза белка, «узнают» (по принципу комплементарности) триплет и-РНК, соответствующий переносимой кислоте, осуществляют точную ориентацию аминокислоты на рибосоме.

Огромное количество отобранных эволюцией уникальных сочетаний аминокислот воспроизводится путём синтеза нуклеиновых кислот с такой последовательностью азотистых оснований, которая соответствует последовательности аминокислот в белках. Каждой аминокислоте в полипептидной цепочке соответствует комбинация из трёх нуклеотидов - триплет. Так, аминокислоте цистеину соответствует триплет АЦА, валину – ЦАА, лизину – ТТТ и т.д. Таким образом, определённые сочетания нуклеотидов и последовательность их расположения в молекуле ДНК является генетическим кодом, несущим информацию о структуре белка.

Код включает все возможные сочетания трёх (из четырёх) азотистых соединений. Таких сочетаний может быть  $4^3 = 64$ , в то

время как кодируется только 20 аминокислот. Эта избыточность кода имеет большое значение для повышения надёжности передачи генетической информации.

Генетика привела к новым представлениям об эволюции, а также именно на основе генетики были сформулированы основные аксиомы биологии.

Аксиома 1. Все живые организмы должны состоять из фенотипа и программы для его построения (генотипа), передающейся по наследству из поколения в поколение. Наследуется не структура, а описание структуры и инструкция по её изготовлению. Жизнь на основе только одного генотипа или фенотипа невозможна, т.к. при этом нельзя обеспечить ни самовоспроизведения структуры, ни её самоподдержания.

(Д. Нейман, Н. Винер)

Аксиома 2. Генетические программы не возникают заново, а редицируются матричным способом. В качестве матрицы, на которой строится ген будущего поколения используется ген предыдущего поколения. Жизнь – это матричное копирование с последующей самосборкой копий.

(Н.К. Кольцов)

Аксиома 3. В процессе передачи из поколения в поколение генетические программы в результате многих причин изменяются случайно и ненаправленно, и лишь случайно эти изменения оказываются приспособительными. Отбор случайных изменений не только основа эволюции жизни, но и причина её становления, потому что без мутаций отбор не действует. Эта аксиома основана на принципах статистической физики и принципе неопределенности В. Гейзенберга.

Аксиома 4. В процессе формирования фенотипа случайные изменения генетических программ многократно усиливаются, что делает возможным их селекцию со стороны факторов внешней среды. Из-за усиления в фенотипах случайных изменений эволюция живой природы принципиально непредсказуема.

(Н.В. Тимофеев-Ресовский)

Последняя аксиома биологии указывает и на достаточно трудный путь антропологического исследования родословной человека и право на существование различных теорий происхождения жизни. Более того, проблема происхождения и предназначения человека на Земле и в Космосе может быть решена в рамках целостной культуры и картины мироздания (бытия), включая мифологическую, религиозную, философскую и естественнонаучную

картины мира. При этом естественно необходимо учитывать фрактальную структуру «стрел времени», рассмотренную в лекции №7, посвященной панораме современного естествознания.

#### **8.4. Синтетическая теория эволюции биологических структур материи. Макро- и микроэволюция.**

Принцип дополнительности эволюционных идей с креационизмом, отмеченный нами ранее в лекции №7, характерен и для принципа развития Ж.Б. Ламарка, который постулировал следующие положения: организмы изменчивы; виды (и другие таксономические категории) условны и постепенно преобразуются в новые виды; общая тенденция исторических изменений организмов – постепенное совершенствование их организации (градация), движущей силой которой является изначальное (заложенное Творцом) стремление природы к прогрессу. Для ламаркизма характерны два дополняющих друг друга признака: телеологизм – как присущее организмам стремление к совершенствованию, организмоцентризм – признание организма в качестве элементарной единицы эволюции.

Чарльз Дарвин, обобщив отдельные эволюционные идеи, создал стройную развернутую теорию эволюции. Движущими силами эволюции он считал наследственную изменчивость и естественный отбор, а в качестве элементарной единицы эволюции организм каждого вида, т. е. фактически отдельных особей. Выживающие особи дают начало следующему поколению, и таким образом «удачные» положительные изменения передаются следующим поколениям. Очень часто теорию естественного отбора Чарльза Дарвина противопоставляют креационизму. Однако обратимся к эстетике мышления Чарльза Дарвина: «Мир покоится на закономерностях и в своих проявлениях представляется, как продукт разума – это указание на его Творца».

Нам бы хотелось отметить, что под биологической эволюцией понимают необратимый статистический процесс исторического развития живой природы, начиная с момента абиогенного возникновения первых живых организмов на Земле до настоящего времени. Он включает в себя как адаптационный, так и бифуркационный механизм эволюции. При более пристальном изучении биологической эволюции становится виден её «приводной ремень», а именно тот факт, что развитие не происходит прямолинейно от худшего к лучшему. Данный «приводной ремень» является мутацией – произвольным изменением наследственного материала, ведущим только к тому, чтобы потомки могли развить те

задатки, которых еще не имели их родители. Этот «приводной ремень» и лежит в основе синтетической теории эволюции, которая объединяет теорию естественного отбора Ч. Дарвина прежде всего с генетикой, а также и с экологией, и в значительной степени противопоставляет себя религиозным трактовкам креационизма.

Остановимся на основных положениях синтетической теории биологической эволюции (СТЭ).

Материалом для эволюции служат, как правило, очень мелкие, однако дискретные изменения наследственности – мутации. Мутационная изменчивость поставляет материал для естественного отбора и носит случайный характер.

Ведущим движущим фактором эволюции является естественный отбор, основанный на селекции случайных и мелких мутаций. Поэтому иногда теорию отбора называют «селектогенез».

Наименьшая эволюционная единица – популяция, а не особь.

Эволюция в основном носит дивергентный характер, то есть один вид может стать предком нескольких дочерних видов, но каждый вид имеет единственный предковый вид, единственную предковую популяцию.

Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование мыслится как поэтапная смена одной временной популяции чередой последующих временных популяций.

Вид состоит из множества соподчиненных морфологически, физиологически и генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц – подвидов, популяций.

Обмен генами возможен лишь внутри вида. Если мутация имеет положительную селективную ценность на территории всего ареала вида, то она может распространяться по всем его подвидам и популяциям. Отсюда следует краткое определение вида как генетически целостной и замкнутой системы.

Поскольку критерием вида является его репродуктивная обособленность, то естественно, что этот критерий неприменим к формам без полового процесса, например, к агамным и партеногенетическим организмам. Таким образом, СТЭ оставила вне видового статуса огромное множество прокариот, не имеющих полового процесса, а также некоторые специализированные формы высших эукариот, вторично утративших половой процесс.

Макроэволюция, или эволюция на уровне выше вида, идет лишь путем микроэволюции, под которой понимают видообразование. Согласно СТЭ, не существует закономерностей макроэволюции, отличных от микроэволюционных, хотя есть явления (парал-

## Концепции современного естествознания

лелизм, конвергенция, аналогия, гомология), которые легче исследовать на макроэволюционном уровне.

Каждая систематическая единица (вид, род и т.д.) должна иметь единственный корень. Это обязательное условие для самого права на существование рассматриваемой группы. Ведь эволюционная систематика строит свою классификацию, исходя из их родства. А согласно четвертому постулату СТЭ, родственны только те группы, которые идут от одной эволюционной ветви. Если же у вида вдруг обнаруживаются в пределах две разные ветви, его следует разделить.

Исходя из всех упомянутых постулатов, ясно, что эволюция непредсказуема: она не направлена к некоей конечной цели.

Представим в схематическом виде основные факторы и направления эволюционного биологического процесса (см. схему 58).

Схема 58. Основные факторы и направления эволюционного процесса СТЭ.

Основные факторы и направления СТЭ	Их определения и характерные процессы
Наследственная изменчивость	Двусторонность наследственности, т.е. свойства организмов повторять в ряду поколений сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом, и изменчивости, т.е. изменения и превращения организмов под действием внешней среды.
Борьба за существование	В результате борьбы за существование природа осуществляет отбор признаков, способствующих приспособлению вида к изменяющимся условиям существования.
Естественный отбор. Основными формами естественного отбора являются:	Единственный эволюционный процесс, который действует в пределах популяции, задавая в результате мутации, миграции особей, изоляции и случайного дрейфа генов, эволюционные преобразования, происходящие в генофондах популяций.
Движущий отбор;	Движущий отбор и направленное изменение признака или свойства, переставшего соответствовать новым условиям

## Концепции современного естествознания

	среды.
Стабилизирующий отбор;	Стабилизирующий отбор с преимуществом в размножении особей со средним выражением признака происходит при постоянных условиях среды.
Дизруптивный отбор	Дизруптивный отбор благоприятствует сохранению крайних форм и элиминирует промежуточные. Это приводит к разделению популяции на две или несколько групп.
Главных направлений эволюционного процесса по А.Н. Северцову может быть три: Ароморфоз;	Ароморфоз или морфологический прогресс – возникновение новых жизненных форм, в результате повышения уровня организации, обеспечивающего повышение жизнеспособности, расширения среды обитания и т.д.
Идиоадаптация;	Идиоадаптация – возникновение частных приспособлений, обеспечивающих существование организмов в конкретных условиях внешней среды.
Общая дегенерация или морфологический регресс.	Общая дегенерация – упрощение организации, чаще всего в результате редукции каких-либо органов и частей тела. Сужая «сферу жизнедеятельности», регресс ведет к резкой специализации, способности существовать в узком диапазоне условий среды.

Взаимодействие синтетической теории эволюции прежде всего с генетикой повлияло на выдвижение в качестве основного методологического принципа – гипотезы генобиоза происхождения жизни, т.е. первичности молекулярной системы со свойствами генетического кода. Первоначально в качестве такой системы рассматривали ДНК, но после открытия археобактерий с одноцепочной РНК, первичными стали системы с одноцепочной РНК. При этом РНК оказывается близкой по структуре и к методологическому принципу голобиоза, в котором первичными считались структуры, способные к элементарному обмену веществ при участии ферментных белков, в частности, коацерванты в концепции абиогенного происхождения жизни академика А.И. Опарина.

Многоликость и многогранность основных факторов и



направлений эволюционного процесса СТЭ приводит к главной идее, что в эволюции важно не совершенство, а умение принимать свои недостатки и делать из них неоспоримые достоинства. И для нас, людей, эта мысль тоже может быть полезной. Тем более, что список недостатков человека как биологического существа довольно обширен в сравнении с другими представителями живого мира, и даже в генетическом плане в сравнении с обезьянами. Биологи Университета Мичигана, изучающие эволюцию, сравнили 14 тысяч генов человека и обезьяны. В результате был сделан вывод, что у шимпанзе с помощью перманентного отбора настолько значительно совершенствовались 233 гена, что ни одна мутация не смогла бы их улучшить, а у человека лишь 154 таких совершенных гена. Неблагоприятные признаки шимпанзе на протяжении эволюции отбраковались эффективней, чем у человека.

Однако у человека есть одно несомненное преимущество – это феномен сознания и фантастический по своим интеллектуально-информационным возможностям мозг. Как отмечает академик Н.П. Бехтерева: «Всю свою жизнь я посвятила изучению самого совершенного органа – человеческого мозга. И пришла к выводу, что возникновение такого невозможно без творца. Эволюция мозга, как её рисовали антропологи, практически нереальна. Недаром они сейчас отказываются от многих своих данных».

Итак, тайн, загадок и даже странностей эволюции достаточно много. И главное, что наука не должна стать средством губительного отторжения человека от природы и потери веры в то, что в его концептуальном фонде познания природы и в генофонде все элементы значимы и важны.

## ЛЕКЦИЯ 9. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК

### 9.1. Человек как особый уровень организации живой материи. Феномен человека "как существа трёх-стороннего - биосоциокультурного".

С биологической точки зрения появление человека разумного - вполне ординарное событие. Количество всех видов животных, населяющих Землю - более полутора миллионов, из них видов позвоночных насчитывается около 70 тысяч, среди которых и биологический вид - человек разумный (*Homo sapiens*).

Но человек - носитель разума, мысли, особый феномен природы. Человека можно рассматривать как особый уровень организации живой материи.

Живой организм представляет собой открытую физико-химическую систему, существующую в окружающей среде в стационарном состоянии. В отношении человека как биологического существа это может быть выражено словами французского физиолога Клода Бернара: «Постоянство внутренней среды является обязательным условием свободной жизни».

Для наглядности представим схематически термины и понятия, характеризующие развитие и разнообразие системы саморегуляции живого организма (см. схему 59).

Схема 59. Развитие и разнообразные системы саморегуляции живого организма.

*Онтогенез* - индивидуальное развитие организма, совокупность преобразований организма от зарождения до конца жизни - изучен весьма недостаточно, чтобы целенаправленно влиять на индивидуальное развитие организма человека с целью его здоровья и продления жизни.

*Гомеостаз* - разнообразные системы саморегуляции на уровне клеток и на уровне тканей - опирается на понятие отрицательной и положительной обратных связей. Отрицательная обратная связь приводит при нарушении равновесия в гомеостатических системах живых организмов к устранению этого нарушения и возвращению системы в исходное состояние. Итак, именно отрицательная обратная связь лежит в основе «постоянства внутренней среды - обязательного условия свободной жизни человека». Положительная обратная связь приводит к тому, что возникающее возмущение вызывают такие послед-

ствия, которые его усиливают, то есть нарушают «условие свободной жизни человека». Это стрессы, болезни, а порой и социальные катастрофы.

Эндокринная и нервная системы управления. В нервной системе управления в качестве каналов передачи информации выступают нейроны, и особая роль в управлении принадлежит безусловным и условным рефлексам. Безусловные рефлексы наследуются потомством от родителей и сохраняются в течении всей жизни.

Рефлексы, приобретаемые организмом в течение жизни и образующиеся в результате сочетания безразличных раздражителей с безусловными, И.П. Павлов назвал условными рефлексами. С помощью образования условных рефлексов и их торможения осуществляется более гибкое приспособление организма к конкретным условиям существования.

В эндокринной системе управления в качестве каналов передачи информации выступают гормоны, секреция которых реализуется по принципу отрицательной обратной связи.

«Органы управления клетки» - ДНК, состоящие из нуклеотидов, последовательностью которых кодируется генетическая информация, и рибосомы, осуществляют информационно-аналитическую функцию.

«Постоянство внутренней среды» взаимосвязано с биологическими часами, как бы встроенными в организм на основе безусловных и условных рефлексов. С биологическими ритмами необходимо увязывать ритм труда и отдыха и помнить, как о генетике биологических, так и о социокультурных часах человека. Биоритмы проявляются не только во время бодрствования, но и во время медленного и быстрого сна. При этом сновидения – нормальная психическая деятельность мозга.

Преимущество человека перед другими высшими животными закреплено в материальном носителе разума - мозге. Выделить принципиальные различия в строении мозга человека и шимпанзе удалось только в последние 30 - 40 лет. Выяснено, что простейшей структурной единицей мозга служит не нервная клетка (нейрон), как считалось раньше, а структурный ансамбль таких клеток со сложными, но фиксированными разветвлениями взаимосвязей.

Эволюция мозга, его усложнение идет не столько за счет количественного роста нервных клеток (хотя такой рост имеет место), сколько за счет растущей организованности, упорядоченности как отдельных структурных ансамблей, так и центров, объединяющих отдельные функции в сложные поведенческие решения.

Нобелевская премия в области физиологии 1981 года была присуждена Р. Сперри за исследование межполушарной асимметрии головного мозга, т.е. различий функций двух его полушарий. На макроуровне мышления в целом намечаются две тенденции в психологическом восприятии действительности: правополушарная - интегрирующая, синтетическая, левополушарная - дифференцирующая, аналитическая. В частности, левое полушарие ответственно за речь и логическое мышление, а правое полушарие за ориентацию в пространстве и восприятие музыки и живописи.

Может сложиться иллюзия, что каждая из тенденций познавательной деятельности мозга, взятая в отдельности, искажает восприятие действительности. На самом деле обе тенденции способствуют адекватному объяснению природы и имеют одинаковую значимость в её познании. Именно в гармонии обеих тенденций познания окружающий мир постигается в адекватной форме не только отдельным человеком, но и научной мыслью коллективного разума.

Отметим одно характерное обстоятельство так же задающее единое поле сознания. Строение ансамблей нервных клеток, их связи в мозгу программируются генетическим аппаратом. Развитость речевых и двигательных структурных ансамблей мозга человека наследуется детьми от родителей. Но наследуются не речь и не трудовые навыки как таковые, а лишь потенциальная возможность их последующего приобретения. Генетические возможности реализуются только при условии, что с раннего детства конкретный ребенок воспитывается и обучается в сообществе людей, в постоянном общении с ними. Генетический потенциал ограничен во времени жесткими возрастными рамками. Если сроки пропущены, то потенциал гаснет, а человек остается на уровне того же примата.

У человека выделяются лобные доли, которые согласно сложившимся представлениям осуществляют интеграцию различных функций мозга в целенаправленные поведенческие реакции, а также участвуют в ассоциативных и обобщающих мыслительных процессах. У человека рекордная для животного мира относительная площадь лобных долей мозга, достигающая 25%. Комментарии здесь излишни.

Итак, со строением мозга и его программированием генетическим аппаратом, развивающимся в процессе обучения и воспитания, взаимосвязана особая нейрофизиологическая сущность человека, проявляющаяся в едином поле сознания. Единое поле сознания связывает эмоции, сознание, внимание память, мышление

## Концепции современного естествознания

в единое поле функциональной системности.

Представим единое поле сознания схематически (см. схему 60) на основе терминов и понятий, характеризующих особую физиологическую сущность человека.

Схема 60. Единое поле сознания в терминах и понятиях, характеризующих особую физиологическую сущность человека.

*Сознание.* В рамках материализма сознание определяли, как высшую форму отражения мозгом человека окружающего мира в форме сознания. В рамках дуализма сознание - это особая форма бытия, включающая в себя как материалистическое, так и идеалистическое познание мира. В последние годы формировалась и становилась всё более популярной в философии и особенно в нейрофизиологии концепция сознания как реального биологического феномена. Она двусторонне-противоречива и дуализму, и материализму. Согласно этой концепции, сознание состоит из внутренних, качественных, субъективных состояний: ощущать, знать, мыслить и чувствовать. Сновидения при таком подходе тоже являются формой сознания (иногда говорят о под-сознании), хотя они во многом отличаются от обычного сознания во время бодрствования. Главные черты сознания в рамках данной концепции заключаются в том, что оно качественно, субъективно и едино. Качественность, субъективность и единство - не отдельные черты, скорее, как отмечает крупный американский философ Джон Сёрль, они являются аспектами одного свойства, и это свойство - глубинная сущность сознания, которая, на наш взгляд, подлечит все более возрастающему естественнонаучному познанию.

*Эмоции* - переживания, в которых проявляется отношение людей к окружающему миру и к самим себе.

*Память* - способность мозга запоминать, хранить и воспроизводить полученную информацию. При этом эта способность мозга не может быть сведена к компьютерным программам или к функциональным состояниям некой системы. Она включает в себя прежние впечатления, интеллектуальное оценивание, опыт, «направление соответствия от разума к миру и направление причинности от мира к разуму».

*Внимание* - сосредоточенность, избирательно познавательная направленность физиологических процессов, нацеленная на определенный объект, значимый в данный момент. Очевидно проявляется и в «направлении соответствия от разума к миру и направлении причинности от мира к разуму».

## Концепции современного естествознания

*Мышление* - сложнейший вид мозговой деятельности человека в процессе приспособления к новым условиям и решения новых жизненных задач. Верхняя граница продуктивности мышления задается индивидуальным уровнем общего информационно-коммуникативного интеллекта, который можно разделить на вербальный (лингвистический), пространственный и формализованный (физико-математический) подуровни. При этом, пожалуй, сознательная рациональность должна служить причинным механизмом, который работает причинно, хотя и не на основе предварительных достаточных причинных условий.

*Разум* - способность понимания и осмысления; в ряде философских учений - высшее начало и сущность, основа познания и поведения людей, высший уровень мышления. Однако, как подчеркивал академик Н.Н. Моисеев, мировоззрение никогда не может быть сведено к чисто научным рационалистическим представлениям. Разум не всесилен, ему доступно то, что «доступно». Наличие не только рациональной, но и иррациональной границ человеческой сущности особенно важно при рассмотрении биосоциокультурной модели человека.

Взаимодействие общества и природы задает неклассическую модель феномена человека, «как существа трехстороннего - биосоциокультурного». Такая модель феномена человека была предложена культурологом, социальным антропологом М.С. Каганом и приведена в схеме 61 с опорой на три понятия, которые системно задают сложную самоуправляющуюся целостную систему феномена человека. В эту же схему введена неклассическая модель рациональности с опорой на понятия биоэтики, социальной этики, здоровья и валеологии, усилившая сложность феномена человека в рамках неклассического разрыва между желаниями и убеждениями и самим действием.

Схема 61. Основные понятия неклассической модели человека «как существа трехстороннего, биосоциокультурного».

*Индивид* - обозначение человека, взятого как «особь», единственный представитель « homo sapiens » .

*Индивидуальность*. Культурологическая трактовка индивида, при которой на первый план выходит его самобытность, неповторимость, оригинальность, его «самость» и незаменимость (неустранимость).

*Личность*. - социологическая трактовка индивида, включающая в себя обретение им набора социокультурных и ценностных ориентаций.

Концепции современного естествознания

*Здоровье* (по определению в Уставе Всемирной организации здравоохранения). Здоровье является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов.

Физическое благополучие связано с биологическим понятием здоровья как гомеостатической саморегуляции внутреннего состояния организма, так и онтогенеза - индивидуального развития организма от зарождения до смерти. Душевное и социальное благополучие во многом задается социокультурным состоянием общества и личности.

*Валеология* – мировоззрение о единстве социального и индивидуального, о здоровья души и тела. Ее реализация невозможна без биоэтики.

*Биоэтика* - форма защиты прав человека, в том числе его права на жизнь, на здоровье, на ответственное и свободное самоопределение своей жизни.

*Социальная этика* - форма осознания социально-философского значения понятия общей судьбы в социокультурном аспекте совместного (глобального) проживания человечества на планете Земля. Включает в себя политическую, экономическую и предпринимательскую этику.

## 9.2. Концепции биосферы и ноосферы.

Биосфера (греч.: Bios - жизнь, sphaira - сфера) - термин был введен австрийским геологом и палеонтологом Э. Зюссом в 1872 году. Русский мыслитель и естествоиспытатель В.И. Вернадский внес основополагающий вклад в разработку концепции биосферы. Главным отличием биосферы от других геосфер Вернадский считал ее организованность. Он выделил семь компонентов биосферы, приведенных нами в рамках схемы 62.

Схема 62. Основные компоненты биосферы.

<i>Живое вещество</i> – совокупность всех живых организмов
<i>Косное вещество</i> – совокупность всех неживых тел, образующихся в процессах без участия живого
<i>Биогенное вещество</i> – совокупность неживых тел, образованных в результате жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, известняки, углеводороды, углеводы и т.п.)
<i>Биокосное вещество</i> – совокупность биокосных тел, представляющих собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (вода, почва, нефть)
<i>Радиоактивное вещество</i> – атомы радиоактивных элементов (радиоактивные изотопы)
<i>Рассеянные атомы</i> – атомы, относящиеся к диффузной материи (создаются из земных веществ под действием космических излучений)
<i>Вещество космического происхождения</i> – (метеориты, космическая пыль)

Классификация вещества биосферы, предложенная Вернадским, с логической точки зрения не является безупречной, так как выделенные категории вещества частично перекрывают друг друга, а «биокосное вещество» – это фактически динамическая система, состоящая из двух веществ – живого и косного, что подчеркивал и сам Вернадский.

Существуют в связи с этим видоизмененные классификации веществ биосферы. Так, например, А. В. Лано в 1979 г. ввёл всего два типа веществ: живое и неживое, внутри данных типов веществ выделил две градации по исходному материалу: биогенное и абиогенное.

Живое вещество обеспечивает биогеохимический круговорот веществ и превращение энергии в биосфере.



Живое вещество биосферы насчитывает около миллиона видов животных (75 % из них - членистоногие и лишь около 4 % - позвоночные) и около 400 тыс. видов растений. Животные и растения заселяют в основном сушу и составляют около  $2 \cdot 10^{12}$  тонн.

Особое место в трудах В.И. Вернадского занимает концепция эволюции биосферы. Он выделяет три этапа развития биосферы. Первый этап - возникновение первичной биосферы с биотическим круговоротом веществ. Ведущие факторы на этом этапе - геологические и климатические изменения на Земле. Второй этап - усложнение циклической структуры биосферы в результате появления одноклеточных и многоклеточных эукариотных организмов. Движущим фактором выступает биологическая эволюция. Оба этапа объединяют в понятие биогеоценоза. И, наконец, третий этап - возникновение человеческого общества и постепенное превращение биосферы в ноосферу. Этот этап получил понятийное определение ноогенеза. Ведущим фактором в этом процессе является разумная деятельность человека «как существа трехстороннего- биосоциокультурного», характеризующаяся рациональным регулированием взаимоотношений человека и природы.

Важное место в этом процессе играет все более возрастающий антропный характер закона максимума биогенной энергии (энтропии) - любая биологическая, а ей является и человек, или биосферная система, и особенно связанная с созданной человеком техносферой, находясь в состоянии динамического подвижного равновесия с окружающей средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду, если этому не препятствуют внешние факторы.

Ноосфера представляет собой область взаимодействия человека и природы, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится основным определяющим фактором развития. Понятие «ноосфера» введено Э. Леруа и П. Тейяром де Шарденом в 1927 г. В 30 - 40-е гг. XX вв. В.И. Вернадский развил представление о ноосфере в рамках ноогенеза - эволюционного процесса, управляемого человеческим сознанием. Структура ноосферы включает: человечество, социальные системы, науку и технологии в единстве с биосферой.

### 9.3. Концепции экологии

Концепции ноосферы и биосферы все теснее переплетаются в концепциях экологии. Господствующий до конца XX столетия экономический императив все чаще заменяется экологическим. На наш взгляд правильней говорить о двусторонности взаимодействия

экологического и социально-экономического образов мышления. В этом плане все более важную роль приобретают социально-эколого-экономические модели в ноосферном развитии общества и соответствующая социально-эколого-экономическая синергетика интеллектуальной сферы культуры.

Экология (от греч. oikos – дом, жилище, местообитание и logos – учение) – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания. Термин «экология» впервые ввел немецкий биолог Э. Геккель (1866 г.) как «познание экономики природы, одновременное исследование взаимоотношения живого с органическими и неорганическими компонентами среды...».

В рамках концепции экологии выделяют основные предметные основания экологии, экологические факторы и экологические законы Б. Коммонера (1974г.) взаимодействия природы и общества, сгруппированные нами в схеме 63.

Схема 63. Предметные основания экологии, экологические факторы и законы.

1. *Биоэкология* - одна из биологических наук, изучающая отношения биологических организмов (особей, популяций, сообществ) между собой и окружающей средой, опирающаяся на одну из основных идей биологии: «Все живое связано между собой».

2. *Глобальная экология* - комплексная (междисциплинарная) наука, синтезирующая данные наук о природе и взаимодействии природы и общества. Наука о ценности природы для всей человеческой цивилизации

3. *Экологические факторы* - любые элементы среды, способные оказывать влияние на живые организмы и характер их отношений. Различают три группы факторов: абиотические, биотические и антропогенные.

3.1. *Абиотические факторы* – совокупность физических и химических условий неорганического мира. К абиотическим факторам относят климатические, почвенные, гидрологические и географические.

3.2. *Биотические факторы* – совокупность экологических факторов, источником которых служит влияние живых организмов на другие организмы.

3.3. *Антропогенные факторы* – факторы человеческой деятельности, воздействующие на экосистемы.

Все группы факторов могут быть прямыми и косвенными.

#### 4. Законы экологии Б. Коммонера:

4.1. Первый закон Коммонера: «Все связано во всём».

4.2. Второй закон Коммонера: «Все должно куда-то деваться».

4.3. Третий закон Коммонера: «Природа знает лучше».

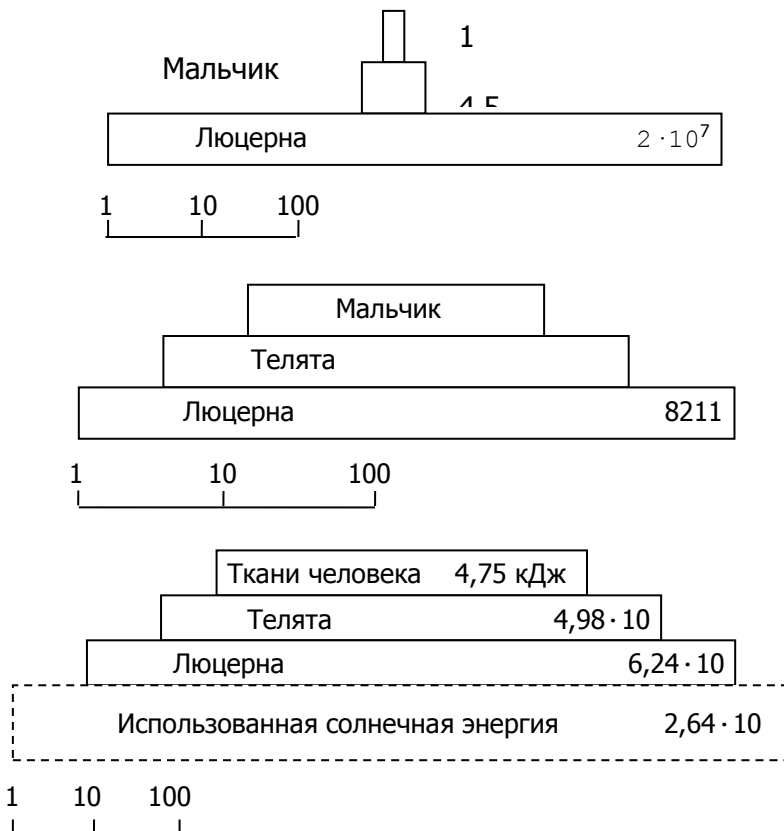
4.4. Четвёртый закон Коммонера: «Ничто не даётся даром».

Даже краткий схематический анализ концепций экологии указывает не только на принципиально важную роль её в курсе «Концепции современного естествознания», но явно указывает на многогранность и многоликость экологии в современной экономике природопользования, а также на её особое значение в развитии и сохранении человеческой цивилизации.

Особое значение предается динамике экосистем и экологической нише, т.е. совокупности всех факторов среды, в пределах которой возможно существование вида в природе, в частности, и вида - человек разумный (*homo sapiens*). Мы для примера привели пирамиды чисел (а), биомасс (б) и энергии (в), представляющих упрощенную экосистему: люцерна (продуцент) - телята (консумент) - мальчик 12 лет (по Ю. Одуму, 1959) (см. схему 64).

Схема 64. Экологические пирамиды упрощенной экосистемы: люцерна-телята-мальчик

## Концепции современного естествознания



Пирамида чисел (а) показывает, что если бы мальчик питался в течение одного года только телятиной, то для этого ему потребовалось бы 4,5 теленка, а для пропитания телят необходимо засеять поле в 4 га люцерной, что составит  $2 \cdot 10^7$  растений. В пирамиде биомасс (б) число особей заменено их биомассой. В пирамиде энергии (в) учтена солнечная энергия. Люцерна использует 0,24 % солнечной энергии. Для накопления продукции телятами в течение года используется 8 % энергии, аккумулированной люцерной. На развитие и рост ребенка в течение года используется 0,7% энергии, аккумулированной телятами. В результате чуть более одной миллионной доли солнечной энергии, падающей на поле в 4 га, используется для ребенка в течение одного года.

В «законах» Б. Коммонера обращается внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе, любая природная си-

стема может развиваться только за счёт использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей её среды. Пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы, подобно человеку, не знакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Иллюстрацией здесь может служить то, что один лишь математический расчёт параметров биосферы требует безмерно большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела.

Особое значение для математических расчётов приобретает синергетический подход к пониманию целостности природы как кооперативного взаимодействия её частей (систем и подсистем) на основе неравновесной термодинамики и нелинейной динамики с использованием суперкомпьютеров.

#### **9.4. Козволюционная синергетическая парадигма современного естествознания.**

Основополагающая концепция козволюции природных систем и человека в глобальном масштабе опирается на двухстороннее взаимодействие антропоного принципа и принципа глобального эволюционизма.

Антропоный принцип, как мы уже отмечали, утверждает, что даже незначительное отклонение значения любой из фундаментальных (мировых) констант приводит к невозможности появления во Вселенной высокоупорядоченных структур, в том числе и человека.

Принцип глобального эволюционизма распространяет развитие на основе единого древа эволюции (иерархии «стрел времени») на все сферы бытия, устанавливая связь между неживой, живой и социальной материей. Принцип, провозглашающий единство эволюционирующего Космоса.

Существенное место в исследованиях взаимоотношений человека и космоса занимает учение гелиобиолога А.Л. Чижевского, который занимался изучением солнечно – земных связей. Космические излучения и, прежде всего, энергия Солнца оказывают постоянное действие на все явления на Земле: химические превращения в педосфере и земной коре, развитие атмо-, гидро- и литосферы планеты протекают под непосредственным воздействием солнечного излучения.

Солнце является основным (наряду с космическим излучением и энергией радиоактивного распада в недрах Земли и вулканической деятельностью) источником энергии, причиной всего на

Земле – от легкого ветерка до смерчей и ураганов, от фотосинтеза растений до умственной активности человека. Биосфера улавливает лишь небольшую часть солнечной энергии, поступающей на Землю.

А.Л. Чижевский считал, что Солнце диктует ритм большинства биологических процессов на Земле: когда на нем образуется много пятен, появляются хромосферные вспышки и усиливается яркость короны, на нашей планете разряжаются эпидемии, активизируются социальные процессы (в том числе социальные конфликты – войны, бунты, революции), усиливается рост деревьев, особенно сильно размножаются вредители сельского хозяйства и микроорганизмы – возбудители различных болезней. По его подсчетам, во время минимальной солнечной активности происходит минимум массовых активных социальных проявлений в обществе (5%), во время же пика активности Солнца их число достигает 60% (1905г., 1917г., 1941г.). Ритмичность активности Солнца составляет в среднем 11 лет.

Человек все активней вмешивается во взаимоотношения биосферы и Солнца, создав термодинамический кризис на основе парникового эффекта из выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу и озоновые дыры с помощью фреонов. Тем не менее, всё-таки прав Б Коммонер, утверждая в одном из своих законов экологии, что «Природа знает лучшее».

Возможно, стратегическая социокультурная нестабильность XXI века взаимосвязана с цикличностью как экзогенных, в том числе обусловленных антропогенными факторами, так и эндогенных геодинамических процессов, эволюцию которых мы ещё в недостаточной степени можем предсказать, а тем более контролировать.

И в этом плане особое значение приобретает проблема происхождения и предназначения Человека на Земле и в Космосе, которая может быть решена только в рамках целостной культуры и картины мироздания (бытия), включая мифологическую, религиозную, философскую и естественнонаучную картины мира.

С принципом универсального эволюционизма тесно связана синергетическая концепция взаимопроникновения Порядка и Хаоса. Оформилась коэволюционная синергетическая парадигма современного естествознания, которая включает в себя «понятийную сетку» истинного предназначения ноосферы – коэволюции всех природных систем Космоса и Человека, а также синергетики, т.е. совокупности наук о взаимопроникновении Порядка и Хаоса (см.

лекцию 5) в изучении общих закономерностей процессов самоорганизации в открытых неравновесных системах. Синергетике есть, что сказать о глобальных кризисах в коэволюции природных систем и человека, о стратегической нестабильности социокультурного пространства человеческой цивилизации в XXI веке.

Необратимость, неопределенность, нелинейность встроены в механизм эволюции. Эволюцию динамических систем во времени удобно анализировать с помощью фазового пространства – абстрактного пространства с числом измерений, равных числу переменных, характеризующих состояние системы.

В случае хаотического движения фазовые траектории перемещаются, возникает область фазового пространства, заполненная хаотическими траекториями, называемая странным аттрактором.

Странность состоит в том, что, попав в область собранного аттрактора, точка (выбранное наугад решение) будет «блуждать» там, и только через большой промежуток времени приблизится к какой-то его точке. При этом поведение системы, отвечающее такой точке, будет сильно зависеть от начальных условий.

Важнейшим свойством странных аттракторов является фрактальность. Фракталы – это объекты, проявляющие по мере увеличения все большее число деталей. Известно, что прямые и окружности – объекты элементарной геометрии – природе не свойственны. Структура вещества чаще принимает замысловатые ветвящиеся формы, напоминающие обтрепанные края ткани. Примеров подобных структур много: это и коллоиды, и отложения металлов при электролизе, и клеточные популяции.

Особое значение понятия аттрактора играет в теории катастроф, при этом важную роль в ветвлении не только эволюционных, как природных, так и социальных систем играют как аттракторы и фракталы, так и бифуркации систем в их критических состояниях.

Принципиальная чувствительность к начальным условиям наглядно проявляется как, например, в инфляционной космологии, так и в истории человечества. В периоды устойчивого развития случайность (например, смерть национального лидера или стихийное бедствие) лишь переводило развитие общества с одной траектории на близкую. Иной результат наблюдается в периоды неустойчивого развития – малое случайное отклонение приводит к существенным изменениям в развитии общества.

Даже в исследовании творческого процесса понятия и принципы двойственного взаимодействия порядка и хаоса (самореализации и катастрофы) позволяют в новом ракурсе интерпретировать

### Концепции современного естествознания

один из главных инструментов творчества – интуицию, особое творческое состояние вдохновения и показать особое значение взаимодействия экономики и образования, науки и технологий, экологии и техносферы.

Методологическое значение идей синергетики заключается и в прояснении опасности биосферных «бифуркаций», вызванных всё возрастающим антропогенным воздействием на биосферу и способных непредсказуемо и необратимо направить эволюцию биосферы по губительной для цивилизации ветви развития.

Вполне очевидно, что коэволюционная синергетическая парадигма современного естествознания задает глобальную «понятийную сетку» в исследовании как неживой, так живой и социальной материи.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Напомним, что выполнение контрольной работы предусматривается в форме реферата. Выбор темы контрольной работы осуществляется в соответствии с последними двумя цифрами зачётной книжки.

Темы рефератов указаны после таблицы вариантов.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Таблица № 2

Задаётся предпоследней цифрой зачётной книжки											
Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Задаётся последней цифрой	0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
	1	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20
	2	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30
	3	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40
	4	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50
	5	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60
	6	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70
	7	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80
	8	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.88	1.89	1.90
	9	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96	1.97	1.98	1.99	1.100

### ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

1.1. Предмет и задачи учебного курса «Концепции современного естествознания».

1.2. Интеллектуальная сфера культуры и её связь с современным естествознанием.

1.3. Научный метод.

1.4. Модели науки. Физические исследовательские программы.

1.5. Математическая научная программа античности.

1.6. Корпускулярная (атомистическая) научная программа античной натурфилософии.

1.7. Континуалистская научная программа античной натурфилософии.

1.8. Геоцентрическая картина мира античной натурфилософии.

1.9. Средневековая схоластика и её роль в становлении абстрактно-модельного образа мышления аналитического естествознания.

Концепция натуральной магии раннего Ренессанса.

1.11. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине мира.

1.12 Коперниковская революция и становление гелиоцентрической картины мира.

1.13 Становление рационального мышления аналитического естествознания.

1.14 Становление механистической картины мира. И. Ньютон как основатель классической механики.

1.15. Становление учения о составе в классической химии в трудах Р. Бойля, М. В. Ломоносова и А. Лавуазье.

1.16. К. Линней и его роль в становлении классической (натуралистской) биологии.

1.17. О роли Г. Кавендиша и Ш. Кулона в установлении закона электрического взаимодействия.

1.18. О роли Л. Эйлера, У. Гамильтона, Ж. Лагранжа и П. Лапласа в построении здания аналитической и небесной механики. Лапласовский детерминизм. Механистическая картина мира.

1.19. О роли Дж. Дальтона и Й. Берцелиуса в становлении химической атомистики и атомно-молекулярной модели вещества.

1.20. Теории катастроф и геологического эволюционизма (Ж. Кювье и Ч. Лайель).

1.21. Теория эволюции живой материи (Ж. Ламарк, Ч. Дарвин). Парадигма эволюции Ч. Дарвина.

1.22. Становление структурной химии (А.М. Бутлеров, Я. Вант-Гофф)

1.23. Становление феноменологических начал (законов) равновесной термодинамики (Ю. Майер, Г. Гельмгольц, У. Томсон (Кельвин), С. Карно, Р. Клаузиус, Л. Больцман).

1.24. Периодический закон химических элементов Д.И. Менделеева (исторический обзор).

1.25. Становление и развитие классической электродинамики (М. Фарадей, Д. Максвелл, Г. Герц). Электромагнитная картина мира.

1.26. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в классическом естествознании.

1.27. Открытие рентгеновского и радиоактивного излучений. Естественная и искусственная радиоактивность.

1.28. Квантовая гипотеза и квантовая (квазиклассическая) теория атома (М. Планк, А. Эйнштейн, Э. Резерфорд, Н. Бор).

1.29. Химическая термодинамика и статистическая физика в трудах Дж. Гиббса, Л. Больцмана и Д. Максвелла.

1.30. Классическая, неклассическая и постнеклассическая стратегии естественнонаучного мышления.

1.31. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в неклассическом естествознании.

1.32. От корпускулярной и континуальной концепций описания природы к корпускулярно-волновому дуализму микрочастиц и квантово-полевой физической исследовательской программе.

1.33. Структурные уровни материи в рамках современной физики: гипермир, мегамир, макромир, микромир, гипомир.

1.34. Фундаментальные взаимодействия и основные идеи их объединения в современной физической исследовательской программе – единой теории поля.

1.35. Концепция пространственно-временных отношений в механистической физической исследовательской программе.

1.36. Концепция пространственно-временных отношений в релятивистской физической исследовательской программе.

1.37. Принцип симметрии. Теорема А. Нетер о связи принципа глобальной симметрии с фундаментальными законами сохранения.

1.38. Дисимметрия, творящая явление в рамках взаимодействия, и, в частности, расширяющая не только принципы относительности, но и фундаментальные законы сохранения.

1.39. Основные идеи, лежащие в основе квантовой механики и квантово-полевой картины мира. Соотношения неопределённости В. Гейзенберга.

1.40. Статистический характер волновой функции и волнового уравнения Шредингера как уравнения движения «квантовой частицы». Постулаты Бора для атома и квантовой системы.

1.41. Задание микросостояния электронов в атоме с помощью квантовых чисел. Принцип Паули.

1.42. Принцип тождественности одинаковых квантовых частиц. Квантовые статистики.

1.43. Общенаучный смысл принципов неопределённости, дополнительности и соответствия, сформировавшихся в квантово-полевой картине мира.

1.44. Соотношение статистических и динамических закономерностей (теорий) в природе.

1.45 Основные условия и характеристики (макропараметры) равновесного теплового макросостояния.

Концепции современного естествознания

1.46. Термодинамическое описание макросостояния на основе начал (законов) равновесной термодинамики.

1.47. Статистические законы макросостояния. Броуновское движение. Энтропия как мера беспорядка.

1.48. Общие представления о неравновесной термодинамике.

1.40. Синергетика как теория самоорганизации неравновесных открытых систем

1.50. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии в постнеклассическом естествознании

1.51. Структурные уровни материи в рамках современной химии. Классификация веществ и их основных химических моделей.

1.52. Учение о составе вещества. Проблема химического элемента. Проблема химического соединения.

1.53. Периодическая система химических элементов в электронной модели атома.

1.54. Основные типы химических связей.

1.55. История и проблемы структурной химии.

1.56. Учение о химических процессах. Принцип Ле-Шателье. Закон действующих масс. Правило Вант-Гоффа. Закон Аррениуса.

1.57. Общие представления о физической химии и значение теории цепных химических реакций Н.Н. Семёнова в её становлении.

1.58. Катализ как неконтролируемое воздействия окружения. Ферментный катализ. Автокатализ.

1.59. Эволюционная химия. Субстратный и функциональный подходы.

1.60. Структура Мегамира. Модель нашей Галактики и Метагалактики.

1.61. Виды и характеристики звезд.

1.62. Эволюция звезд главной последовательности. Модель солнечной системы.

1.63. Основные этапы космологической шкалы (стрелы) времени.

1.64. Геохронологическая шкала (стрела) времени.

1.65. Основные модели геосфер Земли в рамках атмосферы и гидросферы.

1.66. Основные модели геосфер Земли в рамках литосферы и баросферы. Их химический состав и геофизические характеристики.

1.67. Экзогенные и эндогенные геодинамические процессы,

- и их роль в экологических кризисах и катастрофах.
- 1.68. Натуралистский (классический) образ биологии.
  - 1.69. Неклассический (физико-химический) образ биологии
  - 1.70. Эволюционный образ биологии.
  - 1.71. Разнообразие живого на Земле. Прокариоты и эукариоты. Автотрофы и гетеротрофы.
  - 1.72. Структурные уровни материи в рамках современной биологии.
  - 1.73. Законы наследственности по Г. Менделю
  - 1.74. Закон сцепления неаллельных генов Т. Моргана. Генетика пола.
  - 1.75. О роли Д. Уотсона и Ф. Крика в создании модели строения молекулы ДНК.
  - 1.76. О роли М. Ниренберга и Х. Корана в открытии структуры генетического кода.
  - 1.77. Генетика и эволюция. Основные аксиомы биологии.
  - 1.78. Достижения и проблемы «генной инженерии».
  - 1.79. Основные теории происхождения жизни на Земле.
  - 1.80. Теория биохимической эволюции на молекулярно-генетическом и онтогенетическом уровнях.
  - 1.81. Теория биохимической эволюции на популяционно-виновом и биогеоценотическом уровнях.
  - 1.82. Синтетическая теория эволюции. Микроэволюция. Макроэволюция.
  - 1.83. Системные управления в биологии на уровне тканей – эндокринная и нервная системы.
  - 1.84. Системы управления в биологии на уровне клетки.
  - 1.85. Здоровье человека и способы его сохранения.
  - 1.86. Биоритмы и их связь с генетикой биологических часов и ритмами солнечной активности и биосферы.
  - 1.87. Целостность организмов. Биохимическое единство живой природы. Проблема синхронизации часов на клеточном уровне.
  - 1.88. Концепция биосферы.
  - 1.89. О роли В.И. Вернадского в становлении учения о биосфере и ноосфере.
  - 1.90. Концепция ноосферы.
  - 1.91. Концепция экологии. Экологический императив развития биосферы.
  - 1.92. Взаимоотношение природы и общества. Законы экологии Б. Коммонера.
  - 1.93. Экология и здоровье человека.

Концепции современного естествознания

1.94. Человек как трёхстороннее существо – биосоциокультурное.

1.95. Неклассическая модель рациональности действия в интеллектуальной культуре «неустранимой» личности.

1.96. Здоровье как «состояние полного физического, духовного и социального благополучия». Валеология.

1.97. Взаимодействие биоэтики и социальной этики в деятельном подходе к культуре.

1.98. Взаимодействие сознания и подсознания в творческой деятельности человека.

1.99. Козволюция природы и человека. Корпускулярно-волновая модель человека. Человек как голограмма Вселенной.

1.100. Козволюционная синергетическая парадигма современного естествознания.

## КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПРИЛОЖЕНИЕ I

### Физические константы

Скорость света в вакууме		$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Гравитационная постоянная		$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Число Авогадро		$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Постоянная Больцмана		$K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Элементарный заряд		$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса электрона		$m_e = 0,91 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$
Масса протона		$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Постоянная Планка		$\hbar = h/2\pi = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Первый боровский радиус		$r = \hbar^2 / mc^2 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Атомная единица массы		$1 \text{ a.e.m.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Электрическая постоянная		$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Магнитная постоянная		$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$

### Астрономические постоянные и астрономические единицы

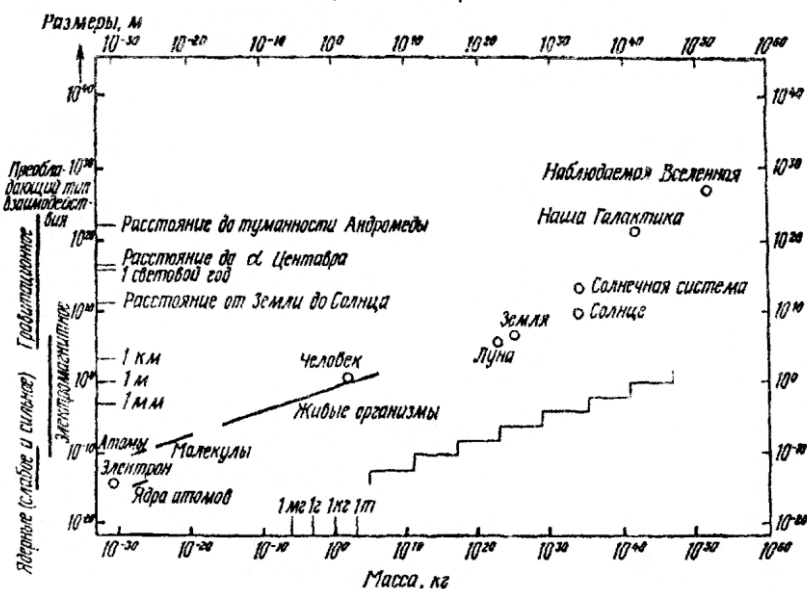
Астрономическая единица (среднее расстояние от Земли до Солнца)		$1,50 \cdot 10^{11} \approx 150 \text{ млн. км}$
Световой год		$9,46 \cdot 10^{15} \text{ м} = 6,32 \cdot 10^4 \text{ a.e.} \approx 0,31 \text{нс}$
Парсек		$3,09 \cdot 10^{16} \text{ м} = 3,2 \text{ свет. лет} = 2,06 \cdot 10^5 \text{ a.}$
Масса Солнца		$1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг} \approx 3,33 \cdot 10^5 \text{ масс}$

Земли

Концепции современного естествознания

Радиус Солнца	$6,96 \cdot 10^8 \text{ м} = 109$ радиусов
Земли	
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг} = 81,3$ массы
Луны	
Экваториальный радиус Земли	$6,38 \cdot 10^6 \text{ м}$
Период повторяемости солнечных и лунных затмений (сарос)	18 лет 11,3 дня

Диапазон размеров и масс объектов, встречающихся в окружающем нас мире

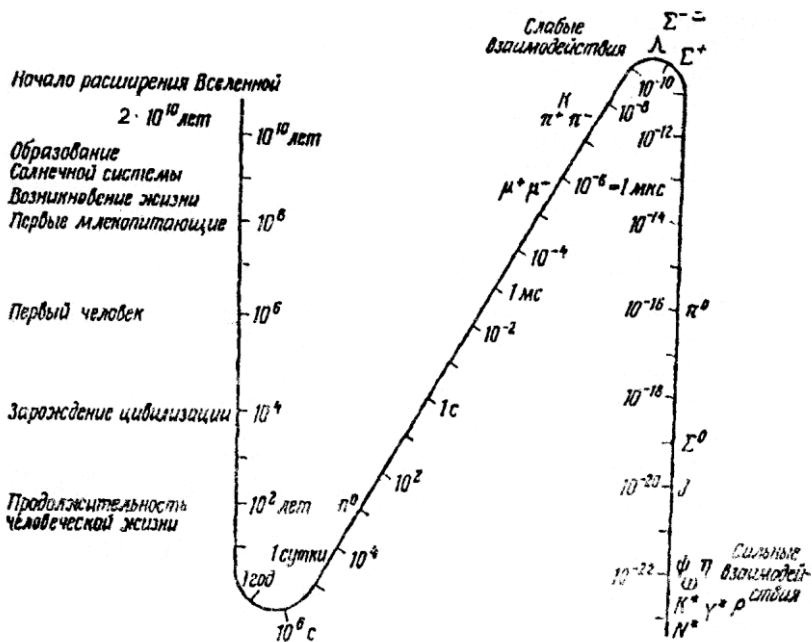


Каждое деление шкалы соответствует увеличению в 10 млрд. раз. На «лестнице» внутри одна ступенька соответствует увеличению линейных размеров в 100 раз (вертикальное направление) и увеличению массы в 1 млн. раз.

Диапазон промежутков времени, доступных измерению в современном естествознании.



Концепции современного естествознания



Шкала логарифмическая

Концепции современного естествознания

Группы Периоды	a I	a II	a III	a IV	a V	a VI	a VII	a VIII	VIII
1									
2	Li 6,94 Литий	Be 9,012 Бериллий	B 10,811 Бор	C 12,011 Углерод	N 14,0067 Азот	O 15,999 Кислород	F 18,998 Фтор	Ne 20,179 Неон	He 4,0026 Гелий
3	Na 22,989 Натрий	Mg 24,305 Магний	Al 26,981 Алюминий	Si 28,086 Кремний	P 30,973 Фосфор	S 32,06 Сера	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон	
4	K 39,098 Калий	Ca 40,08 Кальций	Sc 44,956 Скандий	Ti 47,90 Титан	V 50,942 Ванадий	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Марганец	Fe 55,847 Железо	
5	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,906 Иттрий	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,906 Ниобий	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,91 Технеций	Ru 101,07 Рутений	
6	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,33 Барий	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,948 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Рений	Os 190,2 Осмий	
7	Fr [223] Франций	Ra 226,025 Радий	Ac [227] Актиний	Ku [261] Куриум	Ns [269] Нобелий	At [210] Астат	Rn [222] Радон		
8	Pr 140,907 Прометий	Nd 144,24 Неодим	Pm [145] Прометий	Sm 150,4 Самарий	Eu 151,96 Европий	Gd 157,25 Гадолиний	Dy 162,50 Диспрозий	Ho 164,93 Холий	
9	Th 232,038 Торий	Pa 231,04 Пакорий	U 238,03 Уран	Np [241] Нептуний	Pu [244] Плутоний	Am [243] Америций	Cm [247] Кюрий	Bk [247] Беркелий	
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									
101									
102									
103									

# Устройство материи согласно Стандартной модели

Стандартная модель – теория, обобщающая современные представления об элементарном устройстве материи и взаимодействиях между частицами

## Фермионы – мельчайшие «кирпичики» материи

Большая часть фермионов не присутствует в обычной материи и рождается лишь в условиях очень высоких энергий (на ускорителях)

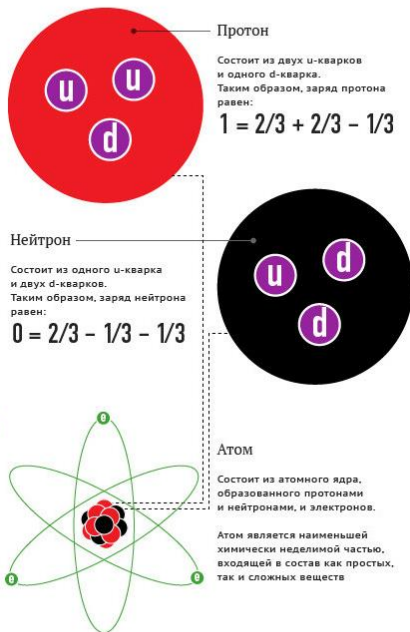
Окружающий нас мир практически полностью построен из трёх фермионов

### Кварки

<b>c</b> +2/3 очарованный	<b>t</b> +2/3 истинный	<b>u</b> +2/3 верхний
<b>s</b> -1/3 странный	<b>b</b> -1/3 преlestный	<b>d</b> -1/3 нижний

### Лептоны

<b>μ</b> -1 мион	<b>τ</b> -1 тау	<b>e</b> -1 электрон
<b>ν<sub>μ</sub></b> 0 мионное нейтрино	<b>ν<sub>τ</sub></b> 0 тау-нейтрино	<b>ν<sub>e</sub></b> 0 электронное нейтрино



## Бозоны – переносчики взаимодействия между фермионами

Все взаимодействия между фермионами происходят путём обмена бозонами.

Всего существует четыре фундаментальных взаимодействия, объясняющие все физические явления на микро- или макроуровне.

Глюоны	Фотон	Тяжёлые бозоны	Гравитон*
ОБЕСПЕЧИВАЮТ СИЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	ОБЕСПЕЧИВАЮТ СЛАБОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГРАВИТАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ**
<b>g</b> 	<b>γ</b> 	<b>W<sup>±</sup></b> <b>Z<sup>0</sup></b> 	
Радиус воздействия <b>10<sup>-15</sup> м</b>	Радиус воздействия <b>БЕСКОНЕЧНОСТЬ</b>	Радиус воздействия <b>10<sup>-18</sup> м</b>	Радиус воздействия <b>БЕСКОНЕЧНОСТЬ</b>
Сильное взаимодействие отвечает за связь между кварками в адронах и за притяжение между протонами и нейтронами в атомном ядре	Электромагнитное взаимодействие существует между частицами, обладающими электрическим зарядом. Отвечает за связь электронов и ядер в атомах и атомах в молекулах, а также за электромагнитное излучение	Слабое взаимодействие проявляется на расстояниях значительно меньше размера атомного ядра. Отвечает за распадные процессы, например, бета-распад некоторых элементарных частиц и ядер	Гравитационное взаимодействие обуславливает притяжение, зависящее от массы частиц и расстояния между ними. На микроуровне практически не проявляется, но становится преобладающим на макроуровне – в космических масштабах
			<b>Бозон Хиггса*</b>
			ОТВЕЧАЕТ ЗА МАССУ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

\* Неоткрытые, гипотетические бозоны  
\*\* Не входит в стандартную модель

## ПРИЛОЖЕНИЕ II

### КОНСТРУКТИВНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ТЕСТЫ И ОПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ВСЕМ МОДУЛЯМ КУРСА КСЕ

1. Тест и опорные вопросы к модулю: «Структурная, методологическая и историческая панорама естественнонаучного познания мира».

1.1 Сконструируйте определение предмета изучения учебного курса «Концепции современного естествознания» (КСЕ) из элементов определения, приведенных ниже. Дайте понятийно-терминологические определения ключевым понятиям предмета КСЕ:

А. ...позволяющие сформировать современную естественнонаучную картину мира....

Б. Предметом изучения учебного курса КСЕ являются ...

В. ...в кооперативном взаимодействии с холизмом, т.е. таким пониманием мира, когда целое доминирует, предшествует своим частям....

Г. ...основополагающие в идеале трансдисциплинарные концепции естественных наук, ....

Д. ...на концептуально-понятийном уровне её редукционистской целостности....

Е. ...в рамках современного уровня развития естественнонаучной культуры.

1.2. Дайте определение основным сегментам интеллектуальной сферы культуры. Дайте интеллектуальную оценку высказыванию М. Пришвина: «Природа может обойтись без культуры. Но культура без природы быстро выдохнется».

1.3. Сформулируйте определения основным трем группам функций науки: эмпирической, теоретической и предметно-практической.

1.4. Сконструируйте гипотетико-дедуктивный метод познания в циклической взаимосвязи следующих процедур:

А.--> вывод теоретических следствий -->

Б. --> выдвижение гипотезы и построение абстрактной модели-->

В. --> обобщение фактов -->

Г. --> экспериментальная проверка этих следствий -->

1.5. Перечислите и сформулируйте определения общенаучных универсальных методов.

1.6. Перечислите и сформулируйте определения особенных эмпирических методов.

1.7. Перечислите и сформулируйте определения особенных теоретических методов.

1.8. Какие модели развития науки в XX в. сконструировали соответственно Т. Кун и И. Лакатос.

1.9. В общей периодизации истории естествознания периодам: 1) протонаука; 2) классика; 3) неоклассика; 4) постнеоклассика поставьте в соответствие временные интервалы, приведенные ниже:

А. (XXI в.); Б. (XVII- XIX вв.); В. (с VI в. до н.э. –до XVII в. н.э.); Г. (XX в.).

1.10. Эпохам натурфилософии (1) и средневековой схоластики и раннего Ренессанса (2) поставьте в соответствие концептуальные программы и концепции, приведенные ниже:

А. Концепция «бритвы Оккамы»; Б. Субстанциональная программа первоначал мира; В. Корпускулярная (атомистическая) научная программа. Г. Программа схоластического антропоцентризма; Д. Математическая научная программа; Е. Континуалистская научная программа; Ж. Концепция «натуральной магии».

1.11. Эпохам механистического естествознания (1) и эволюционных идей в естествознании (2) поставьте в соответствие основные концептуальные программы и концепции, приведенные ниже:

А. Гелиоцентрическая картина мира и концепция множественности миров; Б. Научная программа биологической эволюции; В. Концепция атомно-молекулярного строения вещества; Г. Становление механистической физической исследовательской программы; Д. Концепция химического элемента; Е. Становление структурной химии; Ж. Концепция клеточного строения организмов и растений; З. Концепция бинарной биологической номенклатуры в терминах рода и вида; И. Научная программа равновесной

## Концепции современного естествознания

термодинамики; К. Открытие периодического закона химических элементов.

1.12. Эпохам зарождения неклассического естествознания (1) и собственно неклассического естествознания (2) поставьте в соответствие концептуальные программы и концепции, приведенные ниже:

А. Континуальная (полевая) концепция классической электродинамики; Б. Концепция цепных ядерных и термоядерных реакций; В. Становление и развитие квантово-полевой исследовательской физической программы; Г. Концепция естественной и искусственной радиоактивности; Д. Космологическая концепция «Большого взрыва»; Е. Концепция рентгеноструктурного анализа; Ж. Концепция статистической физики и термодинамической химии; З. Квантовая концепция электромагнитного излучения и поглощения; И. Физико-химическая концепция химических процессов; К. Учение о высшей нервной деятельности на основе концепции безусловных и условных рефлексов; Л. Становление релятивистской физической исследовательской программы в рамках специальной теории относительности.

1.13. Приведенные ниже концептуальные программы и концепции поставьте в соответствие с эпохами неклассического (1) и постнеклассического (2) естествознаний.

А. Генетическая концептуальная программа концепций наследственности и изменчивости;

Б. Концепция инноваций и инновационной деятельности как статуса эффективности в естественнонаучной деятельности;

В. Синтетическая теория эволюции в биологии;

Г. Концепция биосферы и ноосферы;

Д. Концепция видимой и темной материй, темной энергии;

Е. Концепция конвергенции наук в НБИКС-комплексе (нано-, био-, информационные, когнитивные, социально-экономические технологии);

Ж. Козволюционная синергетическая парадигма естествознания;

З. Мощное развитие международных естественнонаучных мегапроектов;

И. Глобальная экологическая стратегия естественнонаучного мышления;

К. Включение в релятивистскую физическую исследовательскую программу общей теории относительности.



1.14. В рамках трансдисциплинарного подхода к общему естествознанию выделяют классическую (1), неклассическую (2) и постнеклассическую (3) стратегии естественнонаучного мышления (КСЕМ, НСЕМ, ПСЕМ). Поставьте в соответствие отмеченным выше стратегиям их основные идеи, приведенные ниже:

- А. Случайность- фундаментальное свойство природы;
- Б. В природе нет объективной случайности;
- В. В основе лежит основополагающая концепция коэволюции природных систем и человека;
- Г. В логической цепи мышления применяется схема выбора «или-или» и детерминированная причинно-следственная связь;
- Д. В логической цепи мышления применяется схема совмещения «и-и» и вероятностный детерминизм причинно-следственных связей;
- Е. В логической цепи мышления применяется синергетика, базирующаяся на концепции самоорганизации систем, в том числе и природных систем.

1.15. Приведите в соответствие с отмеченными в задании 1.14 стратегиями естественнонаучного мышления: КСЕМ (1), НСЕМ (2) и ПСЕМ (3) следующие концепции измерения:

- А. Прибор как канал связи между исследователем и объектом считается «идеальным» с точки зрения передачи информации о характеристиках объекта без искажений;
- Б. Во многих коэволюционных моделях их экспериментальная проверка затруднена, так как время жизни исследователя -это мгновение (только точка) на эволюционной «стреле времени»;
- В. Прибор как канал связи между исследователем и объектом не считается «идеальным», в нем как бы случайно происходит потеря части истинной информации.

1.16. Дайте определения основным сегментам сферы Мира (Универсума): наблюдаемой, чувственной и познаваемой сторонам Мира.

1.17. Сконструируйте определение материи из элементов определения, приведенных ниже:

- А. Материя- бесконечное множество всех существующих в мире ...;
- Б. ...она включает в себя не только непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы...
- В. ...объектов, систем и структур, совокупность их свойств,

Концепции современного естествознания

связей и взаимодействий, отношений и форм движения...;

Г. ...но и все те, которые не даны человеку в его ощущениях.

1.18. Сформулируйте основные представления о материи, движении и взаимодействии в протонаучной картине Мира.

1.19. Перечислите и сформулируйте основные идеи и принципы протонаучной картины Мира

1.20. Сформулируйте основные представления о материи, движении и взаимодействии в механистической картине Мира.

1.21. Перечислите и сформулируйте основные идеи, принципы и законы механистической картины Мира.

1.22. Сформулируйте основные представления о материи, движении и взаимодействии в электромагнитной картине Мира.

1.23. Перечислите и сформулируйте основные идеи, принципы и законы электромагнитной картины Мира.

1.24. Сформулируйте основные представления о материи, движении и взаимодействии в квантово-полевой картине Мира.

1.25. Перечислите и сформулируйте основные идеи, принципы и законы квантово-полевой картины Мира.

1.26. Сформулируйте основные представления о материи, движении и взаимодействии в постнеклассической картине Мира.

1.27. Перечислите и сформулируйте основные идеи, принципы и законы постнеклассической картины Мира.

1.28. Сконструируйте определение Природы в рамках её экологической сферы (1) и в глобальном естественнонаучном понимании (2) из элементов определений, приведенных ниже:

А. Природа – это совокупность всех взаимодействующих объектов и явлений живой и неживой материи,....;

Б. Природа – это весь материальный, энергетический и информационный мир ...;

В. ...образующих естественную среду существования человека;



Г. ...Вселенной.

1.29. Дайте определения основным понятиям общего естествознания: системе, структуре, хаосу, порядку, беспорядку, симметрии, диссимметрии, асимметрии.

1.30. Соотнесите свойства системы: интегративность (1), целостность (2) и иерархичность (3) с проявлением этого свойства в природных объектах, приведенных ниже:

А. Вода состоит из молекул, молекулы из атомов, атомы- из элементарных частиц;

Б. Свойства молекул воды отличаются от свойств атомов кислорода и водорода, из которых вода состоит;

В. В живом организме согласованно функционируют системы всех уровней организации.

2. Тест и опорные вопросы к модулям: «Физические концепции познания Мира» и «Химическая концепция Мира»

2.1. Сконструируйте определение предмета физики из соответствующих элементов определения, приведенных ниже:

А. Физику можно определить, как науку, предметом которой являются ....

Б. ...микрочастицы вещественной формы материи, ...

В. ...кванты (переносчики) фундаментальных полей взаимодействия, ...

Г. ...наночастицы, макротела, мегатела - ...

Д. ...виртуальные частицы физического вакуума, ...

Е. объекты естественной неживой природы: ...

Ж. ...их состав, структура, свойства и отношения между ними, движение и взаимодействие;

З. ...а также недавно открытые «темная» материя и «темная» энергия.

2.2. Поясните основные аспекты фундаментальности физики: лингвистическую, эпистемологическую и онтологическую фундаментальности.

2.3. Подберите краткие описания, приведенные ниже, структурным физическим уровням материи: гипер (1)-, мега (2)-, макро (3) -, микро (4)- и гипо (5)- мирам:

А. Мир мегаобъектов и мегасостояний. Пространство измеряется в астрономических единицах, световых годах и парсеках; время в миллионах и миллиардах лет;

Б. Представление о множестве мегамиров;

В. Микромир в микромире. Характерные размеры Планкеона:  $h_{пл.} \sim 10^{-35}$  м,  $t_{пл.} \sim 10^{-43}$  с,  $\rho_{пл.} \sim 10^{96}$  кг/м<sup>3</sup>,  $W_{пл.} \sim 10^{19}$  ГэВ.;

Г. Мир микрообъектов и микросостояний. Пространственные характеристики от  $10^{-10}$  до  $10^{-18}$  м; время – от бесконечности до  $10^{-24}$  с;

Д. – Мир макрообъектов и макросостояний, размерность которых соотносима с масштабами жизни на Земле. Пространственные размеры измеряется в микро-, мили-, сантиметрах, метрах и километрах; время в секундах, минутах, часах и годах.

2.4. Поставьте в соответствие фундаментальным взаимодействиям: гравитационному (1), электромагнитному (2), слабому (3) и сильному (4) их константы ( $K_{вз}$ ) и радиусы ( $R_{вз}$ ) взаимодействия и примеры их проявления, приведенные ниже:

А.  $K_{вз}=1$ ;  $R_{вз}=10^{-15}$  м; взаимодействие нуклонов в ядрах, а также взаимодействие всех адронов;

Б.  $K_{вз}=10^{-39}$ ;  $R_{вз}=\infty$ ; взаимодействие всех тел; доминирует в мегамире; волновая природа подтверждена в 2015 г. при слиянии двух массивных черных дыр;

В.  $K_{вз}=10^{-2}$ ;  $R_{вз}=\infty$ ; взаимодействие электрических зарядов, электрических токов, электрических, магнитных и электромагнитных полей;

Г.  $K_{вз}=10^{-14}$ ;  $R_{вз}=10^{-18}$  м; взаимодействие элементарных частиц при  $\beta^-$ - и  $\beta^+$ -распадах и взаимопревращаемости элементарных частиц.

2.5. Среди фундаментальных микрочастиц, приведенных ниже, выберите частицы, относящиеся к соответствующим классам частиц: фермионы (лептоны (1) и кварки (2)) и бозоны (переносчики полей взаимодействия (3) и отвечающие за массу элементарных частиц (4)):

А. Электроны;

Б. Мюоны;

В. Фотоны;

Г. Тяжелый тау-лептон;

Д. Шесть типов кварков, отличающихся по аромату, в каждом из которых различают три цвета;

- Е. Электронное нейтрино;
- Ж. Мюонной нейтрино;
- З. Тау-лептонное нейтрино;
- И. Бозон Хиггса;
- К. Промежуточные векторные бозоны;
- Л. Гравитон+гравитино;
- М. Глюоны;
- Н. Античастицы лептонов;
- О. Античастицы кварков.

2.6. Сформулируйте основные свойства пространства в механической картине Мира, которые в значительной степени используются и в других картинах Мира.

2.7. Сформулируйте основные свойства времени в механической картине Мира.

2.8. Каждому свойству симметрии пространства: однородности (1) и изотропности (2), а также симметрии времени, проявившейся в его однородности (3), подберите соответствующий ему закон сохранения физической величины, из приведенных ниже:

А. Закон сохранения энергии; Б. Закон сохранения момента импульса; В. Закон сохранения импульса.

2.9. Сформулируйте основные пространственно-временные представления в релятивистской физической программе.

2.10. Релятивистская физическая исследовательская программа не только ковариантно расширяет принцип относительности, но также и принцип симметрии. В рамках принципа симметрии его основным понятием: глобальной симметрии (1), дисимметрии (2) и асимметрии (3) поставьте в соответствие их проявления в природе, приведенные ниже:

А. Понижает симметрию. Творит явления на основе фундаментальных полей взаимодействия;

Б. Задает асимметричные биологические молекулы и практически полное доминирование вещества над антивеществом;

В. Задает фундаментальные законы сохранения фундаментальных физических величин.

2.11. Среди приведенных ниже формул для фундаментальных характеристик объекта: импульса и энергии. Отберите фор-

## Концепции современного естествознания

мулы. Полученные в рамках классической физики (1) и специальной теории относительности (СТО) (2):

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad W_{кин} = \frac{mv^2}{2}; \quad \vec{p} = m\vec{v}; \quad W_0 = mc^2$$

;

$$W = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad W^2 = W_0^2 + (pc)^2; \quad W_{кин} = W - W_0$$

.

2.12. Сформулируйте основополагающие концепции и методологические принципы квантовой механики.

2.13. Среди уравнений движения частицы, приведенных ниже, выберите уравнение движения в классической (1) и в квантовой (2) физиках. Дайте определения величинам, входящим в эти уравнения:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi; \quad \vec{R} = \sum \vec{F}_i = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (\vec{R} = m\vec{a});$$

$$\hat{H}\psi = W\psi;$$

2.14. Сформулируйте постулаты Н. Бора.

2.15 Сформулируйте основные свойства микрочастиц в рамках квантовых статистик.

2.16 Перечислите квантовые числа квантового микросостояния электронов в атомах и сформулируйте соответствующие условия квантования.

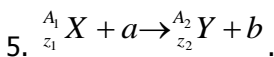
2.17. Формулам и условным записям ядерной физики, приведенным в левой колонке, поставьте в соответствие их физический смысл, сформулированный в правой колонке:

1.  $\frac{A}{Z}X$  Место для уравнения.

2.  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$  ;

3.  $T_{1/2}^Z = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$  ;

4.  $W_{св} = [zm_p + (A - z)m_n - m_{я}]c^2$  ;

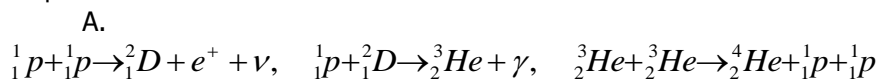


- А. Энергия связи ядра;  
 Б. Закон радиоактивного распада  
 В. Условная запись для обозначения различных ядер;  
 Г. Условная запись для обозначения ядерных реакций;  
 Д. Связь между периодом полураспада и постоянной радиоактивного распада.

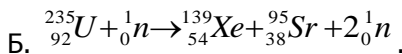
2.18. изотопы хлора-35 и хлора-37 отличаются:

- А. Числом нейтронов в ядре атома;  
 Б. Зарядом ядра;  
 В. Массовым числом;  
 Г. Числом электронов в атоме.

2.19. Особое значение в энергетике земной и космической имеют цепные реакции деления (1) и термоядерные реакции (2). Среди реакций, приведенных ниже, выделите соответствующие реакции:



где  ${}_1^1p$  - протон,  $D$  - дейтерий ( ${}_1^2H$ );



2.20. Квантовая механика и возникшая на ее основе модель неклассического естествознания привели к выводу о том, что в природе приоритетную фундаментальную роль играют статистические (1) закономерности. Динамические (2) закономерности носят подчиненный характер. Среди приведенных ниже определений выберите соответствующие закономерностям, указанным выше:

А. Закономерности (или теории), в которых связи всех физических величин однозначны;

Б. Закономерности (или теории), в которых однозначно связаны только вероятности определенных значений тех или иных физических величин, связи между самими величинами неоднозначны.

2.21. Подберите условие теплового равновесия макросостояния из приведенных ниже, соответствующее виду контакта между макрообъектом и термостатом: корпускулярный (диффузионный) (1), тепловой (энергетический) (2) и механический (3) контакты:

А. Равенство давлений:  $p_1 = p_2$ ;  $dA = pdV$ ;  $P = \frac{dF_n}{dS}$ ;

Б. Равенство температур:  $T_1 = T_2 = T_{проб}$ ;

В. Равенство химических потенциалов  $\mu_1 = \mu_2$ , где химический потенциал  $\mu$  характеризует среднюю энергию, передаваемую одной частицей через границу между макрообъектом и термостатом.

2.22. Сконструируйте определение термодинамики из элементов определения, приведенных ниже:

А. Термодинамика (греч. *therme* – тепло и *dynamic* – сила) – теория тепловых явлений...

Б. ...без учета их атомно-молекулярного строения.

В. ...в которой макрообъект и термостат рассматривают...

2.23. Сформулируйте основные начала (законы) равновесной термодинамики и дайте определения физическим величинам, в них входящим.

2.24. Запишите уравнение Клапейрона-Менделеева для модели идеального газа и сформулируйте его физический смысл.

2.25. Дайте определение классической модели хаоса – броуновскому движению и запишите формулу для среднего радиуса «миграции» броуновской частицы.

2.26. Сформулируйте статистический смысл энтропии на основе соответствующего уравнения Л. Больцмана.

2.27. Запишите и поясните физический смысл распределения молекул газа по абсолютным значениям их скоростей (распределение Максвелла)

2.28. Запишите и поясните физический смысл распределение молекул по высоте в однородном поле тяжести (распределение Больцмана). Запишите и поясните барометрическую формулу.

2.29. Приведите примеры явлений переноса, потребовавших создание линейной неравновесной термодинамики.

2.30 Сформулируйте принцип производства минимума энтропии Пригожина-Гленсдорфа.

2.31. Дайте краткое описание синергетике – области научных исследований коллективного поведения частей сложных открытых систем, связанных с неустойчивостями типа: хаос-беспорядок-порядок и касающихся процессов самоорганизации систем.

2.32. Укажите историческую последовательность становления четырех концептуально-конструктивных уровней химии, приведенных ниже:

- А. Учение о химических процессах;
- Б. Учение о составе;
- В. Эволюционная химия;
- Г. Структурная химия.

2.33. Сконструируйте определение предмета современной химии из элементов определения, приведенных ниже:

- А. Современная химия – это наука о химических моделях вещества: ...
- Б. ...их составе и структуре,
- В. ...химических элементах и соединениях, ...
- Г. ...о химических процессах и химической эволюции природных систем.

2.34. Укажите правильную последовательность в исторической иерархии химических моделей вещества (от более простых к более сложным):

- А. Стехиометрическая модель;
- Б. Геометрическая (структурная) модель;
- В. Электронная модель;
- Г. Атомно-молекулярная модель;
- Д. Эволюционная модель развития и самоорганизации элементарных и сложных каталитических систем.

2.35. Среди веществ, указанных ниже, выделите органические (1) и неорганические (2) соединения:

- А. Соли;
- Б. Нуклеиновые кислоты;
- В. Белки;
- Г. Жиры;
- Д. Оксиды;
- Е. Аминокислоты;
- Ж. Щелочи;
- З. Кислоты;
- И. Пептиды;
- К. Нуклеотиды;
- Л. Ферменты.

2.36. Дайте соответствующие определения основным химическим системам: атому, молекуле, химическому элементу, химическому соединению, дальтонидам, бертоллидам, мономерам, полимерам, химической формуле, химической реакции и реакционной способности химического элемента.

2.37. Элементы одной подгруппы периодической системы имеют...

- А. ... одинаковое число валентных электронов;
- Б. ... один и тот же номер валентного уровня;
- В. ... одинаковое число энергетических уровней;
- Г. ... одинаковое строение валентных подуровней.

2.38. Сформулируйте основные характерные особенности химических связей: ковалентной (1), ионной (2), металлической (3), водородной (4) и Ван-дер-Ваальсовой (5) и подберите соответствующие им вещества, приведенные ниже:

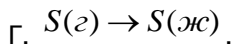
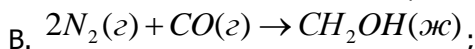
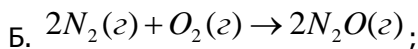
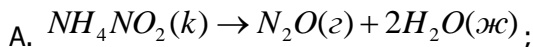
- А. Лед, синергетик состава  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  и др.
- Б. Алмаз, кварц, германий, кремний, арсенид галлия, фосфид индия и др.
- В. Щелочногаллоидные кристаллы, например, поваренная соль  $\text{NaCl}$ , селитра  $\text{KNO}_3$ , квасцы  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ , пищевая сода  $\text{NaHCO}_3$  и др.
- Г. Йод, сера, кристаллы затвердевших инертных газов и др.
- Д. Металлы.



2.39. Дайте краткое описание истории и современным представлениям структурной химии.

2.40. Сформулируйте основные законы и принципы учения и химических процессах: закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, принцип Ле-Шателье и закон Аррениуса.

2.41 Не прибегая к вычислениям, укажите в каком химическом процессе при поддержании постоянной температуры энтропия продуктов реакции превышает энтропию исходных веществ:



2.42. Дайте определение цепным химическим реакциям, открытым Н.Н. Семеновым в 1926-1932 гг.

2.43 Сформулируйте основные понятия (определения) катализа.

2.44 Водный раствор перекиси водорода, который продается в аптеках, может храниться длительное время. При обработке свежей раны быстро протекает реакция разложения с выделением атомарного водорода. Основной причиной быстрого разложения является...

А. ... увеличение концентрации перекиси водорода; Б. ... действие давления;

В... Ферментный катализ; Г. ... повышение температуры.

2.45 Дайте краткое описание субстратного и функционального подходов эволюционной химии.

2.46 Укажите одну из особенностей атома углерода, которая наряду с другими сыграла важную роль в ходе предбиологической эволюции.

А. Атом углерода способен участвовать в формировании разнообразных химических связей (одинарных, двойных, тройных) и функциональных групп.

Б. Атом углерода образует очень прочные связи, практически неразрываемые в любых условиях.

Концепции современного естествознания

В. Атом углерода способен образовать особый тип химической связи, который не свойственен ни для одного другого элемента периодической системы.

Г. Атом углерода является самым распространенным элементом земной коры в условиях ранней Земли.

Тест и опорные вопросы к модулям: «Панорама современного естествознания в концепции «стрел времени», «Эволюционная концепция биологического уровня организации материи» «Эволюционная концепция биологического уровня организации материи» и «Биосфера и ЧЕЛОВЕК».

3.1. Дайте определения космологии и космогонии.

3.2. Сконструируйте определение мегамира (космоса) из элементов определения, приведенных ниже

А. Мегамир (космос) – системная организация коэволюции материи, ...

Б. ... на основе астрофизических, космологических и космогонических теорий и ...

В. ... Фундаментальных взаимодействий и пространства-времени...

Г. ... экспериментальных (астрономических) исследований.

3.3. Поясните структуру мегамира с выделением обычной (видимой) и темной материй, а также темной энергии

3.4. Дайте краткое пояснение моделям нашей Галактики и Метагалактики.

3.5. Перечислите основные виды звезд и дайте им краткие характеристики.

3.6. Поясните варианты развития (эволюцию) звезд главной последовательности.

3.7. Дайте краткие пояснения модели Солнечной системы.

3.8. Для понимания фрактальной структуры «стрел времени» особую роль приобретает антропный принцип. Из утверждений,

приведенных ниже, выделите относящиеся соответственно к слабому (1) и сильному (2) антропному принципам.

А. Наблюдаемые свойства Вселенной зависят от человека как наблюдателя, то есть Вселенная такая потому, что мы ее такой видим.

Б. Вселенная устроена таким образом, что в ней с неизбежностью должен был появиться человек.

3.9. Известный английский ученый Стивен Хокинг доказал, что направления трех базовых «стрел времени», а именно общеизвестной термодинамической, психологической, связывающей наше восприятие времени от прошлого к будущему, и космологической совпадают в рамках сильного антропного принципа. В рамках концепции «стрел времени» постройте естественнонаучное «дерево» эволюции мира на основе отмеченных ниже «стрел времени», при этом «каждая последующая должна входить в предыдущую»:

А. Биологическая «стрела времени»;

Б. Космогоническая (солнечно-планетарная) «стрела времени»;

В. Космологическая «стрела времени»;

Г. Звездно-галактическая «стрела времени»;

Д. Геохронологическая «стрела времени».

3.10. Перечислите основные этапы космологической шкалы («стрелы») времени и дайте им краткую характеристику.

3.11. Как показали расчеты критической плотности и современной плотности материи внутри галактик с учетом темной материи и темной энергии они практически совпадают. Более того, ряд ученых считает, что плотность материи всегда была равна критической. В то же время экспериментально Э. Хабблом доказано расширение Вселенной на основе обнаруженного им в 1929 г. «красного смещения» спектральных линий излучения от удаленных галактик и получена формула: скорость «разбегания» галактик равна:  $V=H \cdot L$ , где  $H$  - постоянная Хаббла,  $L$  - расстояние между галактиками.

Среди современных подходов к расширению Вселенной отберите механизм расширения Вселенной на начальном этапе (1) эволюции и на современном (2) уровне с ускорением:

А. Механизм Большой космической инфляции;

Б. Механизм усиления темпа расширения за счет темной энергии и возможно соответствующей антигравитации.

3.12. Сконструируйте понятие геохронологической шкалы («стрелы») времени из элементов понятия (определения), приведенных ниже:

А. Геохронологическая шкала – геологическая временная шкала истории Земли, ...

Б. ... своеобразный календарь для промежутков времени в сотни тысяч, миллионов миллиардов лет.

В. ... применяемая в геологии и палеонтологии, ...

3.13. Дайте краткое описание этапам (зоны, эры) геохронологической шкалы времени.

3.14. Основным концепциям эволюции Земли: теории катастроф (1) и теории геохронологического эволюционизма (2) и теории геологического эволюционизма (2) поставьте в соответствие основоположников этих концепций, указанных ниже:

А. Чарльз Лаель;

Б. Жорж Кювье.

3.15. Структурным уровням материи в модели геосфер (оболочек Земли) указанным в левой колонке, подберите их краткую характеристику, приведенную в правой колонке:

1. Атмосфера;
2. Гидросфера;
3. Педосфера;
4. Литосфера;
5. Баросфера.

- А. Водная оболочка;
- Б. Газовая оболочка;
- В. Земная кора и наружная (твердая) часть мантии;
- Г. Почвенный слой;
- Д. Промежуточная часть мантии (астеносфера), нижняя часть мантии, внешнее ядро, внутреннее ядро.

3.16. Дайте краткое описание слоям (оболочкам) атмосферы Земли.

3.17. Истощение озонового слоя в атмосфере Земли приводит к увеличению потока ... излучения:

- А. инфракрасного;
- Б. ультрафиолетового;
- В. радиоволнового;
- Г. радиоактивного.

3.18. Одна из возможных причин разрушения озонового слоя носит антропогенный характер за счет использования ... в производстве со 2-й половины XX в.:

- А. радиоактивных изотопов;
- Б. фреонов;
- В. нанотехнологий;
- Г. тяжелых металлов.

3.19. Дайте краткое описание гидросфере Земли.

3.20. В рамках гидросферы расположите источники воды в порядке убывания водных ресурсов (запасов) Земли:

- А. Мировой океан;
- Б. Озёра;
- В. Речные воды;
- Г. Ледники и снега;
- Д. Подземные льды;
- Е. Болота;
- Ж. Почвенная влага и пары атмосферы;
- З. Подземные воды.

3.21. Дайте краткое описание педосфере, литосфере и баросфере Земли.

3.22. При рассмотрении геодинамических процессов различают эндогенные (1) и экзогенные (2) процессы. Поставьте им в соответствие геодинамические процессы, приведенные ниже:

- А. Глобальная тектоника литосферных плит;
- Б. Концепция движения материков (первая и вторая гипотезы мобилизма);
- В. Циклоны, тайфуны, штормы на побережье;
- Г. Парниковый эффект;
- Д. Наводнения;
- Е. Извержения вулканов;
- Ж. Лавины, оползни;
- З. Землетрясения;
- И. Грозы, дожди, туманы;
- К. Цунами;
- Л. Загрязнения окружающей среды;
- М. Деградация почвенного и растительного покрова среды.

3.23. Сформулируйте основные признаки живого

3.24. Основным гипотезам («теориям») возникновения жизни на Земле:

- 1) Гипотезе самопроизвольного зарождения;
- 2) Теории стационарного состояния;
- 3) Креационизму;
- 4) Панспермии;
- 5) Теории естественной (физико-биохимической) эволюции

поставьте в соответствие их краткие характеристики, приведенные ниже:

- А. Жизнь существовала всегда;
- Б. Жизнь занесена на нашу планету извне;
- В. Жизнь возникала неоднократно из неживого вещества;
- Г. Жизнь – результат божественного творения. Воззрения пантеизма и теизма,
- Д. Жизнь возникла в результате естественных (физических и биохимических) процессов.

3.25. Сконструируйте определение биологии из элементов, приведенных ниже:

- А. ... выделяют следующие образы биологии:
- Б. ... эволюционную биологию, ...
- В. ... натуралистскую биологию, ...
- Г. ... физико-химический образ биологии, ...
- Д. Современная биология – это междисциплинарная наука о живой природе...

3.26. Дайте краткое описание предмета натуралистской биологии.

3.27. Дайте краткое описание физико-химического образа биологии. Приведите классификации крупных систематических групп живых организмов по типам питания.

3.28. Дайте краткие пояснения структурным уровням биологической организации материи.

3.29. Установите соответствие между терминами: экологическая ниша (1), биотоп (2), биоценоз (3), экосистема (4) и их определениями, приведенными ниже:

- А. Совокупность организмов разных видов, населяющих биотоп;

## Концепции современного естествознания

- Б. Единственный природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания;  
В. Положение вида в биоценозе;  
Г. Определенный участок среды, занятой биоценозом.

3.30 Сконструируйте определение генетики из элементов, приведенных ниже

- А. Генетика (от греч. genetic – происхождение) – наука...  
Б...и о методах управления ими.  
В. ... о законах наследственности и изменчивости...  
Г. ...организмов, их генотипа и фенотипа...

3.31 Сформулируйте определения основным понятиям генетики: ген, генотип, геном, хромосомы, генетический код, генофонд, гаметы, зигота, фенотип.

3.32 Дайте определения основным законам генетики.

3.33 Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ГТЦА. Установите последовательность нуклеотидов в комплементарной цепи ДНК.

- А. Цитозин;  
Б. Тимин;  
В. Аденин;  
Г. Гуанин.

3.34 Установите последовательность нуклеотидов в молекуле информационной РНК, если комплементарный ей участок ДНК имеет нуклеотидный состав ТЦАГ

- А. Урацил                      Б. Цитозин                      В.      Гуанин  
Г. Аденин

3.35 Молекула ДНК содержит информативный участок из 180 нуклеотидов, который кодирует первичную структуру белка. Число аминокислот, входящих в состав белка, который шифруется этим участком ДНК, равно.

- А. 90      Б. 540                      В. 180                      Г. 60

3.36 Сформулируйте основные аксиомы биологии и отметьте ученых, сыгравших основополагающую роль в их становлении.

3.37 Гипотеза генобиоза (одна из концепций происхождения)

жизни основана на идее...

А... одновременного появления нуклеиновых кислот и ферментных белков;

Б. ...первичности жизнеспособных систем, способных к автокатализу;

В... первичности структур, способных к элементарному обмену веществ при участии ферментных белков;

Г... первичности молекулярных систем со свойствами генетического кода.

3.38 Сформулируйте основные положения синтетической теории биологической эволюции

3.39 В рамках синтетической теории биологической эволюции оформились два типа эволюции: микроэволюция (1) и макроэволюция (2). Отберите соответствующие или краткие характеристики, приведенные ниже:

А. Изучает эволюционные преобразования за длительный исторический период и основные направления развития жизни на Земле в целом на биосферном уровне;

Б. Изучает эволюционные преобразования, происходящие в генофондах популяций за сравнительно небольшой период времени.

3.40 Сформулируйте основные факторы и направления эволюционного процесса в рамках синтетической теории биологической эволюции.

3.41 Проанализируйте термины и понятия, характеризующие развитие и разнообразные системы саморегуляции живого организма.

3.42 В рамках физико-химической модели живого организма проведите сравнение нервной и эндокринной систем управления («действия») в биологии, классифицируя основные положения и свойства соответственно нервной (1) и эндокринной (2) систем регуляции, приведенные ниже:

А. Информация передается по аксонам в виде ионного разряда;

Б. Передача медленная;                      В. Передача быстрая;

Г. Информация передается химическими соединениями через кровеносное русло;



- Д. Реакция развивается медленно;
- Е. Реакция наступает немедленно;
- Ж. Реакция кратковременная;
- З. Реакция продолжительная;
- И. реакция обычно генерализована;
- К. Реакция четко локализована.

3.43 Приведите примеры биологических часов. Обоснуйте, что ритм труда и отдыха необходимо увязывать с биологическими ритмами и помнить о генетике биологических часов и их взаимосвязи с ритмами Солнца, и биосферы.

3.44 Проанализируйте преимущества человека перед другими высшими животными, закрепленное в материальном носителе разума – мозге.

3.45 Известно, что при полной химической и анатомической идентичности полушарий головного мозга они различаются функционально. Среди функций, приведенных ниже, отберите функции левого полушария:

- А. Речь;
- Б. Ориентация;
- В. Логическое мышление;
- Г. Восприятие музыки и живописи.

3.46 Проанализируйте «единое поле сознания» в терминах и понятиях, характеризующих особую физиологическую сущность человека.

3.47 В рамках взаимосвязанных форм нейрофизиологии психической деятельности сознания и подсознания один из этапов творческого процесса – озарение, инсайт. На этом этапе происходит один из процессов, указанных ниже. Отметьте этот процесс.

А. Проверка истинности идеи, её последующее сознательное развитие и формализация; Б. Созревание идеи в бессознательном; В. Сознательное преобразование информации; Г. Переход идеи из бессознательного в сознание.

3.48. Сформулируйте основные понятия неклассической модели человека «как существа трёхстороннего, биосоциокультурного».

3.49. Неклассическая модель «рациональности в действии» включает в себя независимые от желаний основания для действия

с опорой на их социальную роль и включает в себя гуманистические позиции здоровья (1) и валеологии (2), биоэтики (3) и социальной этики (4), которым поставьте в соответствие их краткие характеристики, приведенные ниже:

А. Мировоззрение об единстве социального и индивидуального здоровья души и тела;

Б. Форма защиты прав человека, в том числе его права на жизнь, на здоровье, на ответственное и свободное самоопределение своей жизни;

В. Форма осознания социально-философского значения общей судьбы в социокультурном аспекте совместного (глобального) проживания человечества на планете Земля;

Г. Является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов.

3.50. Кто из учёных, приведённых ниже, ввёл соответственно термины: «биосфера» (1) и «ноосфера» (2) и экология (3)?

А. Э. Леруа и П. Тейяр де Шарден; Б. Э. Зюсс; В. Э. Геккель; Г. В.И. Вернадский.

3.51. В рамках концепции эволюции биосферы В.И. Вернадский выделил три этапа развития биосферы: геологическая (1), биологическая (2), объединяемые понятием биогеоценоза, и антропоная (3), выраженная в понятии ноогенеза. Каждому этапу развития поставьте в соответствие их краткие характеристики, приведенные ниже:

А. Усложнение циклической структуры биосферы в результате появления одноклеточных и многоклеточных эукариотных организмов;

Б. Геологические и климатические изменения на Земле;

В. Возникновение человеческого общества, обусловившего антропоную эволюцию биосферы в ноосферу.

3.52. В рамках концепции экологии основным предметным основанием экологии: биоэкологии (1) и глобальной экологии (2) поставьте в соответствие их краткие характеристики, приведенные ниже:

А. Комплексная (междисциплинарная) наука, синтезирующая данные естественных, технических и общественных наук о взаимодействии природы и общества. Наука о ценности природы для всей человеческой цивилизации;

Б. Одна из биологических наук, изучающая отношения биологических организмов (особей, популяций, видов) между собой и

Концепции современного естествознания

окружающей средой, опирающаяся на одну из основных идей биологии: «Всё живое связано между собой».

3.53. Установите соответствие между типом экологического фактора: абиотический (1), биотический (2), антропогенный (3) факторы и его примерами:

- А. Естественный радиационный фон, шум автотранспорта;
- Б. Естественный радиационный фон, температура;
- В. Искусственный радиационный фон, шум автотранспорта;
- Г. Взаимодействие растений и животных.

3.54. Законы взаимодействия общества и природы отражены в законах экологии Б. Коммонера (1974 г.). Каждому из законов, указанному в левой колонке, подберите соответствующее ему определение, приведенное в правой колонке.

1. Первый закон Коммонера.	А. «Всё связано со всем».
2. Второй закон Коммонера.	Б. «Всё должно куда-то деваться».
3. Третий закон Коммонера.	В. «Ничто не даётся даром».
4. Четвертый закон Коммонера.	Г. «Природа знает лучше».

3.55. Дайте краткое описание коэволюционной синергетической парадигме современного естествознания.

3.56. основополагающая концепция коэволюции природных систем и человека в глобальном масштабе опирается на взаимодействие антропоного принципа (1), принципа глобального эволюционизма (2) и принципа устойчивого развития (3). Приведите в соответствие данным принципам их краткие характеристики, приведенные ниже:

А. Распространяет развитие на все сферы бытия, устанавливая связь между неживой, живой и социальной материей. Принцип, провозглашающий единство эволюционирующего космоса;

Б. Принцип, согласно которому познание законов и строения Вселенной ведется человеком разумным, появлению которого способствовала Природа;

В. Принцип развития человеческого общества, которого можно достичь лишь технологическими и организационными мерами по преодолению экологических проблем. Этот принцип

можно рассматривать в конечном итоге как переход общества к ноосфере.

3.57. Научное направление под названием синергетика ...

- А. ... рассматривает пути выхода цивилизации из энергетического кризиса;
- Б. ... то же самое, что биологический эволюционизм;
- В. ... сформировалось во второй половине XX в. и ...;
- Г. ... рассматривает общие закономерности самоорганизации в живой и неживой природы.

3.58. Самоорганизация в системе возможна только в том случае, если система ...

- А. ... изолирована;
- Б. ... неравновесна;
- В. ... нелинейна;
- Г. ... линейна;
- Д. ... к ней применим конструктивный принцип коэволюции сложных систем.

3.59. В теории самоорганизации существует понятие бифуркации. В точке бифуркации ...

- А. ... плавно осуществляется переход в новое устойчивое состояние;
- Б. ... система пребывает в критическом состоянии, переход из которого осуществляется скачком;
- В. ... неоднозначен выбор пути дальнейшего развития;
- Г. ... у системы есть единственный путь развития.

3.60. Необратимость, неопределенность, нелинейность встроены в механизм эволюции. Для эволюции динамических систем вводят фазовые пространства (1), странные аттракторы (2) и фракталы (3). Приведите в соответствие отмеченные элементы эволюции динамических систем с их краткими характеристиками, отмеченными ниже:

- А. Область фазового пространства, заполненная хаотическими траекториями;
- Б. Абстрактное пространство с числом измерений, равных числу переменных, характеризующих состояние системы;
- В. Объекты, проявляющие по мере увеличения все большее число деталей.

1.1. Б, Г, А, Д, В, Е; 1.4. В, Б, А, Г; 1.9.1 В,2 Б,3 Г,4 А; 1.10. 1 Б,В, Д, Е; 2 А, Г, Ж; 1.11. 1. А, Г, Д, З; 2 Б, В, Е, Ж, И, К; 1.12. 1 А, Г, Е, Ж, З, К, Л; 2 Б, В, Д, И; 1.13 1 А, В, Г, Ж, И, К, 2 Б, Д, Е, З; 1.14. 1 Б, Г; 2 А, Д; 3 В, Е; 1.15.1А, 2В, 3Б; 1.17. А, В, Б, Г; 1.28. А, В, Б, Г; 1.30. 1Б, 2В, 3А; 2.1 А, Е, Б, В, Д, Г, Ж, З; 2.3. 1Б, 2А, 3Д, 4Г, 5В; 2.4. 1Б, 2В, 3Г,4А; 2.5. 1А, Б,Г, Е,Ж,З,Н; 2Д, О; 3В, К, Л, М; 4И; 2.8. 1В, 2Б, 3А; 2.10. 1В, 2А,3Б; 2.11. 1б, в; 2А, Г, Д, Е, Ж; 2.13. 1Б, 2А, В; 2.17.1В2Б,3Д4А,5Г; 2.18. А,В; 2.19. 1Б, 2А; 2.20. 1Б, 2А;2.21.1В,2Б,3А; 2.22. А, В, Б; 2.32. Б, Г, А, В; 2.33. А, В, Б, Г;2.34. А, Г, Б, В, Д; 2.35 . 1Б, В, Г, Е, И, К, Л; 2А, Д, Ж, З; 2.37. А, Г; 2.38. 1Б, 2В,3Д, 4А, 5Г; 2.41. А; 2.44. В; 2.46. А, ; 3.2. А, В, Б, Г; 3.8. 1А, 2Б; 3.9. В, Г, Б, Д, А; 3.11. 1А, 2Б; 3.12. А, В, Б; 3.14 1Б, 2А; 3.15. 1Б, 2А, 3Г,4В,5Д; 3.17. Б; 3.18. Б; 3.20.А, Г, З, Д, Б, Ж, Е, В; 3.22. 1А, Б, Е, З, К, 2В, Г, Д, Ж, И, Л, М; 3.24. 1В, 2А, 3Г, 4Б, 5Д; 3.25. Д, А, В, Г, Б; 3.29. 1В, 2Г, 3А, 4Б; 3.30. А, В, Г, Б; 3.33. А, В, Г, Б; 3.34. Г, В, А, Б; 3.35. Г, 3.37. Г; 3.39. 1Б, 2А; 3.42. 1А, В, Е, Ж, К, 2Б, Г, Д, З, И; 3.45. А, В; 3.47. Г; 3.49. 1Г, 2А, 3Б,4В; 3.50. 1Б, 2А, 3В; 3.51. 1Б, 2А, 3В; 3.52. 1Б, 2А; 3.53. 1Б, 2Г, 3В; 3.54. 1А, 2Б, 3Г, 4В; 3.56. 1Б, 2А, 3В; 3.57. В, Г; 3.58. Б, В, Д; 3.59. Б, В; 3.60. 1Б, 2А, 3В.

## ПРИЛОЖЕНИЕ III. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

### Практические работы № 1, № 2, № 3 Краткая теория

Понятия хаоса, порядка и беспорядка являются основополагающими трансдисциплинарными понятиями как в природе, так и в обществе. Соответствующие определения хаоса, порядка и беспорядка приведены в лекции 3 (3.4).

Классической моделью хаоса является броуновское движение, которое открыл Р. Броун в 1827 г. при исследовании движения пыльцы растений под микроскопом.

В настоящее время создана общая теория случайных блужданий, которая позволяет объяснить не только физическое броуновское движение, но и геометрическое или экономическое [1-4]. Общая формула выглядит так:

$$\langle \Delta r \rangle \sim D\sqrt{t}, \quad (1)$$

где  $\langle \Delta r \rangle$  - средний радиус миграции броуновской частицы по А. Эйнштейну или средняя цена акций по Л. Башелье,  $D$  - коэффициент диффузии,  $t$  - время миграции.

В практической работе № 1 моделируется одномерная модель случайных блужданий, которую можно рассматривать как геометрическую одномерную модель броуновского движения [1].

Броуновская частица беспорядочно (то в одну, то в другую сторону) движется вдоль прямой (Ox) под действием одинаковых случайных ударов.

Щелчки, подбрасывающие монету, в результате которых мы получаем информацию о том, куда движется частица в нашей модели, напоминают случайные удары молекул, бомбардирующие броуновскую частицу.

С другой стороны, соответствующая геометрическая одномерная модель броуновского движения явно совпадает с моделью Л. Башелье эволюции стоимости акций как случайного процесса.

Порядок и беспорядок в природе предопределили динамические и статистические закономерности (теории) в познании природы. Важно помнить о возможности направленных

процессов от хаоса к порядку (упорядочивание, самоорганизация состояния как системы). При этом промежуточное состояние можно так же охарактеризовать как беспорядок, но с направленным движением от хаоса к порядку.

Напомним, что динамическими закономерностями (или теориями) называются закономерности (или теории), в которых однозначно связаны физические (естественнонаучные) величины, выражаемые количественно.

Статистическими закономерностями (или теориями) называются закономерности (или теории), в которых однозначно связаны только вероятности определенных значений тех или иных физических (естественнонаучных) величин, связи между самими этими величинами неоднозначны. Статистические закономерности используются в настоящее время во всех сегментах интеллектуальной сферы культуры, включая не только естественнонаучную и технологическую культуры, но и гуманитарную и социально-экономическую. Особая роль статистическим закономерностям придается в информационно-коммуникативной культуре и прежде всего в прикладной математике и в информационных технологиях. Достаточно перечислить следующие разделы математики: теория вероятности и случайные процессы; математическая статистика; методы Монте-Карло. Соответствующие разделы математики вместе с информационными технологиями широко применяются ныне во многих областях физики, географии, астрофизики, химии, биологии, психологии, экологии, экономики, менеджмента и теории управления и т.д.

Характерно, что в общем среднем образовании статистическим закономерностям уделяется очень мало внимания. В связи с этим нам представляется актуальным знакомство бакалавров различных направлений и профилей подготовки со статистическими закономерностями в курсах: физика и естествознание; концепции современного естествознания, общая и статистическая физика. При этом мы особое внимание уделяем практическим работам по изучению статистических закономерностей, представленным в данном учебном пособии. Практическое выполнение этих работ не требует особого лабораторного или мультимедийного оборудования. В то же время они достаточно наглядны и информативны.

В практической работе № 2 изучается классическая вероятностная статистика в опыте Скарборо.

Классическая вероятностная статистика возникает из вероятностных моделей реальных экспериментов. Особую роль в её

становлении сыграли эксперименты со стрельбой пулями (стрелами) по мишеням. Опыт Джеймса Скарборо позволяет провести такой эксперимент в любой аудитории, заменив пули (стрелы) заточенным карандашом [2-6].

Если целиться карандашом сверху в прямую линию, нарисованную на листе бумаги, и, отпуская карандаш, пытаться в неё попасть, то, как бы тщательно ни целился экспериментатор, вследствие неконтролируемых ошибок упавший карандаш будет отклоняться от линии на случайную величину. Точки, обозначенные карандашом, располагались бы вблизи прямой.

Практическая работа № 3 использует метод Монте-Карло для вычисления фундаментального числа  $\pi$  с помощью опыта Бюффона [7,8].

Исходя из наличия мультимедийного оборудования они могут быть дополнены виртуальным физическим и естественнонаучным экспериментами, разработанными на кафедре физики ДГТУ [2-5].

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1: «ИЗУЧЕНИЕ БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОДНОМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДАНИЙ»

Цель работы: 1. Исследование броуновского движения в рамках одномерной модели случайных блужданий.

2. Демонстрация общности модели случайных блужданий как одного из типов случайных процессов в физике и в финансовой экономике.

Оборудование: монета (датчик случайных чисел).

##### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Подбросить щелчком монету.

Если она упала лицевой стороной («решка»), броуновская частица

смещается влево на один интервал (клеточку). В табл. 1 заносится значение случайной величины:  $\xi = -1$ . Если исходить из экономической модели броуновского движения, то можно говорить, следуя Л. Башелье, об уменьшении цены акции. Если монета упала обратной стороной («орёл»), броуновская частица смещается вправо на один интервал (клеточку), а в таблицу 1 заносится значение случайной величины  $\xi = +1$ . В экономической модели броуновского движения можно отметить повышение цены акции. Можно использовать и другой генератор случайных значений величины  $\xi = \{-1; +1\}$ .



## Концепции современного естествознания

Повторить эксперимент 9 раз (см. табл. 1), заполнив все значения величины  $\xi$  для частицы (или акции) 1.

Аналогичный эксперимент провести для всех 10 частиц (или акций).

5. Рассчитайте значения величины  $x$  для всех десяти частиц (это с одной стороны текущая координата для каждого шага  $k$ , а с другой стороны и радиус миграции броуновской частицы), считая, что в начале движения ( $k = 0$ ) частица находилась в точке  $x = 0$ , по формуле:

$$x_k = x_{k-1} + \xi_k. \quad (2)$$

6. Значения величины  $x$  для всех десяти акций – это, с одной стороны текущая стоимость акций для каждого шага  $k$ , а с другой стороны и приращение (убыль) цены акции. Отметим, что вслед за Л. Башелье мы используем вообще говоря ошибочное допущение, что цены акций могут быть отрицательными.

7. Рассчитайте также значение величины  $x^2$  для каждого  $k$ , а затем просуммируйте все  $x$  и  $x^2$  для каждой частицы (акции), завершив заполнение табл. 1.

8. Используя данные таблицы 1, подсчитайте, сколько раз частица (акция) находилась в положениях с различными координатами (стоимостями)  $x$  (от координаты - 9 до координаты 10, всего 21 возможных координат). В соответствии с Вашими расчётами заполните табл. 2.

9. Рассчитайте вероятность обнаружения частицы в каждой из возможных координат (стоимостей акций). Результаты занесите в табл. 2, завершив её заполнение.

10. Постройте гистограмму, изображающую количество  $n_i$  проходов броуновской частицы через координаты  $x_k$  (по горизонтали отложить значения  $x_k$ , по вертикали  $n_i$ ).

11. Постройте гистограмму и оцените вероятности  $P(-9;0)$ ,  $P(-1;1)$ ,  $P(0;9)$  обнаружения частицы в диапазонах (-9; 0); (-1; 1); (0; 9).

12. Определить площадь  $S$  всей гистограммы. Чему равна вероятность обнаружения частицы в диапазоне (-10; 10)?

## Концепции современного естествознания

13. Постройте графики зависимости  $\langle x_k \rangle^2$  от времени  $t$ , оценивая время каждого броска в 1 секунду для всех десяти частиц

(акций). Рассчитать  $\langle x_k \rangle^2$  для  $k$  от 1 до 5 и для  $k$  от 5 до 10. Соответствующие временные интервалы:  $t_1 = 0 \div 50$  с;  $t_2 = 50 \div 100$  с. Сравните соответствующие графики с формулой (1).

14. Вычислить общие средние значения  $\langle x \rangle, \langle x^2 \rangle$  по данным всех десяти частиц.

15. Используя эти результаты, вычислить среднюю скорость и среднеквадратическую скорости движения, усредненные по всем десяти частицам:

$$v_{cp} = \frac{\langle x \rangle}{t}; v_{cp.kв.} = \frac{\sqrt{\langle x^2 \rangle}}{t} \quad (3)$$

Принять, что расстояние измеряется в микрометрах (1 мкм), а общее время движения всех частиц  $t = 100$  секунд.

16. Составьте письменный отчёт о проведённом исследовании и полученных результатах.

Таблица 1. Значения случайной величины  $\xi$  и текущей координаты  $x$  (мкм) броуновских частиц (текущей цены акций)

(«решка»  $\xi = -1$ ; «орел»  $\xi = 1$ ; начальное значение  $X(0)=0$ .)

1 частица (акция)				...	10 частица (акция)			
$k$	$\xi$	$x$	$x^2$		$k$	$\xi$	$x$	$x^2$
0	<del>X</del>	0	0		0	<del>X</del>	0	0
1					1			
2					2			
3					3			
4					4			
5					5			
$\Sigma$					$\Sigma$			
6					6			
7					7			
8					8			
9					9			
10					10			
$\Sigma$					$\Sigma$			
$\Sigma$					$\Sigma$			

Таблица 2. Количество прохождений  $n_i$  броуновских частиц (акций) координаты  $x_k$  (мкм)

$x_k$	-10	-9	-8	-6	...	0	...	6	7	8	9	10
$n_i$												
$P_i$												

Здесь  $P_i = n_i / N$  - вероятность обнаружить частицу(акцию) в заданной точке (цене акции). N - общее число испытаний (N = 110)

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Кем и когда было открыто броуновское движение?
2. Что такое броуновское движение?
3. Для каких наук важно изучение броуновского движения?
4. Какие величины рассчитывались в работе?

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 «ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ВЕРОЯТНОСТНОЙ СТАТИСТИКИ В ОПЫТЕ СКАРБОРО»

Цель работы: 1. Изучение классической вероятностной статистики с помощью опыта Скарборо.

2. Изучение случайных ошибок в эксперименте.

Оборудование: лист бумаги формата А4, миллиметровая линейка, карандаш.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Воспользовавшись линейкой и карандашом экспериментатор проводит прямую линию вдоль листа бумаги формата А4 — приблизительно посередине. На левой стороне от линии ставится знак «минус», на правой стороне — знак «плюс».

2. Экспериментатор помещает подготовленный лист бумаги на стол или на пол, берёт карандаш и прижав его слегка кончиками пальцев руки, располагает его на высоте 40-50 см над листом заточенной стороной вниз.

3. Тщательно прицелившись в проведённую на бумаге линию, экспериментатор роняет карандаш вертикально вниз.

## Концепции современного естествознания

4. Упавший карандаш отмечает точку на листе бумаги. Экспериментатор измеряет в миллиметрах кратчайшее расстояние от линии до точки, а получившийся результат со знаком «+» или «-» заносит в табл. 1 (вторая колонка).

5. Экспериментатор проводит 100 таких испытаний, каждый раз занося получившийся результат в табл. 1.

6. Исследуя получившиеся данные, экспериментатор находит

модуль максимального отклонения от линии  $x_{\max}$  (положительное число).

7. Зная  $x_{\max}$ , экспериментатор заполняет ячейки третьей ко-

лонки этой таблицы:  $\frac{x}{x_{\max}}$  (округлять до сотых).

8. Номер интервала  $i$  (четвёртая колонка) задается разбив-

кой на интервалы, исходя из значений  $\frac{x}{x_{\max}}$ . Например, если

$$\frac{x}{x_{\max}} = -0,24,$$

то  $i = -1$ , а если

$$\frac{x}{x_{\max}} = 0,53,$$

то  $i = 3$ . Если значе-

ние  $\frac{x}{x_{\max}}$  попадает на границу интервала, то за номер интервала принимается номер, ближайший к нулю. Например, если

$$\frac{x}{x_{\max}} = -0,1,$$

; то номер интервала  $i = 0$ . Номер интервала может

принимать следующие одиннадцать значений:  $\{-5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4; 5\}$ . При этом ширина интервалов от  $-5$  до  $0$  задается равной  $-0,2$ , а от  $1$  до  $5$  – равной  $0,2$ .

9. Исходя из данных табл. 1 заполняется табл. 2. Сосчитайте количество попаданий в каждый из одиннадцати интервалов. Ве-

личина  $n_i$  в предпоследней строке таблицы — это количество по-

паданий в интервал под номером  $i$ . Величина  $P_i$  в последней строке таблицы (вероятность попадания в этот интервал) расчи-

тывается делением  $n_i$  на общее число бросков ( $N = 100$ ):

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (4)$$

10. По результатам табл. 2 на миллиметровой бумаге строится гистограмма, предварительно по оси  $X$  откладываются значения интервалов  $i$ , а по оси  $Y$  вероятности  $P_i$  попадания в этот интервал, пропорциональные количеству  $n_i$  попадания в этот интервал. Экспериментатор заштриховывает карандашом необходимое количество  $n_i$  клеточек для каждого номера диапазона  $i$ . Кривая распределения строится с использованием гистограммы путём усреднения её заштрихованного контура.

11. Определить среднее отклонение от цели  $\langle \text{хоткл} \rangle$ .

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = 1.$$

12. Проверить справедливость условия:  
(5)

Таблица 1. Значения случайной величины  $x$  (мм).

$k$	$x$	$\frac{x}{x_{\max}}$	$i$	$k$	...	$k$	$x$	$\frac{x}{x_{\max}}$	$i$
1				26	...	76			
2				27	...	77			
3				28	...	78			
...				...	...	...			
25				50	...	100			

Таблица 2. Число попаданий в выбранный диапазон

$\frac{x}{x_{\max}}$	дальше $-0,9$	$(-0,7;-0,9)$	...	$(-0,1;0,1)$	...	$(0,7;0,9)$	дальше $0,9$
$i$	-5	-4		0		4	5
$n_i$							
$P_i$							

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что доказывает опыт Джеймса Скарборо?
2. Какие величины рассчитывались в данной работе?
3. Каковы свойства случайных ошибок?

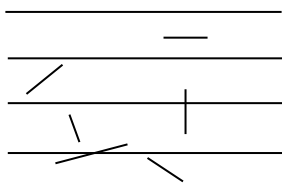
4. В каких науках и для чего используется кривая нормального распределения?
5. Дайте определение практическому понятию вероятности.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3: «ОПЫТ БЮФФОНА»

Цель работы: 1. Знакомство с особенностями статистических закономерностей. 2. Определение числа  $\pi$  методом Бюффона.

Оборудование: 7 спичек (игл); карандаш; линейка; лист бумаги формата А4.

#### Порядок выполнения работы



Результат испытания: на расчерченном листе бумаги лежат семь брошенных спичек(игл) (число пересечений в данном испытании  $m_k = 2$  )

Рис. 1

1. На листе бумаги формата А4 проведем несколько параллельных прямых так, чтобы расстояния между ними были равны и превышали длину спички (иглы) в два раза.

2. Каждое испытание заключается в том, чтобы произвольным образом подбрасывать спичку (иглу) над поверхностью, сообщая ей каждый раз небольшое вращение так, чтобы спичка (игла) свободно падала с высоты около 40-50 см. В данном варианте опыта Бюффона одновременно производится бросок сразу 7 спичек (игл) (рис.1). При использовании стальных проволочек (игл) точность эксперимента улучшается.

Таблица 1.

Номер испытания (броска), $k$	Число пересечений в данном испытании $m_k$	Число брошенных игл в данном испытании $n_0$	Отношение числа брошенных игл к количеству пересечений $p=(7/m_k)$ в данном испытании	$ \pi_b - \pi_k $	$(\pi_b - \pi_k)^2$
1		7			
2		7			
...	...	...	...	...	...
31		7			
$N=31$	$\pi_B = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \pi_k \approx$			$\sum_{k=1}^N (\pi_B - \pi_k)^2 \approx$	
$S = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (\pi_B - \pi_k)^2}{N(N-1)}} \approx$					

3. После каждого броска отмечается, сколько спичек (игл) пересекли любую из прочерченных нами параллельных прямых. Положительный результат заносится в таблицу.

4. По окончании эксперимента производим необходимые вычисления (см. таблицу) и записываем результат вычислений числа  $\pi$ :

$$\pi_B = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \pi_k \quad (6).$$

Это число при неограниченном увеличении числа бросков будет стремиться к  $\pi$  (чем больше испытаний, тем точнее получается результат).

Оценка погрешности

Ценность полученного результата невозможно понять без расчёта абсолютной и относительной погрешности, даже если мы знаем заранее число  $\pi$ , вычисленное другими способами.

Воспользуемся алгоритмом вычислений погрешности для метода Монте-Карло, излагаемому во многих авторитетных руководствах. При достаточно большом числе испытаний ( $N > 30$ ) абсолютная погрешность [2]:

$$\delta = t_{\gamma, N} \cdot S_N, \quad (7),$$

где  $t_{\gamma, N}$  – коэффициент Стьюдента, который определяется по таблице распределения Стьюдента для данных значений числа бросков  $N$  (в нашем случае  $N = 31$ ) и доверительной вероятности  $\gamma$ . Примем  $\gamma = 0,95$  (95%). При этих значениях коэффициент Стьюдента равен [2]:  $t_{\gamma, N} = 2,0395$ .

Величина  $S$  (среднее квадратическое отклонение) определяется таким образом:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (\pi_B - \pi_k)^2}{N(N-1)}}. \quad (8).$$

Отсюда получим абсолютную погрешность  $\delta$ . Относительная погрешность при этом окажется равной;

$$\varepsilon = \frac{\delta}{\pi_B} \cdot 100\%. \quad (9).$$

Результат вычислений числа  $\pi$  методом Бюффона  
Используя данные заполненной таблицы и расчёты погрешностей, получаем окончательный результат:

$$\pi = \pi_B \pm \delta. \quad (10).$$

Опыт Бюффона позволяет вычислять  $\pi$  с любой точностью: необходимо лишь неограниченно увеличивать число бросков.

Контрольные вопросы

1. Что такое число  $\pi$ ?
2. Назовите способы определения числа  $\pi$ .
3. Где применяется число  $\pi$ ?



Концепции современного естествознания

4. В чём состоит сущность метода Бюффона?
5. Как оценивается погрешность в опыте Бюффона?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наследников Ю.М. Концепции современного естествознания / Ю.М. Наследников, А.Я. Шполянский, А.П. Кудря, А.Г. Стибаев – Ростов н/Д: ДГТУ. – 2008. – 350 с. [Электронный ресурс № ГР 15393, 2010]. Режим доступа: <http://de.dstu.edu.ru/>.
2. 2. Наследников Ю.М. Концепции современного естествознания / Ю.М. Наследников, Попова, И.Г., Т.И. Гребенюк, И.В. Мардасова, А.Я. Шполянский. – Ростов н/Д: ДГТУ. – 2013. – 115 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://de.dstu.edu.ru/>.
3. 3. Суханов А.Д. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов/ А.Д. Суханов, О.Н. Голубева – М.: Дрофа. – 2004. – 447 с.
4. 4. Лозовский В.Н. Концепции современного естествознания: Учебное пособие/ В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский СПб.: Изд-во «Лань». – 2004. – 224 с.
5. 5. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов: изд. доп. и исправл. / Т.Я. Дубнищева – М.: Изд-во «Академия». – 2006. – 632 с.
6. 6. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. / В.М. Найдыш – М.: Альфа-М: Инфра-М, 2006 – 622 с.
7. 7. Горбачев В.В. Концепции современного естествознания: Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие / В.В. Горбачев, Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников – СПб.: «Лань». – 2010.
8. 8. Кожевников Н.П. Концепции современного естествознания: Учебное пособие, 4-е изд., испр. / Н.М. Кожевников – СПб.: «Лань», 2009.
9. 9. Под ред. Л.А. Михайлова. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов – СПб.: Питер. – 2009. – 335 с.
- 10.10. Фейнман Р. Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее / Р. Фейнман: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 318 с.
- 11.11. Справочник необходимых знаний. 3-е изд. доп. М.: РИПОЛ КЛАССИК. – 2002.