

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Экономика»

Н. И. Егоренков, М. Н. Стародубцева

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**КУРС ЛЕКЦИЙ
для студентов специальности 1-26 02 02
«Менеджмент»**

Гомель 2010

УДК 50(075.8)
ББК 20я73
Е30

*Рекомендовано научно-методическим советом
гуманитарно-экономического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 12.10.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Материаловедение в машиностроении» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *И. Н. Степанкин*

Егоренков, Н. И.

Е30 Основы современного естествознания : курс лекций для студентов специальности 1-26 02 02 «Менеджмент» / Н. И. Егоренков, М. Н. Стародубцева. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 137 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Мб RAM ; свободное место на HDD 16 Мб ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Изложены основы частных наук о неживой и живой природе (механики, физики, химии, биологии), универсальных наук о природе и обществе (синергетике, математике, философии), технических и социально-экономических наук, включая кибернетику, социологию и экономику. Основное внимание уделено взаимосвязи наук, общим законам развития природы и общества.

Для студентов специальности 1-26 02 02 «Менеджмент».

**УДК 50(075.8)
ББК 20я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

ЛЕКЦИЯ 1. «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ – НАУКА О ПРИРОДЕ» (ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ)

1. Предмет, цель, задачи и структура курса.
2. Формы движения и уровни организации материи.
3. Классификация наук, характеристика научного метода познания, теория и метод ее построения.
4. История возникновения и развития естествознания.
5. Основная литература по курсу.

1. ПРЕДМЕТ, ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА КУРСА

1.1. Основная цель и задачи курса

Основная цель курса - расширение у студентов университета общего кругозора, развитие культуры мышления, формирование научного мировоззрения на природу, человека и общество.

Задачи курса:

- овладение научными понятиями и концепциями естествознания, открытыми им законами природы и принципами научного моделирования явлений реального мира;
- изучение связи естествознания с математикой, логикой и философией, науками о наиболее общих законах самоорганизации материи (кибернетикой, синергетикой, диалектикой), а также с гуманитарными науками, включая социологию и экономику.

1.1.1 Будущий специалист должен:

Знать:

- 1) место и роль естествознания в системе культуры, отличие научных знаний о природе от обыденных и религиозных представлений;
- 2) фундаментальные понятия и принципы естественнонаучного современного познания.

Уметь:

- 1) характеризовать общие концептуальные представления о физических, космологических, химических, биологических процессах и явлениях на уровне современных достижений естествознания;
- 2) выделять исторические этапы познания природы и их основные проблемы; использовать в практической деятельности понятия и принципы современного естествознания;
- 3) раскрывать законодательные процессы с применением основных понятий и принципов естественнонаучного знания.

1.2 Структура курса:

1.2.1. Структура теоретической части курса:

Лекция 2. «Предмет и основные концепции механики»:

1. Предмет механики.
2. Основные концепции механики.

Лекция 3. «Предмет и основные концепции физики»:

1. Предмет физики.
2. Основные концепции физики

Лекция 4. «Предмет и основные концепции химии»:

1. Предмет химии.
2. Основные концепции химии.

Лекция 5. «Предмет и основные концепции биологии»:

1. Предмет биологии.
2. Основные концепции биологии.
3. Биосфера

Лекция 6. «Наука о происхождении и развитии человека»:

1. Человечество – живое (разумное) вещество
2. Происхождение человека.
3. Человек - сознательная форма движения материи.
4. Ноосфера.

Лекция 7. «Социально-экономические науки»:

1. Социальная система.
2. Основные концепции социологии.
3. Основные социально-экономические теории.

Лекция 8. «Предмет и основные концепции математики»:

1. Предмет математики
2. Связь математики с другими науками.
3. Развитие и основные концепции математики
4. Математическая логика

Лекция 9. «Естествознание и философия»:

1. Предмет и основной вопрос философии.
2. Связь философии с естествознанием.
3. Основные исторические формы философии

Лекция 10. «Кибернетика и синергетика»:

1. Предмет синергетики .
2. Основные концепции синергетики.
3. Предмет синергетики.
4. Основные концепции синергетики.

Лекция 11. «Естествознание и технические науки»:

1. Предмет технических наук.
2. Взаимосвязь фундаментальных, прикладных и технических наук.
3. Научно-технический прогресс и основные направления развития техники и технологий. Техносфера.

Лекция 12.

«Наука, лженаука и религия»:

1. Наука, гипотезы, аксиомы, вера.
2. Новое знание в науке.
3. Наука и лженаука.
4. Религия и наука.

Лекция 13.

«Математика и общество»:

1. Два подхода к описанию динамических систем многих частиц (стохастический и детерминированный).
2. Стохастическое описание динамических систем
3. Описание динамических систем геометризированной теорией множеств.
4. Фрактальная геометрия динамических систем.
5. Фрактально-топологическая (фазовая) модель товарно-денежного хозяйства.

1.2.2. Структура практической части курса (практикума):

Тема 1. «Может ли теоретическая экономика быть точной наукой»?

1. Современные представления о «точной (строгой)» науке;
2. Линейные и нелинейные модели экономики.

Тема 2. «Аксиоматический метод принятия решений»:

1. Понятия и термины;
2. Аксиомы – положения, не требующие доказательств;
3. Логика – технология работы с понятиями и аксиомами.

Тема 3. «Диалектика – логика нелинейных систем»:

1. Формальная и математическая логики;
2. Диалектическая логика – диалектический материализм (диалектика);
3. Диалектика - логика реальных (нелинейных) систем.

Тема 4. «Товарно-денежное хозяйство – динамическая система многих частиц»:

1. Природные системы многих частиц;
2. Товарно-денежная система – система многих «частиц» - хозяйствующих субъектов;
3. Статистический метод описания систем многих частиц (классическая и фрактальная статистики).

Тема 5. «Физические модели в экономике»:

1. Изоморфность товарно-денежного хозяйства и вещества;
2. Энергодинамика (термодинамика и капиталодинамика);
3. Фазовая модель системы многих движущихся и взаимодействующих частиц;
4. Цикл Карно и экономический (производственный) цикл.

Тема 6. «Химические модели в экономике»:

1. Экономический процесс как «химическая реакция»;
2. Автокатализ и процесс самовозрастания стоимости в экономике;
3. Автоколебательные и хаотические процессы в химии и экономике.

Тема 7. «Биологические модели в экономике»:

1. Существование и борьба за выживание биологических и человеческих популяций;
2. Модель «хищник-жертва» в биологии и экономике.

Тема 8. «Земное эхо солнечных бурь – влияние солнечной активности на биосферу, человека и общественные процессы»:

1. Колыбель жизни, пульсы Солнца и Вселенной;
2. Физико-химическая среда и организм;
3. Волны экономики, эпидемий, неурожая, катастроф, массовых народных волнений.

2. ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ И УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

Материя – объективная реальность, существующая независимо от сознания человека и данная ему в ощущениях. Она несотворима и неуничтожима. Ее основное свойство – движение. Пять форм движения (механическая, физическая, химическая, биологическая, сознательная) и, соответственно, пять основных наук (механика, физика, химия, биология и социология или гуманитарная наука, то есть наука о человеке и обществе).

Материя существует в виде *вещества* и *поля*, их общей характеристикой является *энергия* – количественная мера движения материи.

Вещество – вид материи, состоящий из частиц, имеющих массу покоя; *поле* – материальная среда посредством которой осуществляется взаимодействие между частицами вещества или состоящими из этих частиц телами.

1. По критерию геометрических размеров:

мегауровень (*вселенная, звездные скопления, звезды, планеты*), **макроуровень** (*планетное вещество, организмы*), **микроуровень** (*ткани, клетки, вирусы, макромолекулы*), **наноуровень** (*молекулы, атомы*) и т.д.

2. По степени сложности:

элементарные частицы (*протоны, нейтроны, электроны, кварки* и т.д.), **атомы, молекулы, макромолекулы, конденсированное состояние вещества, клетки, организмы, популяции** (*микробов, животных, человеческое общество*).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК, ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ, ТЕОРИЯ И МЕТОД ЕЕ ПОСТРОЕНИЯ

3.1. Что такое наука?

Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка и теоретическая систематизация объективных (*не зависящих от воли и сознания человека*) знаний о действительности; одна из форм общественного сознания. Она включает деятельность по получению нового знания и ее результат – сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Непосредственная цель науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности на основе открываемых ею законов.

3.2. Ученые о науке

Кольцов Н.К. (биолог):

«... У науки нрав не робкий.

Не заткнешь ее течение
никакою пробкой».

Маркс: «... У входа в науку, как и у входа в ад, должно быть выставлено требование:

“Здесь нужно, чтоб душа была тверда;

Здесь страх не должен подавать совета” (Данте. Божественная комедия)». (Соч. т.13, с.9)

В.И. Ленин: «Ожидать беспристрастной науки в обществе наемного рабства – такая же глупенькая наивность, как ожидать беспристрастия фабрикантов в вопросе о том, не следует ли увеличить плату рабочим, уменьшив прибыль капитала.»

Маркс: «...Лишь рабочий класс может ... превратить науку из орудия классового господства в народную силу, превратив самих ученых из пособников классовых предрассудков, из честолюбивых государственных паразитов и союзников капитала в свободных тружеников мысли! Наука может выполнить свою истинную роль только в республике Труда».

Знание – проверенный практикой *результат познания* действительности, первое ее отражение в мышлении (сознании); воспроизведение в языковой форме представлений о закономерных связях действительности.

Знание – продукт общественной деятельности (практики), направленной на преобразование действительности.

Познание – процесс движения мысли от незнания к знанию; обусловленный потребностями общества процесс отражения действительности в мышлении; взаимодействие объекта и субъекта, итогом которого является новое знание.

3.3. Знание и познание

Уровни познания: эмпирический, в том числе чувственный, и теоретический.

Формы познания: 1- получение знания, неотделимого от субъекта (восприятие, представление); 2 – получение объективного знания, существующего вне субъекта (наука-теория, воплощенное в продуктах труда знание).

Типы познания: обыденное, художественное, научное.

Путь познания: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике – таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности» (В.И. Ленин). Наблюдение – гипотеза – теория – проверка теории (практика).

3.4. Научный метод познания

Метод (греч. methodos – путь исследования) – способ достижения цели, решения задачи, совокупность приемов или операций практического или теоретического познания и освоения действительности.

Методология (метод + логос – слово, понятие, учение) – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.

Метод познания - способ построения и обоснования системы знания (теории).

Теория - система идей, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности

3.5. Метод построения теории

Современный стандарт логической строгости основан на теоретико-множественной концепции (любая теория имеет дело с одним или несколькими множествами объектов, связанных между собою некоторыми соотношениями. Все формальные свойства этих объектов и

отношений, необходимые для развития теории, фиксируются в виде аксиом, не затрагивающих природы самих объектов и отношений. Теория применима к любой системе объектов с отношениями, удовлетворяющими положенной в основу системы аксиом).

Аксиоматический метод – метод построения научной теории, при котором в основу кладутся некоторые исходные положения, называемые *аксиомами* теории, а все остальные предложения теории получаются как логические следствия аксиом. Считается, что это дедуктивный метод (от общего – к частному).

3.6. Общая схема аксиоматического метода:

- 1) Перечисляются исходные понятия, которые вводятся без определений;
- 2) На основе исходных понятий определяются новые необходимые понятия (определяются все основные понятия);
- 3) Формулируются исходные истинные предложения (аксиомы), принимаемые без доказательств - указывается список аксиом, в которых устанавливаются некоторые связи и взаимоотношения между первоначальными понятиями;
- 4) На основе понятий и аксиом (первоначальных фактов, содержащихся в аксиомах), с помощью некоторой логической системы выводятся доказательства новые факты – теоремы.

3.7. Формальная логика

Известны два логических метода:

метод формальной и метод диалектической логики.

- **Формальная логика** (основоположник – Аристотель) – это *изучение мысли со стороны ее структуры, формы* (изучает формы рассуждений, отвлекаясь от их конкретного содержания). Правильность рассуждения определяется его формой, структурой, а не содержанием.
- Простейшие категории формальной логики: **понятие** – фиксирует мысль о предмете, **суждение** – мысль, в которой что-то утверждается или отрицается, **умозаключение** – прием мышления, посредством которого из некоторого исходного знания получается выводное знание.

3.8. Набор методов и приемов формальной логики

Анализ – расчленение целого на части, *синтез* – соединение отдельных частей в целое, *индукция* – умозаключение, в основе которого лежит переход от частного (особенного) к общему, *дедукция* – от общего к частному (особенному), *сравнение* – выявление сходства или различия явлений и процессов, *аналогия* – перенос одного или ряда свойств с известного явления на неизвестное.

- Ни анализ, ни синтез, ни дедукция, ни индукция и т.д. не раскрывают внутреннее противоречие предмета в формальной логике, не отражают самодвижения, развитие его.

3.9. Основные законы формальной логики:

- *закон тождества* (каждая мысль должна иметь строго определенное устойчивое содержание);
- *закон противоречия* (две противоположные мысли об одном и том же предмете, взятом в одном и том же времени, отношении и т.д., не могут быть истинными);
- *закон исключения третьего* (из двух отрицающих друг друга мыслей об одном и том же предмете, одно непременно истинно);
- *закон достаточного основания* (всякая истинная мысль должна обосновываться другими мыслями, истинность которых доказана ранее).

3.10. Противоречия формальной логики

В формальной логике противоречие, в котором тезис и антитезис имеют равную силу и в одинаковой степени покоятся на одних и тех же основаниях (антиномия), неразрешимо. Такое противоречие отрицает все законы формальной логики.

На ограниченность формальной логики указывают апории – утверждения, противоречащие опыту (например, апории Зенона: «Ахилл и черепаха», «стрела» и др.).

3.11. Теорема Гёделя

- На ограниченность формальной логики указывает *теорема Гёделя о неполноте* (для широкого класса формальных систем

требование полноты несовместимо с требованием непротиворечивости): «в любой дедуктивной теории, покоящейся на некоторой системе аксиом, обязательно найдется предложение, доказать или опровергнуть истинность которого средствами данной теории нельзя».

- Для доказательства такого предложения необходима новая, более общая теория (другой набор аксиом). В ней снова будет недоказуемое предложение и т.д.

3.12. Диалектическая логика (диалектика, диалектический материализм)

Диалектика – наука о всеобщей взаимосвязи и наиболее общих законах развития природы, человеческого общества и мышления

- Основные законы диалектики.
- *Закон единства и борьбы противоположностей* (движущая сила, источник развития);
- *Закон перехода количества в качество;*
- *Закон отрицания отрицания.*
- *Закон ветвления* (дивергенции-конвергенции) - новый закон диалектики.

3.13. Диалектика – основа современной науки

Диалектика не допускает непрерывное бесконечное деление объекта в соответствии с законом перехода количества в качество (например, вещество нельзя делить непрерывно: существуют молекулы, атомы, нуклоны, электроны и т.д., то есть вещество дискретно) и легко объясняет этот парадокс *апорий Зенона*.

Нетрудно заметить, что теорема Гёделя есть фактически математический аналог законов диалектического развития, сформулированных Гегелем и Марксом.

Ярким подтверждением диалектики является Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. С развитием науки диалектика (диалектический материализм, диалектическая логика) все большей степени становится ее основой.

3.14. Классификация наук:

Универсальная наука - энергодинамика, изучающая структуру материи и общие законы ее движения, взаимопревращения энергии. Две ее формы: математика (символьное описание) и *философия*, т.е. диалектика (смысловое описание);

Частные науки: естествознание, гуманитарные, в том числе общественные, и *технические* науки (изучают законы конкретных форм движения материи) и др.

Естествознание – совокупность наук, изучающих различные формы движения материи (механика, физика, химия и биология), а также различные природные объекты: геология, астрономия и т.д.

Гуманитарные (лат.; humanus – человеческий; humanitas - человеческая природа) науки изучают сознательную форму движения материи (общество, общественное бытие и сознание): социология, политическая экономия, история, филология и др.

Технические науки (греч. te`chnē - мастерство) изучают способы проектирования, изготовления и эксплуатации материальных (вещественных) средств труда, создаваемых человеком для осуществления процессов производства жизненных благ и обслуживания потребностей общества.

3.15. Иерархия наук

Все законы механики выполняются в физике, законы физики – в химии, молекулярной химии – в биологии, а биологии – в социологии. Это не означает, что физику можно свести к механике, химию – к физике, биологию – к химии, а социологию – к биологии, так как физика имеет законы, которых нет в механике, химия – которых нет в физике, биология – которых нет в химии, а социология – которых нет в биологии.

Это всего лишь означает, что существует иерархический ряд моделей реальной действительности. Например, самая простая социологическая, в том числе экономическая модель – механическая, затем – физическая и т.д. Это означает, например, что без знания физических законов невозможно объяснить химические явления, но знания только одних физических законов для этого недостаточно (аналогично - при объяснении явления жизни химией и т.д.).

3.16. Развитие

Развитие – необратимое, направленное, закономерное изменение материи и сознания (материальных и идеальных объектов, их универсальное свойство. В результате развития возникает новое качественное состояние объекта – его состав и структура).

Различают две стадии развития, между которыми существует диалектическая связь: *эволюцию*, связанную с постепенным количественным изменением свойств объекта (эволюция) и *революцию*, характеризующуюся качественным, коренным изменением свойств объекта, скачкообразным переходом от одного устойчивого состояния к другому устойчивому состоянию (революция):

4. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

4.1. История естествознания

Стимул к появлению и развитию науки – потребности общества. Энгельс Ф.: «Если у общества появляется... потребность, то она продвигает науку вперед быстрее, чем десяток университетов».

Первой формой естествознания в целом была «натурфилософия» (лат. *Natura* – природа) или философия природы. Она характеризовалась чисто умозрительным истолкованием природы. Вплоть до XIX века естествознание было слабо дифференцировано (механика, математика, астрономия и физика. Химия и биология находились в зачаточном состоянии). Одной из первых конкретных наук была геометрия.

Считается, что наука возникла в Древней Греции в VII-VI веке до н.э. (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен и др.). В древнегреческой натурфилософии господствовала идея о первопричинах, лежащих в основе мироздания: четыре «стихии» (вода, воздух, огонь и земля) или мифическое первовещество, которое находилось в постоянном круговом движении и которое Анаксимандр называл «апейроном» (беспредельным). В V - IV вв. до н.э. появляется атомистическое учение Демокрита, космологическое (геоцентрическое: Земля – шар) учение Аристотеля. Успешно развивалась математика (Пифагор, VI-V в.; Евклид, III в.), механика (Архимед, III в. до н.э.).

Резкое усиление в средние века влияния церкви на всю духовную жизнь общества затормозило развитие науки. Она становится схоластической «служанкой» церкви, богословия (теологии).

Со второй половины VIII века научное лидерство захватывает Ближний Восток. На арабский язык переводятся труды Птолемея, Евклида, Аристотеля. В работах арабских ученых алхимия превращается в химию.

Большую роль в подъеме европейской науки (XV-XVI вв., эпоха «Возрождения») сыграли университеты (Парижский, Оксфордский), а также экспериментальное изучение природы. Энциклопедист Леонардо да Винчи, астрономы Николай Коперник, Тихо Браге, Джордано Бруно. Это **1-я научная революция**: гелиоцентрическая система мира, учение о множественности миров (возникла принципиально новое миропонимание, исходившее из того, что Земля – всего лишь одна из планет, движущихся вокруг Солнца).

Начинается эпоха «Нового времени» (XVII-XVIII вв.). Осуществляется **2-я научная революция** (создание классической механики и экспериментального естествознания, механической картины мира): Фрэнсис Бэкон, Рене Декарт, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Готфрид Лейбниц, Исаак Ньютон.

Фундаментальный труд Ньютона «Математические начала натуральной философии», подводивший итог сделанному человеком за все предшествующее время в учении о простейших формах движения, заложил основы современной теоретической физики.

В XVII веке больших успехов достигла физика и химия (Роберт Бойль, Эдм Мариотт – газовые законы), биология (Карл Линней – классификация животных и растений). Открытия этого времени выявили диалектический характер явлений природы.

В эпоху «Нового времени» (XVIII – XIX вв.) совершается **3-я научная революция**: космогоническая гипотеза Канта-Лапласа (попытка исторического объяснения происхождения Солнечной системы); диалектика Гегеля; теория катастрофизма Кювье; эволюционизм органического мира Ламарка; геологический эволюционизм Лайеля; теория естественного отбора Дарвина; клеточная теория Шлейдена и Шванна; закон сохранения и превращения энергии Майера-Джоуля-Гельмгольца. Выдающимся достижением было искусственное получение органического вещества (мочевины) Вёлером; открытие периодического закона химических элементов Менделеевым; электромагнитного поля (Фарадей, Максвелл, Герц); изгнание из науки флогистона, теплорода, «жизненной силы» (витализма), мирового эфира. Начала рушиться механистическая картина мира.

4.2. Естествознание XX века

В 1896 г. на исходе XIX в. открыто явление самопроизвольного излучения урановой соли, природа которого понята не была. В XX веке началась *4-я научная революция*: Супруги Кюри (открытие радиоактивности); Томсон (открытие электрона); Резерфорд (планетарная модель атома); Планк (гипотеза квантов); Бор (квантовая модель атома); Эйнштейн (теория относительности, гипотеза фотонов – квантов света); Луи де Бройль (идея о волновых свойствах материи); Дэвидсон и Джермер (дифракция электронов); Гейзенберг (соотношение неопределенностей). Создание квантовой механики. Окончательное крушение механистической картины мира. Научные открытия в области естествознания (механики, физики, химии, биологии) и математики приобрели лавинообразный характер. Они коренным образом преобразили жизнь человечества.

5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ:

1. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учебник, 11-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2009.
2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. Практикум (учебное пособие для студентов вузов). Изд. «Высшая школа», 2007.
3. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие. – М.: Юрайт-Издат, 2009.
4. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов, обучающихся по гуманитарным специальностям. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.
5. Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов. ЮНИТИ, 2008.
6. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / Изд. 5-е. – Ростов н / Д: Феникс, 2008.
7. Концепции современного естествознания: Учебник ля вузов. Под редакцией Л.А. Михайлова. – СПб.: Питер, 2008.
8. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.

9. Концепции современного естествознания: учебное пособие / В.О. Голубинцев [и др.]; под. общ. ред. С.И. Самыгина. – 9-е изд. Ростов н / Д: Феникс, 2008.

10. Концепции современного естествознания: Хрестоматия для студентов вузов, обучающихся по гуманитарным специальностям / Авт.-сост. А.А.Горелов. – М.: ООО «Изд. Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.

11. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные соч., т. 5. – М.1960.

12. Винер Н. Кибернетика. – М., Советское радио, 1968.

13. Занг В.-Б.. Синергетическая экономика. Время и переменны в нелинейной экономической теории: - М.: Мир, 1999.

14. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002.

15. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. - М.: Мир, 1980.

16. Стюарт Ян. Концепции современной математики. / Пер. с англ. Н.И. Плужниковой и Г.М. Цукерман.- Мн.: Выш. школа, 1980.

17. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. М.-Ижевск, ИКИ, 2003.

18. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.

ЛЕКЦИЯ 2.

ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ МЕХАНИКИ:

1. Предмет и структура механики.
2. Основные понятия, концепции и законы механики.
3. Основные этапы развития механики.
4. Нерешенные проблемы механики.

1. ПРЕДМЕТ И СТРУКТУРА МЕХАНИКИ

Механика (гр. *Mēchanikē* от *mēchanē* – орудие, машина) – наука, изучающая перемещения в пространстве и равновесие материальных тел (сред) под действием сил:

Классическая механика (3-х мерное пространство, скорости меньше скорости света).

Теория относительности (4-х мерное пространство-время, движение частиц со скоростями порядка скорости света).

Квантовая механика (движение элементарных частиц).

Теоретическая механика – раздел механики, формулирующий общие законы движения материальных точек, их систем, абсолютно твердых тел и сплошных сред.

Прикладная механика – отрасль механики, занимающаяся применением законов механики к решению практических задач – постройке машин, механизмов и других сооружений.

В зависимости от того, движение каких объектов рассматривается, различают: механику материальной точки и системы материальных точек, механику твердого тела, механику сплошной среды.

Классическая механика разделяется на *статику* (сложение сил и условия равновесия газообразных, жидких и твердых тел), *кинематику* (движение тел вне связи с определяющим его движением взаимодействием между телами) и *динамику* (влияние взаимодействия между телами на их механическое движение).

Внутреннее строение тел, природу и закономерности их взаимодействия механика не изучает.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, КОНЦЕПЦИИ И ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ.

Под механическим движением понимают *изменение* с течением времени взаимного положения тел или их частиц в пространстве (движение небесных тел, колебания земной коры, воздушные и морские течения, движения летательных аппаратов и транспортных средств, машин и механизмов, деформации элементов конструкций и сооружений, движения жидкостей и газов и т.д.).

Рассматриваемые в механике взаимодействия представляют те действия тел, результатом которых являются изменения скоростей точек этих тел или их деформации (притяжения тел по закону всемирного тяготения, взаимные давления соприкасающихся тел, воздействия частиц жидкости или газа друг на друга и на движущиеся или покоящиеся тела и т.п.).

2.1. Основные понятия механики

Модели тел: абсолютно твердое тело, материальная точка и др.

Тело – макроскопическая система, состоящая из очень большого числа молекул или атомов, так что размеры системы во много раз больше межмолекулярных расстояний.

Абсолютно твердое тело – тело, расстояние между двумя любыми точками которого всегда остается неизменным (деформацией тела можно пренебречь, это недеформируемое тело). Абсолютно твердое тело часто рассматривают как систему материальных точек, жестко связанных друг с другом.

Сплошная среда – при изучении движения изменяемой среды (деформируемого твердого тела, жидкости, газа) можно пренебречь молекулярной структурой среды. При этом используются понятия: идеально упругое тело, пластичное тело, идеальная жидкость, вязкая жидкость, идеальный газ и др.

Материальная точка – объект пренебрежимо малых размеров, имеющий массу (тело, размеры и форма которого несущественны в рассматриваемой задаче (например, планеты при изучении их движения вокруг Солнца).

Система материальных точек (механическая система) – мысленно выделенная совокупность материальных точек, которые в об-

щем случае взаимодействуют как одна с другой, так и с телами, не включенными в состав этой системы.

Вектор (векторная величина) – величина, вполне определяемая своим численным значением и направлением в пространстве (например, сила, скорость).

Скалярное поле – часть пространства, каждой точке которого поставлен в соответствие по определенному закону скалярная величина (число).

Векторное поле – часть пространства, каждой точке которого поставлен в соответствие по определенному закону вектор.

Функция поля – функция, задающая закон этого соответствия.

Система отсчета – совокупность взаимно неподвижных тел или частей одного и того же тела, по отношению к которым рассматривается движение исследуемого тела. С системой отсчета жестко связывается какая-либо система координат (правая декартова прямоугольная, цилиндрическая или сферическая системы, связанные формулами перехода).

Инерциальная система отсчета (классическая механика) – система, по отношению к которой выполняется закон инерции (1-й закон Ньютона). Для релятивистской механики добавляется требование к скорости света в вакууме как универсальной постоянной. Любая система, равномерно и прямолинейно движущаяся относительно инерциальной системы, является *инерциальной*, а движущаяся ускоренно – *неинерциальной*.

Сила (основная мера механического взаимодействия материальных тел) – действие, вызывающее изменение скоростей точек тела или его деформацию. Она может действовать непосредственно (контактно) или через создаваемые телами поля (поле тяготения, электромагнитное поле и т.д.).

Сила – векторная величина, характеризуемая в каждый момент времени численным значением, направлением в пространстве и точкой приложения. Сложение сил – по принципу параллелограмма. Линия действия силы – прямая, вдоль которой направлена сила.

Силы потенциальные – если работа действующих на материальную точку (тело) сил зависит только от начального и конечного положения точки (тела) в пространстве (работа действующей на точку потенциальной силы вдоль произвольной замкнутой траектории точки тождественно равна нулю:

$$\oint (Fdr) = \oint (F_x dx + F_y dy + F_z dz) \equiv 0$$

Инерциальная (инертная) масса – скалярная величина, характеризующая инерционные свойства тел и определяемая как коэффициент пропорциональности между действующей на тело силой и вызываемой ею ускорением тела (2-ой закон Ньютона).

Масса тела в классической механике равна арифметической сумме масс составляющих тело материальных точек, и не зависит от скорости движения (масса изолированной системы тел не изменяется при любых происходящих в ней процессах).

Гравитационная масса – коэффициент пропорциональности m между весом тела P и его ускорением свободного падения в поле тяжести g : $P = mg$, источник поля тяготения тел в теории гравитации

Ньютона, вызывающего силу притяжения между ними $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$,

где G – гравитационная постоянная.

Понятие массы было введено в механику Ньютоном.

Импульс (количество движения) тела – вектор K_i , равный произведению массы тела m_i на ее скорость V_i : $K_i = m_i V_i$

Энергия – единая скалярная мера всех форм движения (закон сохранения и превращения энергии – при любых процессах полная энергия изолированной системы не изменяется).

Работа – процесс механического взаимодействия тела с другими телами, в результате которого изменяется механическое движение этого тела или его положение по отношению к другим телам. Изменение энергии тела в процессе совершения работы также называется *работой*

Мощность – скалярная величина, характеризующая быстроту совершения работы силой \mathbf{F} и равна отношению элементарной работы к промежутку времени dt , за который она совершается.

Механическая энергия W – энергия механического движения и взаимодействия тел. Она равна сумме кинетической W_k и потенциальной W_n энергий:

Кинетическая энергия тела – мера его механического движения, измеряемая работой, которую может совершать это тело при его торможении до полной остановки. Для материальной точки она равна половине произведения массы точки m на квадрат скорости ее движения v : .

Потенциальная энергия (взаимная потенциальная энергия) W_n – энергия, зависящая только от взаимного расположения взаимодействующих материальных точек или тел. Уменьшение W_n тела при его перемещении из одного положения в другое измеряется работой, которую совершают при этом действующие на него потенциальные силы (для элементарного перемещения).

Обобщенные координаты – независимые параметры, определяющие положение в пространстве системы с s степенями свободы.

Обобщенные скорости – полные производные по времени обобщенных координат.

Обобщенный импульс - p_i , сопряженный с обобщенной координатой q_i , – частная производная от функции Лагранжа по обобщенной координате q_i .

Функция Гамильтона (гамильтониан) – выражение вида: . Функция Гамильтона для консервативной системы есть ее полная механическая энергия.

Функция Лагранжа (кинетический потенциал) – разность кинетической и потенциальной энергий.

Фазовое или T -пространство – многомерное ($2s$ -мерное) пространство всех обобщенных координат q_i и обобщенных импульсов p_i ($i=1,2,\dots,s$) рассматриваемой системы.

Фазовая точка – точка фазового пространства, соответствующая состоянию системы.

Фазовая траектория – изменение положения фазовой точки в фазовом пространстве.

Особые точки фазовой плоскости – точки фазовой плоскости, в которых $f(x, v) = 0$ и $v = 0$:

Центр – (особая точка, через которую не проходит ни одна фазовая траектория), седло, узел.

Предельный цикл (замкнутая фазовая кривая, на которую навиваются или с которой свиваются спиральные фазовые траектории, находящиеся вблизи этой замкнутой кривой).

Колебания – движения (изменения состояния), обладающие той или иной степенью повторяемости во времени.

Свободные колебания – колебания, возникающие вследствие разового отклонения системы от состояния устойчивого равновесия.

Периодические колебания – изменения состояния, повторяющиеся через равные промежутки времени.

Вынужденные колебания – вызываемые действием периодических внешних сил.

Линейные колебания - описываемые линейными дифференциальными уравнениями (в противном случае – **нелинейные** колебания)

Затухающие колебания - энергия которых уменьшается с течением времени.

Автоколебания – периодические колебания автономной неконсервативной системы.

2.2. Основные уравнения классической механики

Дифференциальное уравнение движения материальной точки – уравнение, определяющее связь между ускорением движения точки и вызвавшей это ускорение силой:

$$a_i = \frac{dv_i}{dt} = \frac{F_i}{m_i}$$

Канонические уравнения движения Гамильтона (для системы с s степенями свободы):

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad p_i = \frac{\partial H}{\partial \dot{q}_i} \quad (i = 1, 2, \dots, s)$$

Эти уравнения выражают классический принцип причинности. Зная начальное состояние системы и проинтегрировав ее уравнения, можно определить состояние системы в произвольный момент.

2.3. Основные законы механики

Законы Ньютона:

1-й закон Ньютона (закон инерции): Всякая материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не выведет ее из этого состояния. Всякое механическое движение относительно: его характер зависит от выбора системы отсчета (покой, равномерное прямолинейное движение, движение с ускорением). Поэтому закон инерции справедлив не во всякой системе отсчета.

2-й закон Ньютона:

Первая производная по времени от импульса (количества движения) материальной точки равна действующей на нее силе:

$$\frac{dK_i}{dt} = \frac{d}{dt}(m_i v_i) = F_i$$

Элементарное изменение количества движения материальной точки равно элементарному импульсу действующей на нее силы (вектор F , dt – элементарный импульс силы F_i за время dt);

Ускорение материальной точки прямо пропорционально действующей на нее силе, обратно пропорционально массе точки и совпадает по направлению с силой:

$$a_i = \frac{dv_i}{dt} = \frac{F_i}{m_i}$$

(дифференциальное уравнение движения материальной точки).

3-й закон Ньютона: Действие двух материальных точек одна на другую численно равно и направлено в противоположные стороны:

$$F_{ij} = -F_{ji} \quad (i \neq j)$$

Основной закон динамики поступательного движения:

Производная по времени от количества движения K материальной точки (системы точек) относительно неподвижной (инерциальной) системы отсчета равна главному вектору F всех внешних сил,

приложенных к системе: $\frac{dK}{dt} = F$ или $F = ma_c$,

где a_c – ускорение центра инерции системы, а m – ее масса.

Закон всемирного тяготения: Между двумя материальными точками действуют силы взаимного притяжения, прямо пропорциональные произведению масс этих точек и обратно пропорциональные квадрату расстояния между ними:

$$F = fm_1 m_2 / R^2,$$

где f – гравитационная постоянная.

Законы сохранения - интегралы движения (связаны с симметрией – инвариантностью законов относительно некоторой группы преобразований входящих в них величин. Согласно теоремы Нётер наличие симметрии обуславливает существование сохраняющейся величины, характеризующей систему:

Закон сохранения энергии консервативной системы (1-й интеграл движения системы) связан с однородностью времени, то есть с инвариантностью законов движения относительно изменения начала отсчета времени.

Закон сохранения вектора импульса (количества движения) системы $P = \sum_{k=1}^N \frac{\partial L}{\partial v_k} = const$ связан с однородностью пространства, то есть с инвариантностью законов движения относительно пространственных сдвигов).

Закон сохранения вектора момента импульса
 $M = \sum_{k=1}^N [r_k p_k] = const$ связан также с однородностью пространства.

Любая изолированная система имеет семь интегралов движения (семь уравнений законов сохранения): одно уравнения сохранения энергии, три уравнения законов сохранения проекций на координатные оси вектора импульса, а также вектора момента импульса.

Интегралы движения аддитивны.

Механический принцип относительности: Равномерное и прямолинейное движение (относительно инерциальной системы отсчета) замкнутой системы не влияет на ход протекающих в ней процессов, то есть все инерциальные системы отсчета равноправны.

3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИКИ

«Механика – одна из древнейших наук. Ее возникновение и развитие неразрывно связано с развитием производительных сил общества, нуждами практики. Раньше начала развиваться статика (4-й век до нашей эры, Древняя Греция; сочинения Аристотеля, который ввел в науку термин «механика»: теория рычага, центр тяжести, начала гидростатики; Леонардо да Винчи – правило параллелограмма и момент силы и др.).

В 17-м веке возникают научные основы динамики (Коперник, Галилей, Гюйгенс и др.). Создание основ классической механики завершается трудами Ньютона, сформулировавшего ее основные законы и открывшего закон всемирного тяготения. Установлены также два исходных положения сплошной среды: закон вязкого трения в газах и жидкостях и закон Гука – связь напряжений и деформаций упругих тел.

В 18-м веке развиваются методы решения задач механики, основанные на использовании дифференциального и интегрального исчисления, принципа возможных перемещений, принципа наименьшего действия и др. (Эйлер, Бернулли, Фурье, Лагранж, Д'Аламбер и др.).

В 19-м веке интенсивно развиваются все разделы механики (Эйлер, Ковалевская, Остроградский, Якоби, Герц и др.), включая теорию устойчивости равновесия и движения (Жуковский, Ляпунов и др.), теорию автоматического регулирования (Вышеградский), механику сплошной среды (Навье, Коши, Пуассон, Стокс, Гельмгольц, Прандтль, Сен-Венан и др.).

В 20-м веке начинают развиваться новые области механики – теория нелинейных колебаний (Ляпунов, Пуанкаре), механика тел переменной массы, аэродинамика, газовая динамика и др.».

4. НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

Основная проблема – нет общей структуры теории механики – механической формы движения материи:

«Понятие экономика является столь же неопределенным, как, скажем, механика. Имеется несколько разделов механики, каждый из которых характеризуется своим набором моделей, гипотез и применяемых методов исследования» [Трофимов В.В. Геометрический анализ динамики больших экономических систем. В кн.: Пу Т. Нелинейная экономическая динамика. – Москва-Ижевск: НИЦ «РХД», 2002. ; с. 174-198].

Законы механики выполняются во всех формах движения материи и описывающих их науках: физике (физическая механика), химии (химическая механика), биологии (биологическая механика – биомеханика), социологии (социологическая механика), в том числе в экономике (экономическая механика).

4.1. Нерешенные проблемы физической механики

Физическая механика:

1. Совместные движения трех и более небесных тел и т.д.
2. Движение атомов и молекул в газах и жидкостях.
3. Теория устойчивости движения частиц, тел и систем.
4. Теория движения тел переменной массы.
5. Стохастическая механика (вероятностное поведение) частиц и тел в нелинейных системах.
6. Теория турбулентного движения газов и жидкостей.
7. Теория движения плазмы в магнитных полях (магнитная гидродинамика).
8. Механические свойства твердых тел, включая теорию прочности, пластичности и ползучести и др.

4.2. Нерешенные проблемы механики

Химическая механика (например, механика реагирующих газов и жидкостей).

Биологическая механика (например, механика мышц, деления клеток, динамика взаимодействующих популяций и т.д.).

Социологическая (в частности, экономическая) механика (например, динамика массы народа, в частности толпы при панике и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) ЛЕКЦИЯ 2:

1. Механика. В кн.: Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. Краткий справочник по физике. Изд. 3-е, стереотип. – М.: Высшая школа, 1969, с. 5-122.

2. Основы классической механики. В кн.: Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. Изд. 2-е, испр., М.: Наука. 1964, с. 13-130.

3. Механика. В кн.: Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др.– М.: Сов. Энциклопедия, 1983, с.314-417.

4. Механика. В кн.: Физическая энциклопедия Т. 3. / Гл. ред. А.М.Прохоров. Ред. кол. Д.М.Алексеев, А.М.Балдин, А.М.Бонч-Бруевич и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992, с. 126-130.

ЛЕКЦИЯ 3. ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ФИЗИКИ:

1. Предмет и структура физики.
2. Основные этапы развития физики.
3. Фундаментальные физические концепции.
4. Основные нерешенные проблемы физики.

1. ПРЕДМЕТ И СТРУКТУРА ФИЗИКИ

1.1. Предмет физики

Физика (от гр. Physis - природа) – наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира, о существующих формах материи и ее строении (физические поля, элементарные частицы, атомные ядра, атомы, молекулы, кристаллы, жидкости, газы и т.д.), о взаимодействии различных форм материи и их движении (механические, тепловые, электромагнитные, гравитационные, атомные, ядерные и др. процессы). Вследствие этой общности не существует явлений природы, не имеющих физических свойств или сторон. Понятия физики лежат в основе всего естествознания.

Границы, отделяющие физику от других наук в значительной мере условны и меняются с течением времени. Современная физика тесно связана со всеми другими науками о природе (астрономией, химией, геологией, биологией), а также с математикой и техникой. На стыке физики и других естественных наук возникла биофизика, астрофизика, физическая химия и др.

1.2. Структура физики

В основе своей физика – экспериментальная наука: ее законы базируются на фактах, установленных опытным путем. Законы физики представляют собой количественные соотношения и формулируются на математическом языке.

Различают *экспериментальную* физику (опыты, проводимые для обнаружения новых фактов и проверки открытых физических законов) и *теоретическую* физику, цель которой состоит в формулировке общих законов природы и в объяснении конкретных явлений на

основе этих законов, а также в предсказании новых явлений. По целям исследования различают также **прикладную** физику (например, прикладная оптика). При изучении любого явления опыт и теория в равной мере необходимы и взаимосвязаны.

Физику подразделяют на механику, термодинамику, статистическую физику, оптику, акустику, электродинамику, квантовую механику, молекулярную, атомную и ядерную физику, физику элементарных частиц, квантовую теорию поля.

2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ

Еще в 6-ом веке до н.э.- 2-ом веке н.э. зародились идеи об атомном строении вещества еще (Демокрит, Эпикур, Лукреций), создана геоцентрическая система мира (Птолемей), открыты простейшие законы статики (правило рычага), прямолинейного распространения и отражения света, сформулированы начала гидростатики (Архимед). Накопленные знания подытожил Аристотель, отдававший предпочтение умозрительным представлениям, отвергнувший атомную гипотезу и опыт как критерий достоверности знаний. Канонизированное церковью учение Аристотеля надолго затормозило развитие науки.

Развитие физики как науки начато в 17-м веке Г. Галилеем, понявшем что «законы природы написаны на языке математики». Он обосновал теорию Коперника, установил независимость ускорения свободного падения тел от их плотности и массы; изобрел термометр, зрительную трубу.

Началось изучение газов (Бойль, Мариотт), открыли атмосферное давление, изобрели барометр (Торричелли), микроскоп. Доказали, что Земля – большой магнит, разграничили электрические и магнитные явления (Гильберт), началось изучение тепловых, акустических и оптических явлений: дифракция (Гримальди) и дисперсия (Ньютон) света; измерена скорость света (Рёмер); корпускулярная (Ньютон) и волновая (Гюйгенс) теории света. Открыт закон всемирного тяготения (Ньютон).

В 18-м веке интенсивно изучаются электрические явления: открыты два вида электрических зарядов, притяжения разноименных и отталкивания одноименных зарядов (Дюфе), закон сохранения электрического заряда (Франклин), силы взаимодействия неподвижных электрических зарядов (Кулон, Кавендиш), и др. Открыты инфракрасные (Гершель, Волластон) и ультрафиолетовые (Риттер, Волла-

стон) лучи, природа молнии. Стали различать температуру и количества тепла, сформулировано понятие теплоемкости. Однако теплоту рассматривали как особого рода жидкость – теплород, отвергнув взгляд Ломоносова, Гука, Бойля, Бернулли и др. на нее как на вид внутреннего движения частиц тел (несмотря на поддержку Ньютона).

В 19-м веке с помощью волновой теории объяснена дифракция и интерференция света (Френель, Юнг), что привело к господству волновой и поражению корпускулярной теории света. Открыты гальванические явления и созданы гальванические батареи (Гальвани, Вольта), связь электричества и магнетизма (Эрстед), электрическая природа магнитных явлений и закон взаимодействия электрических токов (Ампер), электромагнитная индукция (Фарадей), электрическая дуга (Петров), закон сохранения энергии и невозможность построения вечного двигателя 1-го рода (1-е начало термодинамики: Майер, Джоуль, Гельмгольц), закон теплоемкостей (Дюлонг, Пти), эквивалентность количества теплоты и работы, закон Ома, две формы передачи энергии (теплота и работа) и невозможность построения вечного двигателя 2-го рода (2-е начало термодинамики: Клаузиус, Карно, Томсон).

Открыт закон идеальных газов (Клапейрона-Менделеева), вероятностные (статистические) законы (Максвелл, Больцман, Гиббс). Статистически обоснованы законы термодинамики. Создана кинетическая теория газов (Больцман), классическая электродинамика (Максвелл), открыты (Герц) и использованы для беспроволочной связи (Попов) электромагнитные волны, давление света (Лебедев). Заложены основы спектрального анализа (Кирхгоф, Бунзен), сжижен гелий (Камерлинг-Оннес), открыт электрон (Томсон) – свидетельство неэлементарности атома, заложены основы электронной теории (Лоренц).

К концу 19-го века физика считалась практически завершенной. Оставалось 2 необъяснимых явления: опыт Майкельсона (движение Земли относительно эфира) и зависимость теплоемкости от температуры, противоречащая молекулярно-кинетической теории.

Планк высказал гипотезу, что атомы испускают излучение порциями – квантами, энергия которых прямо пропорциональна частоте излучения. Коэффициент пропорциональности получил наименование кванта действия (постоянной Планка).

Эйнштейн расширил эту Планка (электромагнитная энергия излучается, распространяется и поглощается порцией, как частица: воз-

рождались корпускулярная теория света) и объяснил явление фотоэффекта. Эта порция-частица названа фотоном. Стало ясным, что свет имеет двойственную (корпускулярно-волновую) природу.

Резерфорд открыл ядро атома и создал планетарную модель атома, которую усовершенствовал Бор (строго разрешенные орбиты и перескоки электронов между ними с выделением или поглощением энергии квантами).

Луи де Бройль выдвинул гипотезу о двойственной природе любых частиц материи, включая макроскопические, а не только фотонов. Открыта дифракция электронов, а впоследствии и других частиц, включая молекулы. Шрёдингером сформулировано нерелятивистское уравнение, определяющее вид функции для различных случаев движения и взаимодействия микрочастиц, получившее впоследствии название основного уравнения квантовой механики. В итоге была создана квантовая (волновая) механика, а Гейзенберг построил ее математической форме (матричную механику). Сформулирован принцип Паули, позволивший объяснить заполнение электронами оболочек в атоме. Открыт спин (момент количества движения) у электронов (Уленбек, Гаудсмит), явление радиоактивности (Беккерель, П. и М. Кюри), изотопов (Содди), нейтрона (Чедвик), искусственной радиоактивности.

Начато строительство ускорителей частиц. Открыты мюоны, мю-мезоны, К-мезоны, 2 типа нейтрино и большое число новых элементарных частиц, включая резонансы. Дираком получено релятивистское уравнение движения электрона. Сформулированы статистические законы Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака. Открыта сверхпроводимость (Камерлинг-Оннес) и сверхтекучесть (Капица) и построена феноменологическая (Ландау, Гинзбург) и микроскопическая (Боголюбов, Купер, Шриффер) теории сверхпроводимости. Возникла квантовая электроника (Басов, Прохоров, Таунс), созданы мазеры и лазеры. Осуществлена цепная реакция деления ядер, создана атомная бомба и атомная электростанция. Осуществлена реакция термоядерного синтеза (создана водородная бомба), начались работы по управляемому термоядерному синтезу.

3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ

Классическая механика Ньютона;
Механика сплошных сред;

Термодинамика;
Статистическая физика;
Электродинамика;
Специальная теория относительности;
Релятивистская механика;
Общая теория относительности;
Квантовая механика;
Квантовая статистика;
Квантовая теория поля.

3.1. Классическая механика Ньютона

Фундаментальное значение для всей науки имело введение Ньютоном понятия «*состояние системы*», первоначально сформулированное для простейшей механической системы – системы материальных точек. Во всех последующих физических системах это понятие являлось одним из ключевых. Состояние механической системы полностью определяется координатами и импульсами составляющих ее частиц (тел). Эти величины являются основными в механике. Они позволяют определить все другие механические характеристики, включая энергию. Если известны определяющие ускорения силы взаимодействия тел, то по начальным значениям координат и импульсов можно однозначно установить их значения в любой момент в будущем.

3.2. Механика сплошных сред

В механике сплошных сред конденсированные тела (газы, жидкости, кристаллы) рассматриваются как сплошные (непрерывные) среды. Их поведение однозначно описывается функциями координат (x, y, z) и времени t : плотностью $\rho(x, y, z, t)$, давлением $p(x, y, z, t)$ и скоростью $v(x, y, z, t)$. Если известны их значения в начальный момент времени и граничные условия, то уравнения механики сплошных сред позволяют установить значения этих функций в любой момент в будущем. Полная система уравнений, описывающих механические процессы в газообразных, жидких и твердых телах, появилась после создания термодинамики.

3.3. Термодинамика

Термодинамика – наука о взаимопревращениях тепловой энергии. В основе термодинамики лежат являющиеся обобщением опытных данных принципы (постулаты), называемые «началами термодинамики»: **общее начало** (1-ый постулат) – изолированная термодинамическая система с течением времени приходит в состояние равновесия; **нулевое начало** (2-ой постулат) – положение о существовании температуры – интенсивного параметра, выражающего усредненную скорость движения частиц системы (мера средней кинетической энергии поступательного движения частиц); **первое начало** (3-ий постулат) – математическое выражение закона сохранения и превращения энергии - невозможен вечный двигатель 1-го рода; **второе начало** – (4-ый постулат), имеющее несколько эквивалентных формулировок (невозможен процесс, при котором теплота самопроизвольно переходит от менее нагретого тела к более нагретому; невозможен процесс, единственным следствием которого было бы превращение тепла в работу – невозможен вечный двигатель 2-го рода и др.); **третье начало** (5-ый постулат, принцип Нернста) – по мере приближения температуры к нулю энтропия системы перестает зависеть от термодинамических параметров и принимает одну и ту же для всех систем постоянную величину, которую можно принять равной нулю.

Термодинамическая система характеризуется **функциями состояния** (определяются параметрами начального и конечного состояний системы и не зависят типа термодинамического процесса ее перехода от одного состояния к другому).

Важнейшими функциями состояния являются **термодинамические потенциалы** – функции, убыль которых в равновесном (обратимом) процессе, протекающем при неизменных значениях определенной пары термодинамических параметров (T , V , p , S) равна полной работе, произведенной системой, за вычетом работы против сил внешнего давления.

Выбор пар этих параметров можно осуществить 4-мя различными способами: (T и V) – свободная энергия, (T и p) – энергия Гиббса, (S и p) – энтальпия, (S и V) – внутренняя энергия.

Если известен какой-либо термодинамический потенциал, то можно определять все термодинамические свойства системы, в том числе получить ее уравнение состояния.

3.4. Статистическая физика (механика)

В классической статистической механике вместо задания значений координат и импульсов частиц системы задается функция распределения частиц по значениям координат и импульсов, точнее плотность вероятности выявления этих значений в небольших интервалах при наблюдении системы в определенный момент времени. Функция распределения удовлетворяет уравнению движения – уравнению Лиувилля (уравнению непрерывности в фазовом пространстве), которое однозначно определяет ее, если известна энергия взаимодействия между частицами, в любой последующий момент времени по заданному исходному ее значению. Она позволяет определить средние значения плотностей системы частиц, энергии, импульса и их потоков, отклонения их от средних значений (флуктуации).

Выражение для функции распределения произвольной равновесной системы получено Гиббсом (каноническое распределение Гиббса). Она позволяет, зная значение энергии как функции координат и импульсов (функцию Гамильтона), определять термодинамические потенциалы (статистическая термодинамика). Уравнение эволюции функции распределения (кинетическое уравнение) для газа получено в 1872 г. Больцманом и носит его имя. Нахождение зависящей от координат и импульсов функции распределения для системы многих частиц является неразрешимой задачей (требует решения уравнений движения всех частиц системы). используют приближенные функции: одночастичную (кинетическое уравнение разреженных газов, включая уравнение Больцмана) и двухчастичную. Последняя учитывает корреляцию (взаимное влияние) двух частиц.

3.5. Квантовая (волновая) механика

Это теория, устанавливающая способ описания и законы движения отдельных микрочастиц (элементарных частиц, ядер атомов и молекул) и их систем, а также связь характеризующих частицы и системы частиц величин с непосредственно измеряемыми (экспериментальными) величинами.

Состояние микрообъекта в квантовой механике характеризуется волновой функцией ψ (описывается уравнением Шрёдингера).

Законы квантовой механики позволили выявить строение атомов, установить природу химической связи, объяснить периодическое

изменение свойств атомов при изменении заряда их ядер (периодическую систему элементов), понять строение ядер атомов, объяснять свойства элементарных частиц.

Законы квантовой механики – фундамент для изучения и объяснения структуры и свойств вещества.

3.6. Уравнение Шрёдингера

Волновая функция ψ (амплитуда вероятности присутствия электрона в данной области пространства) – это амплитуда трехмерной электронной волны.

Произведение $\Psi^2 \Delta V$ – вероятность присутствия электрона в объеме ΔV , а Ψ^2 – плотность вероятности (электронной плотности).

Расчет функции ψ , то есть полное описание состояния электронного облака, осуществляется решением уравнения Шрёдингера:

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U)\psi = 0,$$

где Δ – оператор Лапласа:

$$\Delta = \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right)$$

U – потенциальная энергия,

E – общая энергия электрона.

Решения уравнения (корни, стационарные состояния системы, орбитали) возможны лишь при определенных (дискретных) значениях характеристик, получивших название квантовых чисел.

3.7. Квантовая статистика

В отличие от математического аппарата квантовой статистики ее содержание качественно не изменилось в сравнении с классической статистикой. Введен лишь принцип тождественности (неразличимости) частиц: в классической статистике перестановка двух одинаковых частиц изменяет состояние системы, а в квантовой статистике – не изменяет. Квантовая статистика играет большую роль в объ-

яснении свойств твердых тел (зонная теория): диэлектрических свойств, электропроводности, теплоемкости и др.

Разработаны также термодинамические, теории неравновесных процессов, в том числе статистические теории, включая квантовую статистику неравновесных процессов.

3.8. Электродинамика

Классическая электродинамика – раздел физики, в котором изучаются некантовые свойства электромагнитного поля и движения электрических и гипотетических магнитных зарядов, взаимодействующих между собой посредством этого поля. Уравнения электромагнитного поля найдены Максвеллом. Они позволяют определять напряженность и магнитную индукцию поля в вакууме и в веществе, исходя из распределения в пространстве электрических зарядов и токов. Они являются фундаментом большинства разделов электротехники, радиотехники, оптики, плазмы, электроники. При больших частотах (малых длинах) электромагнитных волн (область малых пространственно-временных интервалов) законы классической электродинамики неприменимы (это область квантовой электродинамики).

3.9. Специальная теория относительности (СТО)

Это физическая теория о пространстве и времени в отсутствие полей тяготения. В ее основе лежат 2 постулата: принцип относительности (механические, оптические, тепловые и др. физические явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково при одинаковых начальных условиях; все инерциальные системы отсчета равноправны) и независимость скорости света от движения источника (скорость света в вакууме во всех инерциальных системах отсчета одинакова). При переходе от одной к другой инерциальной системы преобразование координат и времени осуществляется по формулам (преобразованиям) Лоренца. Из них вытекают эффекты СТО: скорость света – максимальная скорость передачи любых взаимодействий; относительность одновременности событий; замедление течения времени и сокращение продольных размеров быстро движущегося тела (последние эффекты не абсолютные, зависят от системы отсчета).

3.10. Релятивистская механика

Законы механики Ньютона не инвариантны относительно преобразований (перестают быть справедливыми при больших скоростях движения). После разработки СТО уравнения механики Ньютона были обобщены – получены релятивистские уравнения движения, пригодные для описания движения частиц со скоростями, близкими к скорости света (релятивистская механика).

Огромное значение получили 2 следствия релятивистской механики: релятивистский импульс

$$p = mv / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

и универсальная связь между энергией и массой

$$E = mc^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

3.11. Общая теория относительности (ОТО)

ОТО – теория тяготения. Из 4-х типов фундаментальных взаимодействий (гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое) первым было открыто гравитационное - силы тяготения. Теория гравитации сформулирована Ньютоном 200 лет назад.

В начале XX века она была революционно преобразована А. Эйнштейном, получив название общей теории относительности (явилась логическим развитием принципа относительности применительно к гравитационным взаимодействиям). Из установленного Галилеем факта равенства гравитационной и инертной масс (искривления тяготением путей движения тел) Эйнштейн вывел, что тяготение – искривление пространства-времени; вскрыл связь между геометрией пространства-времени, распределением и движением масс; получил уравнения тяготения (нелинейные), которые в общем виде ещё не решены. А. Фридман нашёл их нестационарные решения, соответствующие расширяющейся Вселенной (на опыте подтвердил Э. Хаббл).

3.12. Фундаментальные принципы физики

3.12.1. Принцип дополнительности Бора

Суть принципа – получение экспериментальной информации об одних физических свойствах, описывающих микрообъект в квантовой механике (элементарную частицу, атом, молекулу и др.), неизбежно связано с потерей информации о некоторых других его свойствах, дополнительных к первым. Взаимно дополнительными свойствами являются: координаты частицы и ее скорость (импульс), волнообразность и корпускулярность и др. Считается, что дополнительными один к другому являются свойства, которым соответствуют не коммутирующие между собой операторы (кинетическая и потенциальная энергии, направление и величина момента количества движения и др.).

Состояния, в которых взаимно дополнительные свойства имеют одновременно точно определенные значения принципиально невозможны. Это выражение диалектического закона единства и борьбы противоположностей. Согласно Бору принцип применим не только в физике, но и в других науках (биологии, психологии, истории и т.д.), имеет общефилософское значение.

3.12.2. Принцип неопределенности Гейзенберга

Суть принципа: Характеризующие микросистему дополнительные величины не могут одновременно принимать точные значения (*частный случай принципа дополнительности Бора*, отражает двойственную, корпускулярно-волновую природу материи):

$$\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{2\pi},$$

где Δp_x , Δx , h – импульс, координата и постоянная Планка соответственно.

Оба принципа не ограничивают, как считали первоначально, познание реальной действительности, а лишь указывает на степень применимости к ней понятий и законов классической механики (макроскопических характеристик).

Принцип Гейзенберга устанавливает соотношение между классической и квантовой механикой.

3.12.3. Принципы симметрии и законы сохранения

Существуют теории, которые позволяют по начальному состоянию объекта определить его состояние в будущем. Принципы симметрии или инвариантности (неизменности) имеют более общий характер. Симметрия – свойство геометрического объекта совмещаться с самим собой при некоторых преобразованиях, образующих группу. Симметрия законов относительно какого-либо преобразования означает, что эти законы не изменяются при проведении этого преобразования. Существует определенная иерархия симметрий (общие симметрии, которые выполняются для всех физических законов и для всех взаимодействий, и приближенные симметрии, область действия которых ограничена определенным кругом взаимодействий или даже типом их). Симметрии делятся на пространственные-временные (геометрические) и внутренние, справедливые в микромире.

Симметриями являются: сдвиг во времени (изменение начала отсчета времени не изменяет законов – время однородно), сдвиг или поворот системы отсчета пространственных координат (изменение начала или ориентации системы отсчета в пространстве не изменяет законов – пространство однородно и изотропно), обращение знака времени (не изменяет законов в микромире) и др.

В 1918 г. Э. Нётер доказала теорему о связи свойств симметрий и законов сохранения: из инвариантности относительно сдвига во времени следует закон сохранения энергии, пространственных сдвигов – закон сохранения импульсов, пространственного вращения – закон сохранения момента импульса, преобразований Лоренца – обобщенный закон движения центра масс. Теорема справедлива для внутренних симметрий. Так, при всех превращениях элементарных частиц суммарный электрический заряд сохраняется.

4 НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ

Астрофизика: состояние материи при больших плотностях и давлениях внутри нейтронных звезд и «чёрных дыр»; природа квазаров и радиогалактик; причины вспышек сверхновых звезд; появление всплесков γ -излучения, эволюция вселенной и др.);

Физика элементарных частиц: существование кварков и глюонов; спектр масс элементарных частиц; непротиворечивая теория элементарных частиц; квантовая теория тяготения; объединяющая че-

тыре фундаментальных взаимодействия теория (единая теория поля) и др.

Физика ядра: создания последовательной теории ядра, способной рассчитывать энергию связи нуклонов и уровни энергии ядра; создание управляемого термоядерного синтеза и др.

Физика плазмы: разработка эффективных методов нагрева плазмы до температур 10^9 К и удержание ее в этом состоянии в течение времени, достаточном для протекания проблема термоядерной реакции и др.

Физика конденсированного состояния вещества: получение общего уравнения состояния вещества, охватывающего газообразное, жидкое и твердое состояния при различных типах межмолекулярных и химических (например, ионных) сил; нефонные механизмы сверхпроводимости; получение сверхнизких температур физика биологических полимеров; и др.

Квантовая электроника: повышение мощности и расширение диапазона длин волн лазерного луча с плавной перестройкой по частоте; создание рентгеновского и гамма-лазеров и др.

Опытно установлено, что гравитационная и инерциальная массы пропорциональны одна другой (принцип эквивалентности), хотя теоретически это ниоткуда не следует. Первоначально масса рассматривалась как мера количества вещества. Ранее (классическая физика) считалось, что масса тела не изменяется ни в каких процессах (закон сохранения массы). В теории относительности масса тела связана с его энергией E : , где c – скорость света, а m_0 – масса покоя тела. При образовании устойчивой связи между телами-частицами (например, химической связи между атомами) выделяется энергия , то масса образовавшейся системы будет меньше суммы масс исходных тел-частиц на величину («дефект массы»). Природа массы – еще не решенная задача науки (непонятно, почему масса элементарных частиц имеет дискретный спектр значений).

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) ЛЕКЦИЯ 3:

1. Физика. В кн.: Физическая энциклопедия. Т. 3. / Гл. ред. А.М.Прохоров. Ред. кол. Д.М.Алексеев, А.М.Балдин, А.М.Бонч-

Бруевич и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992, с. 310-321.

2. Физика. В кн.: Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983, с. 812-817.

3. Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. Краткий справочник по физике. Изд. 3-е, стереотип. – М.: Высшая школа, 1969, с. 123-598.

4. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. Изд. 2-е, испр., М.: Наука. 1964, с. 131-847.

ЛЕКЦИЯ 4. ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ХИМИИ

1. Предмет химии и основные химические понятия
2. Важнейшие классы и номенклатура веществ
3. Химические и межмолекулярные силы
4. Агрегатные, фазовые и релаксационные состояния вещества
5. Химические реакции
6. Основные химические законы
7. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

1. ПРЕДМЕТ ХИМИИ И ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Химия – наука, изучающая свойства и превращение *веществ*, сопровождающиеся изменением их состава и (или) строения, точнее изменением природы, составляющих их частиц.

Химическая реакция – процесс превращения одних веществ в другие, одних частиц материи (атомы, молекулы и др.) в другие.

Уровни организации вещества: элементарные частицы, атомы, молекулы, конденсированное состояние – тела, в т. ч. микро-, макро-, мегаскопические и т.д., в т. ч. астероиды, планеты, звезды, галактики и т.д.

Молекулярная химия – изучает превращения веществ, связанные с изменением природы молекул, обусловленные переносом электронов между ними. **Ядерная химия** – изучает превращение веществ, связанные с изменением природы атомов, обусловленные переносом между ними частиц, входящих в их ядра (протонов и нейтронов).

Материя – объективная реальность, существующая независимо от сознания человека и данная ему в ощущениях. Она несотворима и неуничтожима. Ее основное свойство – движение. Материя существует в виде *вещества* и *поля*, их общая характеристика – **энергия** – количественная мера движения материи.

Вещество – вид материи, состоящий из частиц, имеющих массу покоя;

Поле – материальная среда, посредством которой осуществляется взаимодействие между частицами вещества или состоящими из этих частиц телами.

Уровни организации вещества можно разделить:

1. По критерию геометрических размеров:

мегауровень (вселенная, звездные скопления, звезды, планеты), макроуровень (планетное вещество, организмы), **микроуровень** (ткани, клетки, вирусы, макромолекулы), **наноуровень** (молекулы, атомы) и т.д.

2. По степени сложности: элементарные частицы (протоны, нейтроны, электроны, кварки и т.д.), атомы, молекулы, макромолекулы, конденсированное состояние вещества, клетки, организмы, популяции (микробов, животных, человеческое общество).

Теоретическую основу современной химии вещества составляет атомно-молекулярное учение.

Атом – наименьшая частица химического элемента, обладающая его свойствами. До конца XIX века атом считали неделимым (греческое слово «*atomos*» – неделимый).

Молекула – состоящая из атомов и способная существовать самостоятельно наименьшая частица вещества, сохраняющая его свойства.

Химический элемент – вид атомов с одинаковым зарядом ядра (составная часть веществ).

Химическая формула – символическая запись простейшего численного соотношения, в котором атомы различных элементов образуют химическое соединение. Массы атомов малы – от $1,67 \cdot 10^{-27}$ до $4,27 \cdot 10^{-25}$ кг. В химии пользуются не абсолютными, а безразмерными (относительными) массами химических элементов – отношением массы химического элемента к 1/12 массы изотопа углерода ^{12}C , которая принята за атомную единицу массы ($1,677 \cdot 10^{-27}$) – а.е.м. Относительная молекулярная масса вещества (масса молекулы, выраженная в а.е.м.) – отношение массы его молекулы к 1/12 массы атома изотопа ^{12}C . Так как большинство неорганических веществ не состоят из молекул, то говорят о формульной массе.

Единицей измерения количества вещества (*n*) в Международной системе единиц (СИ) является *моль*.

Моль – количество вещества, содержащее столько структурных элементарных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов, эквивалентов и т.д.), сколько содержится в 0,012 кг изотопа ^{12}C .

Постоянная Авогадро – число атомов N_A в 0,012 кг ^{12}C .

Она равна числу структурных единиц в 1 моле любого вещества

Молярная масса $N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ – масса 1 моля вещества (отношение массы m вещества к его количеству n), кг/моль или е/моль. Ее численное значение совпадает с относительной молекулярной, атомной, формульной массой вещества.

2. ВАЖНЕЙШИЕ КЛАССЫ И НОМЕНКЛАТУРА ВЕЩЕСТВ

Все вещества делятся на **простые** (состоящие из атомов одного элемента) и **сложные** (из атомов двух и более элементов). Простые вещества подразделяются на металлы и неметаллы (H, B, C, N, O, F, Si, P, S, Cl, As, Se, Br, Te, I, At, He, Ne, Ar, Kr, Xe и Rn). Сложные вещества делятся на неорганические и органические. Вещества могут быть **низкомолекулярными** (состоят из небольших молекул) и **высокомолекулярными** или **полимерными** (состоят из **макромолекул** – больших молекул, построенных из повторяющихся звеньев-мономеров, число которых может достигать десятков тысяч и более).

Язык химии – химические символы элементов, формулы, уравнения. Символы химических элементов, их написание и названия приведены в периодической таблице элементов Менделеева. Так как уже известно более 6 миллионов химических соединений, то возникает необходимость в их классификации, разработке единой и строгой системы принципов построения их формул и названий. Такой системой в химии является **химическая номенклатура**. Наиболее используемая – номенклатура ИЮПАК, называемая международной.

По правилам номенклатуры ИЮПАК каждое вещество в соответствии с его формулой получает систематическое название, полностью отражающее его состав. Таких равноценных названий может быть несколько. Например, SO_3 – оксид серы (VI) или триоксид серы. Для некоторых соединений (распространенные кислоты, их соли и др.) допускается использование традиционных названий. Например, H_2SO_4 – серная кислота, систематическое – тетрасульфат (VI) водорода. Кроме того, эти же правила допускают использование и небольшого числа несистемных специальных названий. Например, аммиак, аммоний, гидразин. На практике, в технической и учебной литературе применяются и другие несистемные названия: **тривиальные** – соляная кислота, сода, негашеная известь, едкий натр и др., **минералогические** – рutil, малахит, молибденит и др.

3. ХИМИЧЕСКИЕ И МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СИЛЫ

3.1. Химическая связь, ее природа и типы.

Химическая связь – связь, возникшая между атомами вследствие перераспределения между ними электронов (электронных облаков).

Основным условием образования химической связи является понижение полной энергии многоатомной системы в сравнении с суммарной энергией изолированных атомов.

Химическая связь – это взаимодействие атомов, обусловленное перекрыванием их электронных облаков и сопровождающееся уменьшением полной энергии системы.

Различают 3 типа химической связи: ковалентная, ионная и металлическая. Основными параметрами химической связи являются: длина (межъядерное расстояние связанных атомов), прочность (энергия, выделяющаяся при образовании или затрачиваемая на разрыв связи), валентный угол или угол связи (угол между прямыми, проходящими через ядра связанных атомов), полярность (дипольный момент).

Ковалентная связь (атомная связь, гомеоплярная связь) – связь, обусловленная наличием электронных пар, общих для соединяющихся атомов.

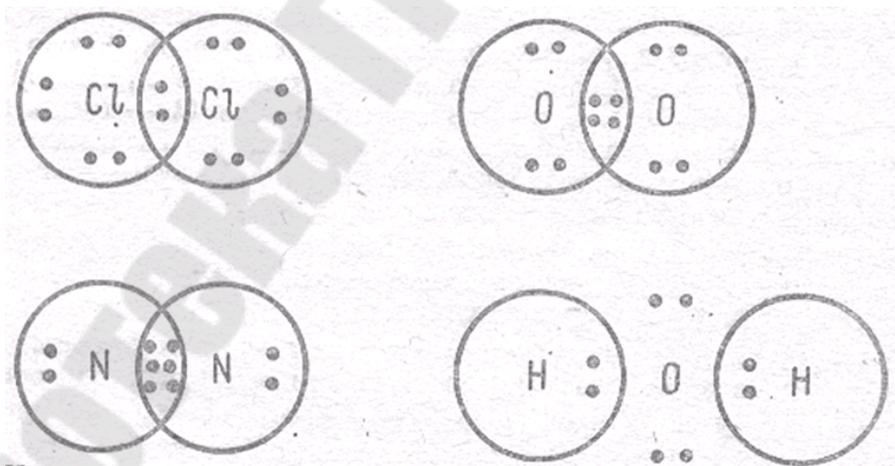


Рис. 4.1. Ковалентная связь

Ионная связь – тип химической связи, энергия которой в основном определяется электростатическими силами притяжения противоположно заряженных ионов (катионов и анионов).

Более строго ее следует рассматривать как предельный случай ковалентной полярной связи, так как реально полного разделения зарядов, т.е. перехода электрона от одного атома к другому, никогда не происходит.

Ионная связь в отличие от ковалентной связи характеризуется ненаправленностью и ненасыщенностью (ионы представляются в виде электрических зарядов со сферической симметрией).

В целом ионное соединение представляют как гигантскую ассоциацию ионов противоположных знаков, а химические формулы ионных соединений – как простейшее соотношение между числом атомов элементов, входящих в состав такой ассоциации.

Металлическая связь по своей природе подобна ковалентной связи: оба типа связи основаны на обобществлении валентных электронов. Однако в атомах металла количество таких электронов значительно меньше количества свободных орбиталей, поэтому они могут вследствие невысоких энергий ионизации металлов свободно переходить из одной орбитали в другую. Благодаря свободному перемещению электронов по всему объему металлическая связь является нелокализованной и ненаправленной, а металлы обладают высокой электро- и теплопроводностью.

Упрощенно металл можно рассматривать как гигантскую молекулу, построенную из катионов, связанных между собой относительно свободно перемещающимися между ними валентными электронами (электронным газом).

Донорно-акцепторная связь. Образование ковалентной связи возможно и при взаимодействии атомов, один из которых имеет пару электронов, называемую неподеленной, а другой – свободную орбиталь. Эта электронная пара становится общей для обоих атомов. Донор – атом, предоставляющий электронную пару, а участвующий в обобществлении пары за счет свободной орбитали атом – акцептор. Такая связь называется донорно-акцепторной.

Классический пример – образование иона аммония:

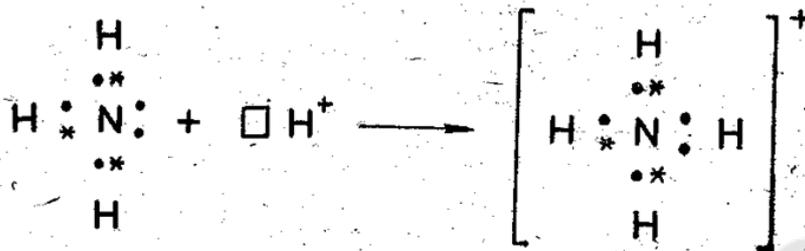
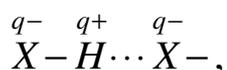


Рис. 4.2. Донорно-акцепторная связь

3.2. Водородная связь

Водородная связь осуществляется между положительно поляризованным атомом водорода одной молекулы и отрицательно поляризованным атомом иной природы другой молекулы



где X – атом одного из электроотрицательных элементов F , O , N (реже Cl или S).

Она обладает насыщенностью и направленностью, так как она в значительной мере обусловлена донорно-акцепторным взаимодействием, где донор – атом электроотрицательного элемента одной молекулы, а акцептор – атом водорода другой молекулы.

Энергия водородной связи примерно на порядок меньше энергии химической связи, но в несколько раз больше энергии межмолекулярного взаимодействия. Аномально высокие температуры плавления и кипения H_2O , HF , NH_3 объясняются образованием ассоциатов за счет водородной связи.

3.3. Межмолекулярное взаимодействие

Молекулы способны взаимодействовать между собою (обладают ненасыщенными силами притяжения-отталкивания, которые называются **межмолекулярными или ван-дер-ваальсовыми силами** - МС). Как и химические силы они имеют электрическую природу, обеспечивая переход вещества из одного агрегатного состояния в другое (газообразное, жидкое, твердое).

3 типа межмолекулярных сил:

Ориентационное (диполь-дипольное) взаимодействие – результат взаимной ориентации соответствующих полюсов полярных молекул при их взаимном сближении.

Индукционное взаимодействие – электростатическое взаимодействие полярной и неполярной молекул.

Дисперсионное взаимодействие – результат притяжения мгновенных диполей (самое универсальное взаимодействие). Оно проявляется между любыми, включая неполярные, молекулами.

4. АГРЕГАТНЫЕ, ФАЗОВЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Практически все вещества могут существовать в твёрдом, жидком и газообразном *агрегатных* состояниях, переходы между которыми сопровождаются скачкообразными изменениями механических, физических и химических свойств вещества (например, его плотности). Жидкое и твёрдое состояния называют **конденсированным** состоянием. Четвёртым агрегатным состоянием часто называют плазму.

В твёрдом и жидком состояниях вещества могут быть **аморфными** (неупорядоченными, бесструктурными), **кристаллическими** или **аморфно-кристаллическими**.

Твёрдые, жидкие и газообразные вещества могут находиться в равновесном и неравновесном состояниях.

Равновесные состояния веществ изучает **фазовая** теория вещества. Согласно ей низкомолекулярное вещество может находиться в 3-х состояниях устойчивого равновесия (**фазах**): твёрдом (кристаллическое состояние, дальний порядок расположения частиц: атомов или молекул), жидком (аморфно-кристаллическое состояние с ближним порядком расположения частиц в нанокластерных ансамблях) и газообразном (преобладание одиночных частиц и их парных столкновений). Высокомолекулярные (полимерные) вещества могут находиться в жидком кристаллическом состоянии. Между фазами существуют переходные состояния – **фазовые переходы 1-го рода** (состояния неустойчивого равновесия): газ – жидкость (конденсация, испарение), жидкость – твёрдый кристалл (кристаллизация, плавление) и твёрдый кристалл – газ (сублимация-возгонка и конденсация).

Для описания поведения вещества фазовая теория использует уравнения состояния – уравнения, связывающие переменную состоя-

ния вещества (например, объём) и управляющие ею параметры (например, температуру и давление). Для описания поведения идеальных и реальных (частицы не имеют объёма, между ними не действуют силы притяжения-отталкивания) и разреженных газов используют уравнение состояния *Клапейрона-Менделеева*:

$$pV = RT,$$

где p – давление, V – объём, T – температура, R – газовая постоянная.

Для системы «жидкость-газ» используют эмпирическое уравнение *Ван дер Ваальса*:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT,$$

где b – собственный объём молекул, $\frac{a}{V^2}$ – параметр, учитывающий притяжение молекул.

В состоянии конкретной формы равновесия (например, в газообразном состоянии) вещество находится при определенном сочетании значений входящих в уравнение состояния параметров. Так как для перехода из одного равновесного состояния в другое равновесное состояние необходимо время (структурно-кинетические единицы вещества характеризуются определенным временем, необходимым для изменения их положения, называемым временем релаксации, то если для находящееся в условиях равновесия вещества быстро изменить параметры на те, которые соответствуют другому равновесному состоянию, то состояние вещества окажется неравновесным и может существовать в этом состоянии долгое (иногда неограниченно долгое) время. Если первоначальное состояние вещества было жидким, а условия изменили на те, которые характерны для твердого состояния, то неравновесное твёрдое состояние вещества называется «стеклообразным состоянием». Самый известный пример – обычное оконное стекло, несколько менее известный – органическое стекло (плексигласс, полиметилметакрилат). Термин «неравновесное состояние» используют также для характеристики плотных структурно неупорядоченных дисперсных систем (порошков, множества шариков и т.д.). Иногда стеклоподобные вещества и относительно плотные дисперсные системы объединяют термином «jammed matter» (сжатое, уплотнённое состояние).

Существует также понятие *релаксационное* (кинетическое) состояние аморфного вещества. Эти состояния наиболее ярко проявляются в полимерах – высокомолекулярных веществах. Они связаны с соотношением скорости механического или электрического воздействия на вещество и временем релаксации его основных структурно-кинетических единиц (макромолекул, их сегментов). Если время воздействия достаточное для того, чтобы могли перемещаться макромолекулы, то такое состояние называется *вязко-текучим*, а если только их сегменты – *высокоэластическим*. Если нет возможности перемещаться и сегментам, а только могут осуществляться крутильные движения или колебания атомов или их небольших групп, то такое состояние является *стеклообразным*. При этом уменьшение температуры испытаний качественно эквивалентно увеличению скорости воздействия (деформации), то есть реализуется *температурно-временная аналогия* (суперпозиция).

5. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Скорость химической реакции – это число актов взаимодействия в единицу времени в единице объема (гомогенная среда, состоящая из одной фазы) или на единице поверхности (гетерогенная система, состоящая из нескольких фаз).

Вещество как однородная по составу молекулярная система может находиться в трех качественно отличающихся состояниях (газообразном, жидком и кристаллическом), которые называются фазами, если дополнительно накладываемым ограничением является условие термодинамического равновесия (физика) или условие наличия поверхностей раздела (химия).

Скорость химической реакции количественно можно характеризовать изменением концентрации (обычно молярной) любого участника реакции в единицу времени (обычно в секундах).

Основные факторы, влияющие на скорость химической реакции: природа реагирующих веществ, их концентрация, давление (если в реакции участвуют газы), температура, катализаторы, площадь поверхности раздела фаз (гетерогенные реакции).

Различают элементарные (протекающие в одну стадию) и сложные (включающие несколько стадий, состоящие из нескольких элементарных процессов) реакции.

Для элементарных реакций справедлив закон действия (действующих) масс:

“скорость элементарной химической реакции при данной температуре прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях с показателями, равными стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции”.

$$v = kc(A)^a \cdot c(B)^b = k[A]^a \cdot [B]^b$$

где $c(A), [A]$ и $c(B), [B]$ – молярные концентрации реагирующих веществ

A и B , a и k – константа скорости реакции, если $c(A), [A]=1$ и $c(B), [B]=1$, и зависящая от природы реагирующих веществ, температуры, катализаторов, а также площади поверхности раздела фаз (для гетерогенных реакций).

Выражение зависимости скорости реакции от концентрации называют кинетическим уравнением.

В случае сложных реакций закон действия масс применим к каждой отдельной стадии.

Влияние температуры на скорость химической реакции в теории активации выражается уравнением Аррениуса:

$$k = Ae^{-E_a/RT},$$

где A – постоянный множитель, не зависящий от температуры; R – универсальная газовая постоянная; E_a – энергия активации; e – основание натурального логарифма.

Энергия активации – разность между средней энергией реагирующих частиц и энергией активированного комплекса.

E_a является характеристикой реакции и определяет влияние на скорость реакции природы реагирующих частиц. Для большинства реакций энергия активации меньше энергии диссоциации наименее прочной связи в молекулах реагирующих веществ. Даже небольшое снижение энергии активации ведет к значительному увеличению скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции увеличивается с увеличением энергии активации.



Рис. 4.3. Энергетическая схема хода реакции $A + B = C + D$

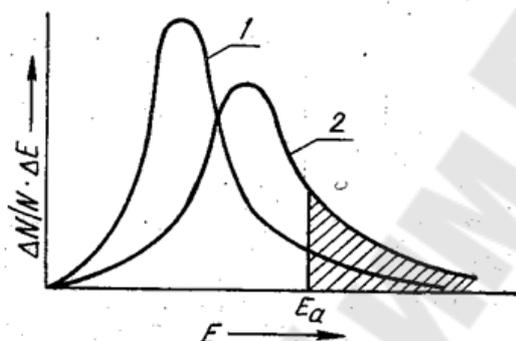


Рис. 4.4. Распределение молекул газа по кинетической энергии E при разных температурах ($T_2 > T_1$): 1 - T_1 ; 2 - T_2

Катализ – явление изменения скорости химической реакции в присутствии особых веществ (катализаторов) в результате изменения пути протекания реакции.

Катализаторы – вещества, изменяющие скорость химической реакции вследствие многократного участия в промежуточном химическом взаимодействии с реагентами реакции, но после каждого цикла промежуточного взаимодействия восстанавливают свой химический состав.

Положительные катализаторы ускоряют реакцию, отрицательные (ингибиторы) – замедляют ее. Ускорение реакции связано, как правило, с уменьшением энергии активации.

Различают гомогенный (катализатор и реагирующие вещества образуют одну фазу) и гетерогенный (находятся в разных фазах) катализ.

Большинство реакций являются обратимыми:

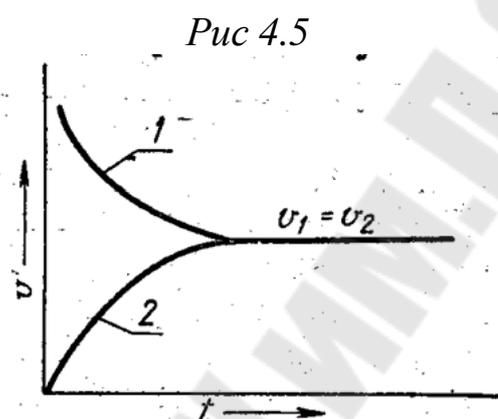
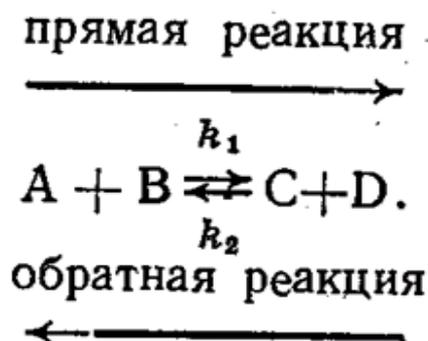


Рис. 4.6. Изменение скорости прямой (1) и обратной (2) реакций с течением времени

Химическое равновесие – состояние, при котором скорости прямой и обратной реакций равны: $k_1 c(A) \cdot c(B) = k_2 c(C) \cdot c(D)$

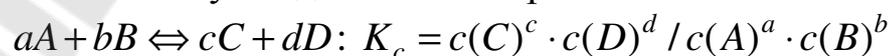
Оно является динамическим равновесием, т.е. реакции не прекращаются. При этом концентрации всех веществ постоянны.

Из условия равновесия: $k_1 / k_2 = c(C) \cdot c(D) / c(A) \cdot c(B) = K_c$

K_c – константа химического равновесия (термодинамическая величина, не зависящая от пути протекания процесса, включая введение катализаторов, но зависящая от природы реагирующих веществ и температуры).

Уравнение является математическим выражением закона действия масс применительно к обратимым процессам.

В общем случае для любой обратимой химической реакции



Химическое равновесие между газообразными веществами при небольших давлениях выражается через парциальные давления участвующих в реакции веществ: $K_p = p_C^c \cdot p_D^d / p_A^a \cdot p_B^b$

Константа равновесия K_p определяет глубину протекания реакции к моменту достижения равновесного состояния. Чем больше эта величина, тем больше степень превращения реагентов в продукты.

В состоянии химического равновесия $\Delta G_T = 0$.

Изменение условий (T , p , c) может вызывать нарушение равновесия вследствие неодинакового изменения скоростей прямой и обратной реакций. В итоге система из одного равновесного состояния переходит в другое равновесное состояние (сдвиг или смещение положения равновесия).

Направление сдвига определяется **принципом Ле Шателье**:

«Если изменить одно из условий, при которых система находится в состоянии истинного химического равновесия, то положение равновесия сместится в направлении того процесса, протекание которого ослабляет эффект произведенного воздействия».

При изменении p и T направление сдвига определяется знаком при ΔH , ΔV , степень – их величинами (ΔH – изменение энтальпии). При изменении c степень сдвига определяется стехиометрическими коэффициентами, направление – избыточным реагентом.

6. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ

6.1. Основные стехиометрические законы

Стехиометрия – раздел химии, изучающий количественные (массовые, объемные) соотношения между реагирующими веществами, то есть стехиометрические законы.

Закон сохранения массы – масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции (закон приближителен, так как химическое взаимодействие сопровождается изменением энергии системы, а энергия и масс эквивалентны).

Закон постоянства состава – всякое чистое вещество, независимо от способа его получения, имеет постоянный качественный и количественный состав (применим только к соединениям с молекулярной структурой).

Закон эквивалентов – массы реагирующих веществ m_1, m_2 пропорциональны их эквивалентам $Экв_1, Экв_2$, то есть один эквивалент одного вещества всегда реагирует с одним эквивалентом другого вещества ($m_1 / m_2 = Экв_1 / Экв_2$).

Химический эквивалент элемента или соединения – такое его количество, которое взаимодействует с 1 моль атомов водорода или замещает это же их количество в химических соединениях. Согласно рекомендациям ИЮПАК (Международный союз теоретической и прикладной химии) *эквивалент* – частица, которая может присоединять, высвобождать или быть каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях (единицей химического эквивалента является моль). Масса 1 эквивалента называется эквивалентной массой.

6.2. Газовые законы химии

Закон Авогадро: в равных объемах любых газов при одинаковых условиях (температуре и давлении) содержится равное число молекул. Следствия из него:

1. При одинаковых условиях 1 моль любого вещества занимает одинаковый объем.

2. При нормальных условиях (н.у.), т.е. давлении 101325 Па и температуре 273,15 К, 1 моль различных газов занимает объем 22,4 л (точнее 22,414 л). Такой объем называется молярным объемом (л/моль). По аналогии – эквивалентный объем (занимаемый 1 эквивалентом).

Закон Гей-Люссака: при постоянном давлении изменение объема газа прямо пропорционально температуре $V / T = const$.

Объединенный газовый закон: $(pV / T = p_0V_0 / T_0)_0$,

где P_0, V_0, T_0 соответственно давление, объем и температура при нормальных условиях, а P, V, T – при других условиях.

Если в выражение этого закона подставить значения давления, объема и температуры при н.у. (соответствующие 1 молю газа при н.у., т.е. 22,4 л), то PV / T становится постоянным для всех газов. Это соотношение обозначается R называется универсальной газовой постоянной. С учетом R объединенный газовый закон принимает вид $PV = RT$. Это – уравнение состояния идеального газа или уравнение

Клапейрона-Менделеева (для 1 моля). Для любого количества газа $pV = (m/M)RT$), где $(m/M = n)$ – число молей.

Закон парциальных давлений: общее давление смеси газов, химически не взаимодействующих один с другим, равно сумме парциальных давлений газов, составляющих смесь:

$$(p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots),$$

где P – общее давление, а p_1, p_2, p_3 – парциальные давление газов 1,2,3 ...

Парциальное давление газа в смеси – давление, которое производило бы это же количество газа, если бы он занимал при этой же температуре весь объем, занимаемый смесью газов.

7. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

7.1. Открытие периодической системы элементов

К середине XIX века число известных химических элементов возросло настолько (более 60), что возникла острая потребность в их упорядочении. В 1864 г. немецкий химик Юлиус Мейер опубликовал таблицу 27 элементов, расположенных по возрастанию их относительных атомных масс и сгруппированных по валентности. Остальные элементы он в таблицу включить не смог (точно не знали их характеристики: валентность, относительные массы).

В 1869 г. русский химик Д.И. Менделеев составил таблицу, включившую большинство известных элементов, в которой элементы были сгруппированы в несколько горизонтальных рядах так, что вертикальные столбцы включали элементы, сходные по свойствам, и назвал ее «системой элементов». Она стала основой современной «Периодической системы химических элементов» и носит имя Д.И. Менделеева.

7.2. Периодическая система химических элементов (периодический закон)

За основу классификации элементов Менделеев, как и Мейер, принял массу, но при этом не рассматривал ее как единственную характеристику элемента.

В 1970 г. Мейер составил полную таблицу известных химических элементов, которая по его словам “в существенном идентична данной Менделеевым”.

Менделеев открыл и закон периодичности свойств элементов. В учебнике “Основы химии” (1868-1870 гг.) он писал: “Свойства простых тел, также и свойства соединений элементов, находятся в периодической зависимости (или, выражаясь алгебраически, образуют периодическую функцию) от величины атомных весов элементов”. Современная формулировка: “Свойства элементов находятся в периодической зависимости от их порядкового номера, определяемого зарядом ядра атома (числом протонов в нем)”.

7.3. Структура периодической системы

Известно более 500 форм “Периодической системы химических элементов” (ПС)- графического изображения “Периодического закона свойств химических элементов”. Широко известны три формы: 1) короткопериодная, 8-ми клеточная; 2) полудлинная, 18-ти клеточная; 3) длиннопериодная, 32-х клеточная.

Периодическая система содержит 7 периодов – горизонтальных последовательностей элементов, расположенных по возрастанию их порядкового номера (заряда ядра). Номер периода совпадает со значением главного квантового числа n внешнего энергетического уровня элемента. В длиннопериодной системе каждому периоду соответствует одна горизонталь, а в короткопериодной системы период, начиная с 4-го, разделен примерно пополам.

7.4. Периодичность свойств элементов

Так как электронная конфигурация атомов химических элементов изменяется периодически с увеличением заряда их ядер, то все свойства, определяемые электронным строением, закономерно изменяются по периодам и группам ПС. Это прежде всего атомные и ионные радиусы, ионизационные потенциалы, степень окисления, атомный объем и др. и, соответственно, физические и химические свойства элементов. Периодически изменяются также многие физические и химические свойства простых и сложных веществ, образованных элементами – аналогами, то есть расположенных в одной подгруппе.

7.5. Диалектический характер Периодической системы

Периодический закон и Периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева имеют большое философское (мировоззренческое) значение. Это убедительное подтверждение, диалектической логики, диалектики, диалектического материализма – науки о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления (марксистско-ленинской философии).

В Периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева особенно ярко проявляются два основных закона диалектики – закон перехода количества в качество и закон отрицания отрицания (развитие по спирали – периодичность изменения свойств элементов).

«Менделеев, применив бессознательно гегелевский закон о переходе количества в качество, совершил научный подвиг» (Ф. Энгельс).

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ 4:

1. Химия. В кн.: Химический энциклопедический словарь. Гл. ред. И.Л. Кнунянц. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983; с. 651-653.

2. Химия. В Кн.: Химическая энциклопедия: В 5-ти т.: Т.5 / Редкол.: Зефирова Н.С. (гл. ред.) и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 783 с.; С. 257-262.

3. Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов. ЮНИТИ, 2008 (с. 184-211).

4. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / Изд. 5-е. – Ростов н / Д: Феникс, 2008 (с. 173-181).

ЛЕКЦИЯ 5. ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ БИОЛОГИИ:

1. Предмет биологии
2. История развития и основные концепции биологии.
3. Биосфера.

1. ПРЕДМЕТ БИОЛОГИИ

Биология (от гр. *bios* – жизнь и гр. *logos* – слово), совокупность наук о живой природе (о вымерших и ныне населяющих Землю живых существ, их происхождении, строении, функциях, распространении, развитии, связях одного с другим и неживой природой).

Предмет биологии – все проявления жизни: строение и функции живых существ и их природных сообществ, распространение, происхождение и развитие, связи друг с другом и с неживой природой.

Задачи биологии – изучение закономерностей этих проявлений, раскрытие сущности жизни, систематизация живых существ.

Термин предложен в 1802 Ж. Б. Ламарком и Г. Р. Тревиранусом независимо друг от друга. Он упоминается также в сочинениях. Т. Роозе (1797) и К. Бурдаха (1800).

Одними из первых в биологии сложились комплексные науки по объектам исследования – о животных – зоология, растениях – ботаника; анатомия и физиология человека – основа медицины. В пределах зоологии сформировались более узкие дисциплины, напр. протозоология, энтомология, орнитология и др.; в ботанике – дендрология и т. д. В самостоятельные науки выделились микробиология, микология, вирусология и др.

Многообразие организмов и распределение их по группам изучают систематика животных и систематика растений. Изучением прошлой истории органического мира занимается палеонтология и её разделы – палеозоология, палеоботаника, палеоэкология и др.

Форму и строение организмов изучают морфологические дисциплины – цитология, гистология, анатомия; состав и ультраструктуру тканей и клеток – биохимия, биофизика, молекулярная биология; образ жизни животных и растений и их взаимоотношения с условиями среды обитания – экология и более специально – гидробиология, биогеография и т. д.; функции живых существ – физиология живот-

ных и физиология растений; закономерности поведения животных - этология; закономерности наследственности и изменчивости – генетика; закономерности индивидуального развития - эмбриология или в более широком понимании – биология развития; историческое развитие – эволюционное учение. Возникли новые дисциплины и направления: математическая биология, биометрия, радиобиология, физиология труда, социобиология и др.

2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ БИОЛОГИИ

Биология берёт начало в странах Средиземноморья (Египет, Греция). Крупнейший биолог древности – Аристотель. В средние века ее развитие диктовалось интересами медицины, но вскрытия человеческого тела были запрещены, и анатомия была анатомией животных (свиньи и обезьяны). В эпохи Возрождения появляются описания лекарств, попытки классификации растений на основе строения семян, цветков и плодов. С введением анатомирования развивается анатомия человека: А. Везалий «О строении человеческого тела» (1543). Великое открытие 17 в. (1628) – учение У. Гарвея о кровообращении. Открыто строение растений (Гук и др. 1665), их половые различия (1694); микроскопические существа, эритроциты и сперматозоиды (Левенгук, 1673), строение насекомых (Мальпиги, 1669 и др.), определено понятие «вид» классифицированы многие растения и позвоночные, (Рей и др.).

В 18 веке фундаментальную «Систему природы» (1735 и позже), основанную на признании неизменности изначально сотворённого мира, дал Линней, применив бинарную номенклатуру. Сторонник ограниченного трансформизма Бюффон выдвинул гипотезу о прошлой истории Земли, разделив её на ряд периодов, и в отличие от креационистов относил появление растений, животных и человека к последним периодам. Опытами по гибридизации Кёльрёйтер доказал наличие полов у растений и показал участие в оплодотворении и развитии как яйцеклеток, так и пыльцы растений (1761 и позже). Ж. Сенебье (1782) и Н. Сосюр (1804) установили роль солнечного света в способности зеленых листьев выделять кислород и использовать для этого углекислый газ воздуха. В конце 18 в. Л. Спалланцани осуществил опыты, опровергающие господствовавшую идею возможности самозарождения организмов.

Со 2-й пол. 18 в. и в начале 19 в. все настойчивее возникают идеи исторического развития живой природы. Бонне развил (1745,

1764) идею «лестницы существ», которую эволюционно истолковал Ламарк (1809). Эволюционные идеи Ламарка в то время успеха не имели и подвергались критике со стороны многих ученых, среди которых был Кювье – основоположник сравнительной анатомии и палеонтологии животных, выдвинувший (1825) учение о катастрофах. Антиэволюционные концепции Кювье утвердились в 1830 в результате дискуссии с Жоффруа Сент-Илером, пытавшимся обосновать учение о «единстве плана строения» животных и допускавшим возможность эволюционных изменений под прямым воздействием внешней среды. Идея развития организмов нашла убедительное подтверждение в эмбриологических исследованиях Вольфа (1759, 1768), Пандера (1817) и Бара (1827), в установлении Бэром принципов сравнительной эмбриологии позвоночных (1828- 37). Обоснованная Шванном (1839) клеточная теория сыграла огромную роль в понимании единства органического мира и в развитии цитологии и гистологии.

В середине 19 в. установлены особенности питания растений и его отличие от питания животных, сформулирован принцип круговорота веществ в природе (Либих, Буссенго), заложены основы электрофизиологии (Дюбуа-Реймон); выяснена роль ряда секреторных органов в пищеварении (1845, 1847) и доказан синтез гликогена в печени (Бернар, 1848); разработаны методы изучения нервно-мышечной системы и органов чувств (Гельмгольц и Людвиг); заложены основы материалистического понимания высшей нервной деятельности («Рефлексы головного мозга», Сеченов, 1863); опровергнута возможность самозарождения современных организмов (Пастер, 1860 -1864); обнаружены бактерии, способные путём хемосинтеза образовывать органические вещества из неорганических (Виноградский, 1887-91); открыты вирусы (Ивановский, 1892).

Крупнейшее достижение 19 в. – эволюционное учение Дарвина, («Происхождение видов...», 1859), вскрывшее механизм эволюции (естественный отбор). Оно способствовало разработке новых направлений: эволюционной анатомии (Гегенбаур), эволюционной эмбриологии (Ковалевский, Мечников), эволюционной палеонтологии (Ковалевский). Большие успехи достигнуты в изучении клеточного деления (Страсбургер, 1875; Флемминг, 1882. и др.), созревания и деления половых клеток, включая закономерности распределения хромосом; оплодотворения (1875- 1888: Гертвиг, Фоль, ван Бенеден, Бовери). Это породило множество теорий, искавших в ядре половых клеток носителей наследственности (1875-1889: Гальтон,; Негели, Страсбург-

гер, Вейсман, Де Фриз). Закономерности наследственности, обнаруженные Менделем (1865), остались незамеченными вплоть до 1900, когда они были подтверждены и легли в основу генетики.

В начале 20 в. отправными пунктами развития генетики стали менделизм и мутационная теория (Де Фриз, 1901 - 1903). Они способствовали синтезу генетики и дарвинизма. Сформулирована хромосомная теория наследственности (1902 -1907: Бовери, Сеттон), которую обосновали и доработали Морган и его школа (1910 и позже). Введены понятия «ген, генотип, фенотип» (1909) на основе учения о чистых линиях Иогансена (1903). Выдвинута гипотеза о «наследственных молекулах» (химической природе генов и матричного принципа их воспроизведения: Кольцов, 1927). Опытно доказано, что носителями генетической информации являются молекулы ДНК (1944). Установлена структура ДНК (Уотсон, Крик, 1953), что привело к раскрытию генетического кода и дало резкий толчок развитию молекулярной биологии (комплексу направлений, объединяемых понятием физико-химическая биология), а позднее генетической инженерии и биотехнологии.

Разработано учение об условных рефлексах и высшей нервной деятельности (Павлов); бурно развивается нейрофизиология. Физиология растений добилась успехов в изучении фотосинтеза. Существенное развитие получила эволюционная теория. Вскрыта роль в эволюции мутационного процесса, колебаний численности и изоляции при направленном действии отбора. На этой основе разработана синтетическую теорию эволюции, развивающая дарвинизм (Четвериков, Холдейн, Фишер, Райт, Хаксли, Добржанский, Майр и др.) и включившая учение о факторах эволюции (Шмальгаузен и др.), микроэволюции и макроэволюции.

Крупнейшие достижения биологии: биогеохимия и учение о биосфере и ноосфере (Вернадский, 1926), биогеоценология (Сукачев, 1942), учение об экосистемах (Тенсли, 1935), заложившие научные основы стратегии взаимоотношений человека с природой. Разработаны основы экологии как науки о взаимосвязи между организмами и окружающей средой: Шелфорд (1912, 1939), Элтон (1934) и др. Успехи экологии и всё более обостряющиеся проблемы охраны природы привели к «экологизации» многих биологических наук, способствовали утверждению современного системного подхода к развитию популяционной биологии.

3. БИОСФЕРА

Для живой природы характерно иерархическая организация её структуры. Вся совокупность органического мира Земли с окружающей его средой образует биосферу (биосферный уровень), которая складывается из биогеоценозов (биогеоценотический); свободно скрещивающиеся между собой особи одного и того же вида образуют популяции (популяционновидовой); составляющие их особи или организмы (организменный) у многоклеточных состоят из органов и тканей (органо-тканевой), образованных различными клетками (клеточный), а те, как и одноклеточные организмы, – из внутриклеточных структур (субклеточный), которые строятся из молекул (молекулярный). Для каждого уровня характерно свои закономерности, связанные с различными масштабами явлений, принципами образования и организации, особенностями взаимоотношений с другими уровнями.

Термин «биосфера» – «вся совокупность органического мира Земли с окружающей его средой» неудачно, так как является неопределённым термин «органические соединения». Обычно ими считают соединения углерода с другими элементами. Но не все такие соединения классифицируются как органические (например, CO₂, N₂, CS₂ традиционно относятся к неорганическим).

Биосфера – область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

В биосфере живые организмы (живое вещество) и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему.

Термин «биосфера» введен в 1875 г. Э. Зюссом. Учение о биосфере, как активной оболочке Земли, в которой деятельность живых организмов (в т.ч. человека) проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба, создано В.И. Вернадским.

Вернадский В.И.: «Я ввел вместо понятия «жизнь» понятие «живое вещество», сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке... Живое вещество – совокупность организмов – подобно массе газа растекается по земной поверхности и оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие движению, или ими овладевает, их покрывает. С течением времени оно неизбежно покрывает весь земной шар своим покровом и только временно может отсутствовать на нем, когда его движение, его охват разрушен и сдерживается внешнею силою. Эта неизбежность его всюдуности

связана с непрерывным освещением лика Земли солнечным излучением, созданием которого является зеленый окружающий нас живой мир. Это движение достигается путем размножения организмов, то есть автоматического увеличения количества их неделимых частей».

Вернадский В.И.: «Оно, в общем, никогда не прерываясь, идет с определенным темпом во времени, как с определенным темпом падает на лик Земли солнечный свет. Несмотря на чрезвычайную изменчивость жизни, несомненно, что в комплексах организмов – в живом веществе, да и в отдельных организмах, размножение, рост, то есть работа превращения ими энергии солнечной в земную, химическую, – все подчиняется неизменным математическим законам. Все учитывается с той же точностью, с той же механистичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии».

Прогресс биологии в XX-XXI вв., её возросшая роль среди др. наук и для существования человечества определяют и иной облик биологии сравнительно с тем, какой она имела 40 - 50 лет назад. По уровню биологических исследований ныне можно судить о материально-техническом развитии общества, так как биология становится реальной производительной силой, а также рациональной научной основой отношений между человеком и природой.

Только на основе биологических исследований возможно решение одной из самых грандиозных и насущных задач, вставших перед человечеством, – управление эволюцией биосферы с целью сохранения и поддержания условий существования и развития человечества.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ 5:

1. Биология. В кн.: Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А.А. Баев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 831 с.; с. 66-67.
2. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные соч., т. 5. – М.1960.
3. Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов. ЮНИТИ, 2008 (с. 212-307).
4. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / Изд. 5-е. – Ростов н / Д: Феникс, 2008 (с. 269-345).
5. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.

ЛЕКЦИЯ 6

НАУКА О ПРОИСХОЖДЕНИИ И РАЗВИТИИ ЧЕЛОВЕКА:

1. Человечество – живое (разумное) вещество
2. Происхождение человека.
3. Человек - сознательная форма движения материи.
4. Ноосфера.

1. ЧЕЛОВЕЧЕСТВО – ЖИВОЕ (РАЗУМНОЕ) ВЕЩЕСТВО

Вернадский В.И. включил человечество в состав «живого» вещества. Он писал, что «включение человечества в круг живых веществ и является выражением в научной форме убеждения, которое кажется мне неизбежным ... Это новая форма ... живого вещества ... резко отличается от всех остальных живых веществ, во-первых, интенсивностью ... геологического эффекта, и, во-вторых, влиянием ... на все остальные живые вещества... При изучении ... человечества как живого вещества мы ... сталкиваемся с новым фактором – *человеческим сознанием*. Лишь благодаря условностям цивилизации неразрывная и кровная связь всего человечества с остальным живым миром забывается и человек пытается рассматривать отдельно от живого мира бытие цивилизованного человечества. Но эти попытки искусственны и неизбежно разлетаются, когда мы подходим к изучению человечества в общей связи его со всей природой».

Вернадский В.И. подчеркивал, что «...включая человечество в состав живого вещества, мы, несомненно, сталкиваемся с новыми, ранее нам неизвестными свойствами живого вещества. Этим до известной степени объясняется проявляющееся иногда бессознательно стремление исключить человека из той картины природы, которая охватывает натуралиста во время его научной работы.

Будем ли мы рассматривать совокупность всех людей как одно видовое однородное живое вещество, разделим ли мы его на расовые однородные живые вещества – все равно несомненно, что вещество, захваченное человеком во время его размножения и жизни, входит как часть в общую геохимическую работу животных организмов. К нему применимы все те законности и все те правильности, которые найдены для других – растительных или животных – однородных веществ».

В.И. Вернадский был современником К. Маркса и Ч. Дарвина – великих ученых-революционеров XIX века, которые внесли коренные

изменения в представления человека о живой природе и человеческом обществе. «Как Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений, как на ничем не связанные, случайные, “богом созданные” и неизменяемые, и впервые поставил биологию на вполне научную почву, ... так и Маркс положил конец воззрению на общество, как на механический агрегат индивидов ... и впервые поставил социологию на научную почву, установив понятие общественно-экономической формации, как совокупности данных производственных отношений, установив, что развитие таких формаций есть естественно исторический процесс», - подчеркивал В.И. Ленин.

Дарвин и Маркс уже завершали свой путь в науке, а Вернадский только начинал его. Естественно, он не мог не находиться под влиянием великих научных теорий, созданных его предшественниками—современниками.

Карл Маркс: «... естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука».

Конрад Лоренц (лауреат Нобелевской премии по биологии): «Человеческая культура и человеческий дух могут и должны изучаться методами естествознания, с присущими ему четкими постановками вопросов»

2. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Антропология – [anthrōpos – человек] – наука о происхождении и эволюции физической организации человека и его рас. Основные разделы антропологии: **антропогенез** (учение о происхождении человека), **морфология человека** (учение о закономерностях роста и общих для всего человечества вариациях в строении тела) и **этническая антропология** (расоведение, **раса** – исторически сложившиеся группы людей, объединенных общностью происхождения, выражающейся в общности наследственных, передаваемых по потомству второстепенных признаков: цвет кожи, глаз, волос, очертания головы, рост и т.д.; основные же черты физической организации человека, т.е. строение скелета, мышц, мозга и т.д., одинаковы у людей всех рас; все человечество представляет единый биологический вид).

Отличительные признаки человека: человек на классификационной лестнице живых существ: «тип – хордовые; подтип – позвоночные; класс – млекопитающие; подкласс – плацентарные; отряд –

приматы; семейство – гоминиды (люди); род – человек; вид – разумный (*homo sapiens*)». Человек – высшая ступень развития живых организмов на Земле.

Отличительные признаки человека: *морфологические* (прямохождение; большой относительно тела объем мозга; отсутствие сезонных периодов для создания потомства; отсутствие сплошного волосяного покрова; медленное взросление детенышей – сильное влияние окружающей среды на их умственное развитие: бытие определяет сознание) и *социокультурные* (наличие сознания, определяющего бытие; способность накапливать и передавать информацию вне организма; членораздельная речь как средство коммуникации; умение производить орудия труда).

Организм человека тесно связан с другими живыми организмами (одомашненными животными, растениями, микроорганизмами). Особенно большое значение для жизни человека имеют микроорганизмы, бактерии и вирусы: полезные (молочнокислые бактерии, кишечная флора и фауна и др.) и болезнетворные (патогенные). И те и другие – его вечные попутчики (мир будущего – это мир управляемых, а не истребленных инфекций). Человек-индивид как биологическое существо подчиняется основным биологическим законам, характерным для всех живых существ, включая рождение, потребление пищи, размножение, смерть и т.д.).

Законы биологии выполняются также в социологии (общественной жизни человека) точно так, как законы механики выполняются в физике, а законы физики – в химии. Но социология не сводится к биологии, так как в ней есть законы, которых нет в биологии (точно так же, как химия не сводится к физике, а физика – механике).

Популяция животных слепо подчиняется законам природы, она не имеет возможности выбрать путь развития, хотя является нелинейной динамической системой, способной существовать в качественно различных состояниях, в том числе мультистабильных (равновозможных) состояниях. За нее это делает окружающая среда (естественный отбор).

3. ЧЕЛОВЕК – СОЗНАТЕЛЬНАЯ ФОРМА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

Человека создал труд и коллективный (общественный) образ жизни. Производство и использование орудий труда – главное, что

разделяет человека и животных, включая современных человекообразных обезьян. Условия жизни человека зависят не от природной среды, а от уровня развития созданных им средств труда (искусственной среды). Человек уже не живет «дарами природы», а сам производит необходимые ему жизненные блага. Поэтому как сознательная форма движения материи он практически вышел из-под контроля естественного (природного) отбора. Как физическое, так и умственное развитие человека зависят уже в основном от социальных условий его жизни.

Не только бытие определяет сознание, но и сознание – бытие. Это подчеркивал К. Маркс в работе «Тезисы о Фейербахе»: «Материалистическое учение о том, что люди суть продукты обстоятельств и воспитания, что, следовательно, изменившиеся люди суть продукты иных обстоятельств и измененного воспитания – это учение забывает, что обстоятельства изменяются именно людьми и что воспитатель сам должен быть воспитан».

Венгерский музыкант З. Кодай доказал, что даже музыкальный слух может быть воспитан у любого здорового ребенка, если начать с ним заниматься с раннего детства. То, что 17 музыкантов из династии Бахов, достигших серьезных профессиональных успехов, скорее не результат врожденной музыкальности, а влияния обстановки в их семьях. Аналогичные условия необходимы ребенку для развития любых способностей. Детство – решающий период в развитии человека.

Сознание – функция мозга человека, способность человека как высокоорганизованной материи идеального воспроизведения (создания образа, представления, мыслимой модели) объективного (реального) мира (материи, действительности), необходимого для его изменения, преобразования, контроля и управления человеком, а также целесообразных действий, практической деятельности человека.

Маркс подчёркивал, что «сознание ... есть общественный продукт и остается им, пока существуют люди».

Различают индивидуальное (человека-индивида) и общественное (коллективное) сознание. Общественное сознание – отражение общественного бытия людей, их реальной жизни. Оно воплощается в языке как средстве общения (коммуникации), в искусстве, науке как высшей форме теоретической деятельности, идеологии, религии, мифах, фольклоре, нравственности, социальных нормах поведения, воззрениях социальных групп.

Индивидуальное и общественное сознания диалектически взаимосвязаны.

Итальянский социолог и экономист Вильфредо Парето в конце XIX века, анализируя распределение доходов среди населения, выявил закон, согласно которому во всех странах и во все времена основная масса богатства сосредоточена в руках меньшинства. Согласно закону Парето деньги рожают деньги, власть рождает власть. Этот закон, согласно Парето, внутренне присущ природе человека. Парето считал, что этот закон жестоко соласуется с дарвинизмом, что демократия – самообман. Будучи либералом, Парето, пораженный открытым им законом, стал сочувственно относиться к идеям социализма. После смерти (1923 г.) итальянские фашисты возвели его в ранг кумира.

Социал-дарвинизм борьбу между видами и внутри вида за выживание в животном мире отождествляет с классовой борьбой в обществе (правильная посылка), считая ее неустранимой, вечной в человеческом обществе (неправильная посылка). Он оправдывает существование бедных слоев населения и эксплуатацию их считает неизбежной и определяющей прогресс общества. Но из истории известно, что классов когда-то не было и, несмотря на их нынешнее существование, они согласно третьему закону диалектики рано или поздно должны исчезнуть. Кроме того, человек в отличие от животных – сознательное существо, он в состоянии делать выбор, сознательно выбирать путь развития общества, путь не только прогрессивный, но и справедливый. Не только бытие определяет сознание, но и сознание определяет бытие, человек преобразует природу.

Поэтому социал-дарвинизм является антинаучным учением.

4. НООСФЕРА

Вернадский В.И., как и К. Маркс, осознавал, что все явления природы, включая жизнь, неразрывно связаны, что «... явления жизни, и явления мертвой природы ... являются проявлением единого процесса», что «человечество, как живое вещество, неразрывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки земли – ее биосферой». Он отмечал, что «в последние тысячелетия наблюдается интенсивный рост влияния одного вида живого вещества – цивилизованного человечества – на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда

биосфера переходит в новое состояние – в *ноосферу* «как современную стадию, переживаемую биосферой». Иначе говоря, просто «живое вещество» переходит в *разумное «живое вещество»*. Понятие «ноосферы» как современной стадии переживаемой биосферой (слово «ноосфера» составлено из греческого «ноос» – разум и «сфера» в смысле оболочки Земли) ввел в 1927 г. французский математик и философ Е. Ле Руа.

Вернадский В.И., анализируя рассуждения о «грозном крушении цивилизации, о самоистреблении человечества», подчеркивал, что это следствие «недостаточно глубокого проникновения в окружающее», что «не вошла еще в жизнь научная мысль» и сожалел о том, что «мы живем под влиянием еще не изжитых философских и религиозных навыков, не отвечающих реальности современного знания». Веря в силу науки, Вернадский писал, что эта вера «нашла опору в первых поборниках социализма – ... крупных и глубоких творческих выразителей», что «реальное значение эти искания получили в работах К. Маркса и Ф. Энгельса». Он отмечал, что «социализм явился прямым и необходимым результатом роста научного мировоззрения», «вырос из науки и связан с нею тысячью нитей», «является ею детищем» и «представляет из себя, может быть, самую глубокую и могучую форму влияния научной мысли на ход общественной жизни, какая только наблюдалась до сих пор в истории человечества», что он «есть явление сознательное, и вся сила и весь смысл его заключается в проявлении сознательности в народных массах, в их сознательном участии в окружающей жизни».

Он высоко отзывался о Марксе как ученом, писал, что «К. Маркс – крупный научный исследователь и самостоятельно мыслящий гегельянец» и отмечал, что «Маркс и Энгельс правы в том, что они реально положили основы научного (не философского) социализма, так как путем глубокого научного исследования экономических явлений они, главным образом К. Маркс, выявили глубочайшее социальное значение научной мысли, которая философски интуитивно выявилась из предшествующих исканий «утопического социализма». Он подчеркивал, что «понятие ноосферы ... находится в полном созвучии с основной идеей, проникающей “научный социализм”».

Вернадского беспокоила «старая философская проблема, проблема человеческого сознания», вопрос о том, как может человеческое сознание изменять природные и общественные процессы, «как и почему влияет человеческая мысль на их течение?». Он возлагал надежды на

науку, считая, что «научное мировоззрение, проникнутое естествознанием и математикой, есть величайшая сила не только настоящего, но и будущего». Он был убежден в том, что «тот народ, который сумеет возможно полно, возможно быстро, возможно совершенно овладеть новым открывающимся в человеческой жизни знанием, совершенно развить и приложить его к своей жизни – тот получит ту мощь, достижение которой и направление которой на общее благо является основной задачей всякой разумной государственной политики».

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ 6:

1. Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов. ЮНИТИ, 2008 (с. 308-412).

2. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / Изд. 5-е. – Ростов н / Д: Феникс, 2008 (с. 397-426).

3. Яблоков А.В., Юсупов А.Г. Эволюционное учение: Учебник для биол. спец. вузов. – 5-е изд., испр. и доп.. – М.: Высш. шк., 2004.

4. Вернадский В.И. Начало и вечность жизни. М.: Сов. Россия, 1989.

5. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008 (с. 246-293).

6. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.

ЛЕКЦИЯ 7. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

1. Социальная система.
2. Основные концепции социологии.
3. Основные социально-экономические теории.

1. СОЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Система – (от греч. *systema* – целое, составленное из частей; соединение), совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство. Претерпев длительную историческую эволюцию, понятие «система» с середины 20 века становится одним из ключевых философски-методологических и специально-научных понятий. В современном научном и техническом знании разработка проблематики, связанной с исследованием и конструированием систем разного рода, проводится в рамках системного подхода, общей теории систем, различных специальных теорий систем, в кибернетике, системотехнике, системном анализе и т. д.

Социальная система – сложноорганизованное, упорядоченное целое, включающее отдельных индивидов и социальные общности, объединённые разнообразными связями и взаимоотношениями, социальными по своей природе.

Социальными системами являются группы людей, достаточно долгое время находящихся в непосредственном контакте; организации с чётко оформленной социальной структурой; этнические или национальные общности; государства или группы взаимосвязанных государств и т. п.; некоторые структурные подсистемы общества: например, экономические, политические или правовые системы общества, наука и т. д.

Каждая социальная система в той или иной мере детерминирует действия входящих в неё индивидов и групп и в определенных ситуациях выступает по отношению к окружению как единое целое.

С позиций материалистического понимания истории возникновение, функционирование, развитие и смена социальных систем рассматривается как естественно исторический процесс.

Исходными связями социальных систем являются производственные отношения; по мере исторического развития формируются и

другие виды социальных отношений (политические, идеологические и т.д.), что увеличивает количественно и обогащает содержание социальных связей между людьми, а также служит основой формирования новых типов социальных систем.

В ходе исторического развития, по мере интенсификации торговых, экономических, политических, культурных взаимосвязей между отдельными странами и регионами происходит постепенный и противоречивый процесс формирования мировой социальной системы.

2. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ СОЦИОЛОГИИ

Социология (с франц. sociologic, от лат. societas – общество и греч. logos – слово, учение; буквально - учение об обществе), наука об обществе как целостной системе и об отдельных социальных институтах, процессах и группах, рассматриваемых в их связи с общественным целым.

Необходимой предпосылкой социологического познания является взгляд на общество как на объективно взаимосвязанное целое, «...а не как нечто механически сцепленное и допускающее поэтому всякие произвольные комбинации отдельных общественных элементов..» (Ленин В.И.).

Социология как самостоятельная наука сложилась в 19 веке (термин введен французским философом О. Контом) в результате конкретизации проблематики традиционной социальной философии; специализации и кооперации общественных наук; развития эмпирических социальных исследований.

Переворот в науке об обществе, заложивший основание *научной социологии*, был осуществлен К. Марксом: «Как Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений, как на ничем не связанные, случайные, «богом созданные» и неизменяемые, и впервые поставил биологию на вполне научную почву ... так и Маркс положил конец воззрению на общество, как на механический агрегат индивидов, допускающий всякие изменения по воле начальства (или, все равно, по воле общества и правительства), возникающий и изменяющийся случайно, и впервые поставил социологию на научную почву, установив понятие общественно-экономической формации, как совокупности данных производственных отношений, установив, что развитие таких формаций есть естественноисторический процесс» (Ленин В.И.).

Буржуазная социология развивалась в 19 веке в двух (сначала почти не связанных друг с другом) направлениях – теоретическая социология и эмпирические социальные исследования.

Теоретическая социология пыталась реконструировать главные фазы исторической эволюции и одновременно описать структуру общества. Однако развитие общества представлялось социологам-позитивистам в виде более или менее прямолинейной эволюции, а структура общества сводилась к механическому соподчинению различных «факторов». В зависимости от того, какой именно стороне общественной жизни придавалось наибольшее значение, в социологии 19 в. выделяют несколько различных направлений.

В социологии существуют различные школы.

Географическая школа подчёркивала влияние географической среды и её отдельных компонентов (климат, ландшафт и т. д.). Демографическая школа считала главным фактором общественного развития рост народонаселения.

Расово-антропологическая школа интерпретировала общественное развитие в понятиях наследственности, «расового подбора» и борьбы «высших» и «низших» рас.

Биоорганическая школа рассматривала общество как подобие живого организма, а социальное расчленение общества – как аналогичное разделение функций между различными органами. Социальный дарвинизм видел источник общественного развития в «борьбе за существование».

В конце 19 – начале 20 вв. широкое распространение получили различные разновидности психологической социологии – **инстинктивизм; бихевиоризм; интроспекционизм** (объяснение общественной жизни в терминах желаний, чувств, интересов, идей, верований и т. п.). Наряду с попытками объяснения общественной жизни в терминах индивидуальной психологии появились теории, выдвигающие на первый план коллективное сознание, а также процессы и формы социального взаимодействия.

Психологическая социология способствовала изучению таких вопросов, как общественное мнение, специфика коллективной психологии, соотношение рационального и эмоционального моментов в обществ. сознании, механизмы передачи социального опыта, психологические основы и условия формирования социального самосознания индивида и группы. Однако сведение социологии к психологии

приводило к игнорированию материальных общественных отношений, их структуры и динамики.

Второй линией развития социологии в 19-м веке были эмпирические социальные исследования. Потребность в информации о населении и материальных ресурсах, необходимой для нужд управления, вызвала появление периодических переписей и правительственных обследований. Урбанизация и индустриализация также породили ряд новых социальных проблем (бедность, жилищный вопрос и т.д.), изучением которых еще в 18 в. начали заниматься общественные организации, социальные реформаторы и филантропы. Первые эмпирические социальные исследования (работы английских политических арифметиков 17 в., французских правительственных обследований 17-18 вв.) не имели систематического характера. В 19 в. Кетле разработал основы социологической статистики, Ле Пле – монографический метод изучения семейных бюджетов. Появились первые центры социальных исследований (Лондонское статистическое об-во, общество социальной политики в Германии и др.).

3. ОСНОВНЫЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ

Познаваемо ли общество и экономика? В XIX веке Карл Маркс впервые попытался обосновать положение о том, что общество развивается по таким же строгим законам, как и природа: «Я смотрю на развитие экономической общественной формации как на естественно-исторический процесс. Конечной целью моего сочинения является открытие экономического закона движения современного общества», – писал он в предисловии к 1-ому изданию «Капитала»

В XX веке другой Карл (Поппер, английский философ, логик и социолог) делает категорический вывод о невозможности научной теории развития человеческого общества (история не имеет смысла и только люди в состоянии придать ей цель, а задача историков – изучение единичных событий). Он отвергает «историзм» Гегеля, Маркса и других ученых, отрицает объективные законы общественного развития и возможность социального прогнозирования.

Некоторые современные ученые также предлагают экономистам, в том числе в учебниках и в учебных пособиях, «проявить скромность и отказаться от притязаний на открытие законов экономической жизни общества».

Социально-экономические теории:

Формационная теория Маркса (движущей силой развития общества является внутренний фактор – противоречие между уровнем развития производительных сил и характером производственных отношений, экономика рассматривается как саморазвивающаяся система).

Цивилизационная теория Данилевского-Тойнби (в основу развития положен внешний по отношению к экономике фактор – культура в широком смысле, включая этническую и расовую).

Это две принципиально разные теории общественного развития.

Очевидно, что формационная теория имеет существенные преимущества перед цивилизационной теорией с научной точки зрения, так как социальная система – это нелинейная, саморазвивающаяся система.

Основные экономические теории:

Классическая теория (макро-микроэкономика)

Неоклассическая теория (микроэкономика, совершенная конкуренция, фирмы как целостные безликие субъекты рынка, «черные ящики»)

Кейнсианские теории (макроэкономика, агрегированные показатели: совокупный спрос, доход, сбережения, потребление и т.д.)

Неоклассический синтез (макро-микроэкономика, смесь неоклассики с кейнсианством)

Поведенческая теория (микро-микроэкономика, внутренние отношения в фирме как целостном субъекте рынка, человеческий фактор, «прозрачные ящики»)

Институционализм (микро теория, институты как безликие субъекты экономики, «черные ящики»)

Неоинституционализм (микро-микроэкономика, внутренние отношения в институтах как целостных объектах общества, транзакционные издержки, права собственности, сеть контрактов и др.).

Мэйнстрим (основное течение) – совокупность современных западных экономических теорий, ядром которой является неоклассическая теория (общая теория рыночного равновесия) и эконометрика.

Неоклассическая теория (У. Джевонс, К Менгер, Л. Вальрас, Дж. Кларк, И. Фишер, А. Маршалл, В Парето, К Виксель и др.), которую считают началом современной экономической науки, возникла в конце XIX века. Она произвела маржиналистскую революцию в классической экономике, представленной именами А Смита, Д Рикардо, Дж. Милля, К. Маркса и др.

Неоклассики развили инструментарий *предельного анализа экономики*, прежде всего понятие *предельной полезности*, а также *предельной производительности*.

Главным достижением неоклассической теории является разработка в рамках теории общего равновесия экономических систем, заложенной еще А. Смитом, модели конкурентного равновесия, сформулированной и впервые сформулированной Л. Вальрасом в виде системы математических уравнений.

В целом для неоклассической теории характерен микроэкономический подход к экономическим явлениям, в отличие от макроэкономического подхода, характерного для марксизма и кейнсианства.

Эконометрика – научная дисциплина, предметом которой является изучение количественной стороны экономических явлений и процессов средствами математического и статистического анализа. Ее главным инструментом является эконометрическая модель, задачей – проверка экономических теорий на фактическом (эмпирическом) материале при помощи методов математической статистики.

Эконометрические (макроэконометрические) исследования впервые начали голландец Ян Тинберген и норвежец Рагнар Фриш, ставшие в 1968 г. первыми лауреатами Нобелевской премии по экономике. Термин введен в науку Р. Фришем.

Эконометрика оперирует набором формализованных методов количественного анализа, основанных на учете независимых факторов, включая классическую теорию вероятностей – теорию строго независимых событий. Предполагается, что экономическая среда однородна, а определяющие ее поведение факторы поддаются строгой оценке, точнее характеризующие систему параметры могут быть количественно определены. Эконометрика основывается на допущении, что ход событий в прошлом, в настоящем и в ближайшем будущем подчиняется одному и тому же закону, точнее в системе происходит количественное, а не качественное изменение свойств.

Теорию общего равновесия и особенно нарождающуюся эконометрику подверг острой критике еще Дж. Кейнс в начале XX века.

Согласно Кейнсу реальные события являются взаимозависимыми, экономический мир неоднороден и чрезвычайно изменчив, прошлое необратимо, а будущее неопределенно, непредсказуемо и непознаваемо.

Мэйнстрим и на рубеже XX - XXI веков оказался не в состоянии ответить на самые актуальные социально-экономические вопросы. Его основа подвергается сегодня жесткой критике.

Претензии к «Экономикс» наиболее ярко выразил известный экономист и историк экономики Марк Блауг. Он считает, что неоклассическая теория «пала жертвой пустого формализма», «абстрактного кабинетного теоретизирования», превратилась в «усыпляющую схоластику наших дней».

Особо суровые обвинения достались теории общего экономического равновесия, с которой, как он отмечает, «началось разрастание раковой опухоли в самой сердцевине микроэкономики».

«Современная экономическая наука больна, подчеркивает М. Блауг, - она все больше превращается в интеллектуальную игру ради самой игры, независимую от практической значимости».

Неудивительно, пишет он, что экономисты «оказались хуже, чем бесполезными, когда начали давать советы правительствам Восточной Европы, как им переходить от командной экономики к рыночной».

Ситуация до сих пор не изменилась. Как подчеркивается в редакционной статье журнала «Вопросы экономики переходного периода» (2005, № 11), «Современная теория экономики находится в глубоком кризисе. Кризис обнаруживает себя не только в том, что теоретическая экономика не сумела найти эффективные решения насущных проблем экономической политики, в частности в реформирующихся странах, но и глубинным, внутренним для теории образом, происходит накопление фактов, свидетельствующих о принципиальной ограниченности ее методов».

Критика теории экономики переросла в отрицание возможности применения математических методов в экономике и перспектив использования в ней методов естественных наук. Начинает утверждаться мнение о том, что существует непроходимая пропасть между естественными и общественными науками.

Например, К. Поппер, сделал категорический вывод о невозможности научной теории развития человечества.

Так как попытки использовать неоклассическую теорию и эконометрику (теорию общего экономического равновесия), фактически лежащих в основе мэйнстрим) для выхода из кризиса экономики на рубеже XX-XXI веков (в первую очередь, в бывших социалистических странах) не привели к положительным результатам, то в на-

стоящее время все чаще появляются попытки называть неоклассику не только «лженаукой», но и «орудием маккартизма». «Приговор практики уже готов: “неоклассики” как Науки не существует, она просто безжизненна, ибо в ней нет ничего, кроме мракобесной теории маккартизма», утверждает заместитель главного редактора российского журнала «Экономист» С.С. Губанов (Экономист, 2009, № 3, с. 57-79). Так ли это? Нет, в основе неоклассики – теория совершенной конкуренции (состояние устойчивого равновесия системы), а в реальной экономике конкуренция несовершенная, система неравновесная (состояние неустойчивого равновесия системы). Не теория виновата, а те, кто ее неправильно применяет, выходя за область ее определения. Аналог в физике – необоснованная попытка применить хорошо описывающее поведение идеального и разреженного реального газа уравнение Клапейрона-Менделеева для описания поведения плотных газов или кипящей жидкости.

На фоне удивительного прогресса естествознания в XX веке удивительным является застой (после марксистского прорыва в XIX веке) в области общественных наук. Экономисты XX в. ограничились теориями идеальных систем: неоклассическая теория (общего равновесия) и эконометрика.

Сегодня возрождается интерес ученых к марксистской теории развития общества.

В чем состоит сущность марксистской экономической теории? Как материалист Маркс подчеркивал, что **«Философы лишь различным образом объясняли мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его»**.

Карл Маркс (5 мая 1818 – 14 марта 1883 гг.) – величайший ученый-революционер (ревизионист) XIX века.

Маркс вместе с Энгельсом (пример эффективного творческого сотрудничества) пересмотрели (ревизовали) и заложили основы новой философии – **материалистической диалектики** (науки о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления) и **исторического материализма** (науки о закономерностях развития человечества), **политической экономии** (науки о производственных отношениях) и **научного коммунизма** (науки о построении справедливого общества).

Маркс: «Я смотрю на развитие экономической общественной формации как на естественно исторический процесс... Конечной целью моего сочинения является открытие экономического закона дви-

жения современного общества» (предисловие к первому изданию «Капитала»). Теория Маркса тесно связана с естествознанием. Он считал, что по мере развития наук о природе и обществе они будут все более сближаться и, в конце концов, это будет одна наука.

Кроме материалистического объяснения истории человечества, Маркс сделал еще ряд великих открытий:

1. Выявил двойственный характер труда (потребительская стоимость - конкретный труд), меновая (абстрактный труд).

2. Открыл природу эксплуатации наемных работников частными владельцами средств производства (сущность прибавочной стоимости): новая стоимость создается только живым трудом, капиталисты покупают не труд, а рабочую силу.

Стоимость рабочей силы как товара определяется затратами на ее воспроизводство, но наемный работник может создать стоимость большую, чем та, которая необходима для воспроизводства его рабочей силы (только эту часть созданной стоимости капиталисты возвращают наемному работнику в виде заработной платы, а остальное присваивают в форме прибавочной стоимости).

Маркс и Энгельс показали, что движущей силой общества является противоречие между уровнем развития производительных сил и существующим типом производственных отношений (отношений собственности). На смену буржуазному обществу, основанному на частной собственности на средства производства и наемном труде («наемном рабстве», как оно его называли), идет коммунизм, основанный на общественной собственности и свободном труде свободно ассоциированных производителей, первой фазой которого является социализм.

Согласно Марксу «между капиталистическим и коммунистическим обществом лежит период революционного превращения первого во второе. Этому периоду соответствует и политический переходный период, и государство этого периода не может быть ничем иным, кроме как революционной диктатурой пролетариата». «Революции – локомотивы истории», - говорил Маркс.

Василий Леонтьев (лауреат Нобелевской премии по экономике): «Маркс был великим знатоком природы капиталистической системы... Если... некто захочет узнать, что в действительности представляют собой прибыль, заработная плата, капиталистическое предприятие, он может получить в трех томах «Капитала» более реалистическую и качественную информацию из первоисточника, чем та, которую он мог бы найти... в дюжине современных учебников по экономике».

Капица С.П. (современный физик): «... читать Маркса надо чаще. Очень полезное чтение. Да и Ленин очень много справедливого писал» (газета Советская Белоруссия: Беларусь сегодня. № 36, 23 февраля 2008 г., с. 14-15).

На исходе XX века в Интернет-рейтинге корпорации «ВВС» именно Карл Маркс занял первое место среди великих мыслителей второго тысячелетия – впереди Ньютона и Эйнштейна.

Указав общее направление движения к социализму («буржуазное общество создает материальную основу для социализма») и основные условия, необходимые для его осуществления (общественная собственность на средства производства, принцип “каждому трудоспособному – по труду”), конкретный план строительства социализма Маркс и Энгельс не разработали. По их мнению, для этого еще не было необходимых фактов. Открытым остался не только вопрос о способах оценки количества и качества общественно необходимого труда, то есть условия реализации принципа “по труду”, но и главный вопрос - о сути общественной собственности при социализме и принципах управления ею. Они лишь подчеркнули, что понятия “государственная” и “общественная” собственность не являются тождественными. Например, Энгельс писал про “фальшивый социализм..., объявляющий без околичностей социалистическим *всякое* огосударствление...”.

Энгельс: «Если государственная ... монополия есть социализм, то Наполеон и Меттерних несомненно должны быть занесены в число основателей социализма» и «должны быть признаны социалистическими ... даже ротные швальни в армии».

«...современное государство ... есть лишь организация, которую создает себе буржуазное общество для охраны общих ... условий капиталистического способа производства от посягательств как рабочих, так и отдельных капиталистов.

«Современное государство, какова бы ни была его форма, есть по самой своей сути капиталистическая машина, государство капиталистов, идеальный совокупный капиталист. Чем больше производительных сил возьмет оно в свою собственность, тем полнее будет его превращение в совокупного капиталиста и тем большее число граждан будет оно эксплуатировать. Рабочие останутся наемными рабочими, пролетариями... Государственная собственность на производительные силы не разрешает конфликта, но она содержит в себе формальное средство, возможность его разрешения».

Государственная собственность стала считаться общественной собственностью во времена Сталина и его преемников, хотя Маркс и Энгельс в категорической форме отвергали такое отождествление. Так, Энгельс в работе «Анти-Дюринг» писал о том, что если встать на такую точку зрения, то «ротные швальни в армии должны быть признаны социалистическими учреждениями». Такой социализм он называл «фальшивым социализмом».

Сегодня доля государственных финансов в ВВП развитых стран составляет: США – около 40%; Германии, Франции, Англии – около 50%; Швеции – более 65% («шведский социализм»).

В.И. Ленин: «С учением Маркса происходит теперь то, что не раз бывало в истории с учениями революционных мыслителей и вождей угнетенных классов в их борьбе за освобождение. Угнетающие классы при жизни великих революционеров платили им постоянными преследованиями, встречая их учение самой дикой злобой, самой бешеной ненавистью, самым бесшабашным походом лжи и клеветы. После их смерти делаются попытки превратить их в безвредные иконы, так сказать, канонизировать их, предоставить известную славу их имени для «утешения» угнетенных классов и для одурачения их, выхолащивая содержание революционного учения, притупляя его революционное острие, опошляя его. Забывают, оттирают, искажают, революционную сторону учения, его революционную душу».

Актуальная задача для ученых-экономистов – дальнейшее развитие на базе достижений современного естествознания и математики марксистской теории экономики как нелинейной динамической системы, развитие системного подхода Маркса к анализу общества.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ :

1. Социология. В кн.: Социологическая энциклопедия / Под ред. А.Н. Данилова. – Мн.: БелЭн., 2003: с. 306-307.

2. Социология. Экономика. В кн.: Экономическая энциклопедия. Политическая экономия (в 4 томах). Гл. ред. А.М. Румянцев. – М. Советская энциклопедия, – т. 4, 1980; с. 5-8, с. 432-554.

3. Популярная экономическая энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия, 2001.

4. Блауг М. Методология экономической науки, или как экономисты объясняют. М.: НП «Журнал Вопросы экономики», 2004.

5. Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты, политика. М.: Политиздат, 1990.

ЛЕКЦИЯ 8.

ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ МАТЕМАТИКИ:

5. Предмет математики
6. Связь математики с другими науками.
7. Развитие и основные концепции математики
8. Математическая логика

1. ПРЕДМЕТ МАТЕМАТИКИ

Математика (от гр. *Mathēma* – познание, наука) – наука о количественных и качественных отношениях и пространственных формах действительного мира. Условно различают элементарную (арифметика, алгебра, геометрия, тригонометрия), *высшую* и *прикладную* математику».

Ф. Энгельс подчёркивал, что «...математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира, стало быть – весьма реальный материал. Тот факт, что этот материал принимает чрезвычайно абстрактную форму, может лишь слабо затушевать его происхождение из внешнего мира».

Современная математика в существенной степени развивается уже на собственной базе, является, иначе говоря, в определенной мере самодостаточной наукой. Уровень ее абстракций стал уже таким, что поиск приложений (практических объектов) для разработанных математикой теорий (моделей) превращается в сложнейшую проблему.

2. СВЯЗЬ МАТЕМАТИКИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Истоки абстрактных (математических) понятий – человеческая практика:

Точка – от лат. глагола *ткнуть*.

Пункт – от лат. *punctum* (*укол*).

Линия – от лат. *linea*, происходящего от *linum* (*лен*). Слово *линия* первоначально обозначало *льняная нить*.

Конус – от греч. *kōnos* (*сосновая шишка, остроконечная верхушка шлема*).

Сфера – от греч. *sphaira* (*шар, мяч*).

Радиус – от лат. *radius* (*спица в колесе*).

Цилиндр – от греч. *kylindros* (*каток, валик*) и др.

Математика – не только универсальный язык всех наук, но и наука о всеобщей взаимосвязи явлений реального мира и его наиболее общих законах развития, записанных в символической (математической) форме. Принципиально область ее применения не ограничена: все виды движения материи могут изучаться и изучаются математикой. Однако роль и значение математического метода в различных случаях различны.

Никакая математическая схема не исчерпывает всей конкретности действительных явлений, поэтому процесс познания конкретного протекает всегда в борьбе двух тенденций: с одной стороны, выделения формы изучаемых явлений и логического ее анализа, с другой стороны, вскрытия обстоятельств, не укладывающихся в выявленные формы, и перехода к рассмотрению новых форм, более гибко и полнее охватывающих явления.

3. РАЗВИТИЕ И ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ МАТЕМАТИКИ

Ясное представление о математике как самостоятельной науке возникло в Древней Греции в VI-V вв. до н.э. Именно в это время завершился период ее зарождения и начался период *элементарной математики*, продолжившийся до XVI века н.э. Древнейшие математические науки – *арифметика* (наука о числах, прежде всего натуральных чисел).

До начала XVII в. математика – преимущественно наука о числах, скалярных величинах и простых геометрических фигурах; изучаемые ею величины (длины, площади, объемы и пр.) рассматриваются как постоянные. К этому периоду относится возникновение арифметики, геометрии, позднее – *алгебры* (науки о буквенном исчислении) и *тригонометрии* (науки о функциях углов и их приложениях к геометрии), а также некоторых частных приемов математического анализа. Областью математики является счет предметов, торговля (коммерческие расчеты), землемерные работы, навигация, астрономия, отчасти архитектура.

В XVII и XVIII вв. потребности бурно развивавшегося естествознания и техники (мореплавания, астрономии, баллистики, гидравлики и т.д.) привели к введению в математику идей движения и изменения, прежде всего в форме переменных величин и функциональной зависимости между ними, необходимости создания методов, преобразования геометрических фигур. Это повлекло создание *аналитиче-*

ской геометрии, дифференциального и интегрального исчисления. Начинается период *математики переменных величин*. «Поворотным пунктом в математике была Декартова переменная величина. Благодаря этому в математику вошли движение и тем самым диалектика, и благодаря этому стало немедленно необходимым дифференциальное и интегральное исчисление ...», – отмечал Ф. Энгельс в «Диалектике природы». На первый план выдвигается понятие *функции*, которая начинает играть такую же существенную и самостоятельную роль, какую ранее играли понятия величины и числа. Принципиально изменяется отношение геометрии к остальной математике (найден универсальный способ перевода геометрии на язык алгебры и открылась перспектива графического изображения алгебраических и аналитических зависимостей). Открыты *логарифмы*. Развивается учение о *бесконечных рядах*. В связи с созданием координатного метода и наличием представлений о скорости и ускорения как направленных величинах понятие отрицательного числа приобрело наглядность и ясность. Стало понятным, что законы природы выражаются дифференциальными уравнениями, и для предсказания хода описываемых этими уравнениями процессов необходимо интегрирование последних. Наряду с аналитической геометрией интенсивно развивается *дифференциальная геометрия* (изучение геометрических образов на основе метода координат средствами дифференциального исчисления). В XVII в. приобретает характер систематической науки теория чисел, изучаются мнимые и комплексные числа, заложены основы исчисления конечных разностей, найдены общие методы решения разностных уравнений. Открыта формула разложения произвольной функции в степенной ряд, заложены основы исследования эллиптических интегралов, развивается общая теория дифференциальных уравнений любого порядка и общая теория дифференциальных уравнения в частных производных, возникает *вариационное исчисление* (нахождение наибольших и наименьших значений переменных величин, зависящих от выбора одной или нескольких функций), окончательную форму приобретает *начертательная геометрия*. В XVII и XVIII вв. закладываются также основы теории вероятностей.

В XIX-XX вв. математика поднимается на новые ступени абстракции. Обычные величины и числа оказываются лишь частными случаями объектов, изучаемых в современной алгебре. Разработаны основы теории *функций комплексного переменного*, *проективная геометрия*, открыта и введена в употребление геометрическая интер-

претация комплексных чисел, доказана неразрешимость в радикалах алгебраических уравнений пятой степени и дается окончательный ответ о разрешимости в радикалах алгебраических уравнений любой степени, разрабатывается *теория групп, теория множеств, математическая логика, функциональный анализ*, формируется *векторное* и *тензорное* исчисление, развивается *математическая логика*. Теоретико-групповой анализ становится мощным средством исследования в физике, начинают приобретать остроту вопросы обоснования математики. *Теоретико-множественная концепция* рассматривается как основа строения любой математической теории.

Геометрия переходит под влиянием идей Н.И. Лобачевского к исследованию “пространств”, частным случаем которых является евклидово пространство, создается *неевклидова геометрия*.

Практическое освоение результатов теоретического математического исследования требует получения ответа на поставленную задачу в числовой форме. В связи с этим в 19-20 вв. численные методы математики вырастают в самостоятельную ее ветвь – вычислительную математику.

Стремление упростить и ускорить решение ряда трудоемких задач привело к созданию вычислительных машин. Потребности развития самой математики, “математизация” различных областей науки, проникновение математических методов во многие сферы практической деятельности, быстрый прогресс вычислительной техники привели к появлению целого ряда новых математических дисциплин (например, *теория игр, теория информации, теория графов, дискретная математика, теория оптимального управления* и др.).

Для исследования сложных линейных систем создаются методы операционного исчисления. При изучении нелинейных систем с малой нелинейностью широко используется *метод разложения по параметру*. Продолжает разрабатываться аналитическая теория дифференциальных уравнений, но основное внимание уделяется разработке их качественной теории (особые точки, устойчивость решений и др.). Это стало отправным пунктом для исследований по топологии многообразий, теории нелинейных динамических систем.

В XX веке создаются основы теории случайных процессов, и дается, как принято считать, окончательная форма аксиоматического изложения теории вероятностей, исходящая из аналогий между понятием вероятности и понятием меры в теории функций действительного переменного.

4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Система аксиом ограничивает область применения теории, но не дает указаний по ее построению. Это задача – математической (символической) логики – раздела математики, изучающего математические доказательства и вопросы оснований математики. Идея построения универсального языка математики и формализации на его базе математических доказательств выдвигалась в 17 в. Лейбницем. Но только в середине 19 в. появились работы по алгебраизации аристотелевой логики (Буль, 1847; де Морган, 1858). После того как Фреге (1879) и Пирс (1885) ввели в язык алгебры логики предикаты (логическое сказуемое), предметные переменные и кванторы (логическая операция, дающая количественную характеристику области предметов), возникла возможность применить этот язык к обоснованию математики.

Расселом и Уайтхедом в работе «Принципы математики» (1910) была предпринята попытка сведения всей математики к логике, которая не увенчалась успехом, т. к. оказалось невозможным вывести из чисто логических аксиом существование бесконечных множеств.

На рубеже 19 - 20 вв. были обнаружены антиномии (парадоксы), связанные с основными понятиями теории множеств. Стало ясно, что нужно как-то ограничить канторовскую теорию множеств. Брауэр (1908) выступил против применения правил классической логики к бесконечным множествам.

Гильберт предложил путь преодоления трудностей, основанный на применении аксиоматического метода рассмотрения формальных моделей математики и на исследовании непротиворечивости таких моделей финитными средствами. Он предпринимает пересмотр евклидовой геометрии, освобождая её от обращения к интуиции. Результатом такой переработки явились его «Основания геометрии» (1899).

Однако доказанная в 1931 году *Гёделем теорема о неполноте* поколебала оптимизм Гильберта, указала на существенную ограниченность формальной логики.

Было разработано понятие *общерекурсивной функции* и выявлено, что она является уточнением интуитивного понятия *алгоритма*. По существу вся математика связывалась с теми или иными алгоритмами. Но следствием разработки точного понятия алгоритма стало обнаружение существования неразрешимых *алгоритмических проблем* в математике.

Несмотря на незавершенность, математическая логика имеет большое прикладное значение; она глубоко проникает в информатику, вычислительную математику, в структурную лингвистику.

Современный стандарт логической строгости основан на теоретико-множественной концепции (любая теория имеет дело с одним или несколькими множествами объектов, связанных между собою некоторыми соотношениями. Все формальные свойства этих объектов и отношений, необходимые для развития теории, фиксируются в виде аксиом, не затрагивающих природы самих объектов и отношений. Теория применима к любой системе объектов с отношениями, удовлетворяющими системе аксиом).

Аксиоматический метод – метод построения теории, при котором в основу кладутся некоторые исходные положения, называемые *аксиомами* теории, а все остальные предложения теории получаются как логические следствия аксиом. Следовательно, теория, применимая к какой-либо системе объектов, автоматически применима к любой «изоморфной» ей системе.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ:

1. Колмогоров А.Н. Математика. В кн.: Математический энциклопедический словарь М.: Сов. Энциклопедия, 1988.
2. Стюарт Ян. Концепции современной математики. Мн.: Выш. школа, 1980.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002.
4. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. - М.: Мир, 1980.
5. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008 (с. 81-94)
6. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.

ЛЕКЦИЯ 9. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И ФИЛОСОФИЯ:

4. Предмет и основной вопрос философии.
5. Связь философии с естествознанием.
6. Основные исторические формы философии

Энгельс Ф.: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями».

1. ПРЕДМЕТ И ОСНОВНОЙ ВОПРОС ФИЛОСОФИИ

Философия (гр. Philosophia = phileō – люблю + sophia – мудрость: любовь к мудрости) – форма общественного сознания; учение об общих принципах бытия и познания, об отношениях человека к миру; наука о наиболее общих законах развития природы, человеческого общества и мышления.

Философия вырабатывает обобщенную систему взглядов человека на мир и место в нем человека (мировоззрение, теоретическая форма познания).

Философия - форма общественного сознания; мировоззрение, система идей, взглядов на мир и на место в нем человека.

Она оказывает активное воздействие на общественное бытие, способствует формированию новых идеалов и культурных ценностей.

Основной вопрос философии – познаваемости мира; отношение мышления (сознания) к бытию, отношение материи и духа (материального и духовного), бытия и сознания, субъективного и объективного. Поэтому в философии существуют два основных направления: **материализм** (лат. materialis – вещественный) – бытие первично, мышление или сознание вторично; **идеализм** (гр. idea = идея, понятие, представление) – сознание, мышление, дух первично, а бытие, материя, природа вторично); **материалистическая** и **идеалистическая** философия.

2. СВЯЗЬ ФИЛОСОФИИ С ЕСТЕСТВОЗНАНИЕМ

Процесс размежевания между философией и конкретными (частными) науками начался в эпоху Возрождения, и происходит ускоренными темпами. Частные науки первоначально были эмпирическими, а философия первоначально не опиралась на эмпирические исследования (она была абстрактной, умозрительной). Поэтому отношения между философией и частными (естественными) науками первоначально носили противоречивый характер (нередко опытные данные естественных наук, факты противоречили философским положениям). Особенно острые формы противоречия принимали в тех философских учениях, которые были связаны с религией. Философия претендовала на «всезнание», в том числе знание, выходящее за пределы опыта («сверхопытное знание»). Постепенно приходило понимание неправильности таких претензий философии.

Отказ философии от претензий на всезнание позволил ей более четко определиться с местом в системе научного знания. Каждая частная наука имеет свой уровень обобщения полученных ею результатов, но ни одна из них не изучает общие для всех явления и процессов закономерности, включая закономерности развития общества. Именно в философии эти общие закономерности, взаимосвязь явлений становятся предметом изучения, анализа и обобщения. Именно это и составляет предмет философии.

Основным методом философского познания реального мира является теоретическое мышление, базирующееся на совокупном опыте всех остальных наук, включая математику, и культуры.

3. ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ФИЛОСОФИИ

Исторически сложившиеся разделы философии: *онтология* (учение о бытии или первоначалах всего сущего), *гносеология* (теория познания), *логика* (наука о формах правильного, то есть связного, последовательного, доказательного, мышления), *этика*, *эстетика* и др..

В решении философских проблем выделились такие противостоящие друг другу направления, как диалектика и метафизика, рационализм и эмпиризм (сенсуализм), натурализм и спиритуализм, детерминизм и индетерминизм и другие.

Первые философские учения появились 2500 лет назад в Индии (веданта и противостоящие ей локаята, джайнизм, ранняя сикхья, буддизм и др.), Китае (конфуцианство, моизм, легизм, даосизм) и древней Греции.

Основные исторические формы философии: философские учения Древней Индии, Китая, Египта; древнегреческая античная философия – классическая форма (Гераклит, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель др.); средневековая философия – патристика и выросшая из нее схоластика; философия эпохи Возрождения (Галилей, Дж. Бруно др.); философия нового времени (Бэкон, Декарт, Спиноза, Лейбниц и др.); французский материализм 18 в. (Дидро, Гельвеций и др.); немецкая классическая философия (Кант, Фихте, Шеллинг, Гегель); учение Фейербаха; философия русских революционных демократов (Белинский, Герцен, Чернышевский, Добролюбов); основные направления современной буржуазной философии – неопозитивизм, прагматизм, экзистенциализм, персонализм, феноменологизм, неотомизм и др. (разновидности идеализма).

Как мировоззрение философия органически связана с социальными интересами. В классовом обществе она связана с классовыми интересами, с политической и идеологической борьбой.

Основанная Марксом и Энгельсом и развитая в новых исторических условиях В.И. Лениным философия (философия марксизма-ленинизма) – диалектический и исторический материализм (наука о всеобщей взаимосвязи и наиболее общих законах развития природы, общества и мышления; общая методология научного познания). Маркс К.: «Философы лишь различным образом объясняли мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его».

Диалектика – наука о всеобщей взаимосвязи и наиболее общих законах развития природы, человеческого общества и мышления.

Исторически первой формой диалектики являлась античная диалектика, выдающимися представителями которой был Гераклит, Демокрит (атомистическое материалистическое учение), Эпикур и Лукреций.

Родоначальником объективного идеализма был Платон, развивший идеалистическую диалектику понятий. Глубокие материалистические и диалектические идеи содержало учение Аристотеля, считающееся вершиной античной философии.

Родоначальником материализма нового времени был Ф. Бэкон, определивший господство человека над природой целью науки, по-

ложивший в основу науки после средневекового господства религии эмпирический метод исследования (опыт).

Выдающимся достижением диалектического мышления стала идеалистическая диалектика Гегеля, ядро которой составляет учение о противоречии и развитии.

Маркс и Энгельс высоко оценили достижения Гегеля (Маркс открыто объявил себя его учеником). Они идеалистическую диалектику Гегеля переработали в материалистическую диалектику (поставили ее по выражению Маркса «с головы на ноги»).

- Основные законы диалектики.
- **Закон единства и борьбы противоположностей** (движущая сила, источник развития);
- **Закон перехода количества в качество;**
- **Закон отрицания отрицания.**
- Новый закон диалектики, вытекающий из современной теории нелинейных динамических систем, – закон ветвления (дивергенции-конвергенции).

У ученых-естествоиспытателей складывались непростые отношения с диалектикой, диалектическим материализмом. Об этом свидетельствует, например, случай с физиком Ландау Л. Д., будущим академиком. После стажировки за рубежом он стал сторонником «Копенгагенской школы» (Бор Н. и др.), отрицал диалектический материализм, не признавал марксистский метод. Выступал против «допущения» материалистической диалектики в науку, считал марксистскую философию псевдонаучной. Открыто объявлял ее лженаукой, осмеивал диалектику, рассматривая ее как вредное для науки схоластическое учение. Такой же позиции придерживались в то время: Френкель, Бронштейн, Гамов, Иваненко, Шубников, Обреимов, Лифшиц, Румер и др.

Отношение ученых к диалектическому материализму резко изменились во второй половине XX века. Большинство ученых-естествоиспытателей постепенно стали стихийными, а затем и сознательными диалектиками.

Следует отметить, что на фоне удивительного прогресса в XX веке естествознания удивительным является застой (после марксистского прорыва в XIX веке) в области философии и социально-экономических наук.

Экономисты XX в. ограничились теориями идеальных систем: неоклассическая теория (общего равновесия) и эконометрика, кото-

рые оказались не в состоянии ни объяснить, ни предсказать социально-экономическое развитие.

Например, К. Поппер, сделал категорический вывод о невозможности научной теории развития человечества. Даже сегодня некоторые философы предлагают «проявить скромность и отказаться от притязаний на открытие законов экономической жизни общества». Это отрицательно сказывается на развитии общества. Его сотрясают непредсказуемые пока учеными кризисы.

Академик РАН Макаров В.Л. (директор Центрального экономико-математического института Российской Академии наук):

Среди “мировых вызовов, обусловленных развитием науки”, “самый важный, но мало кем осознаваемый” заключается “в том, что отсутствует адекватная теория развития человеческого общества и прогнозный инструментарий”, а “без такого инструментария человечество может по своей вине вызвать очень тяжелые катастрофы, не виданные ранее” (журнал “Вопросы экономики”, 2008, № 3, с. 39-44).

Маркс К. И Энгельс Ф. предложили системный подход к развития общества (исторический материализм). Маркс: «Я смотрю на развитие экономической общественной формации как на естественно исторический процесс... Конечной целью моего сочинения является открытие экономического закона движения современного общества» (Предисловие к первому изданию «Капитала»).

Предложенная Марксом теория исторического материализма выступает органическим дополнением естественно научной картины мира. Их общность проявляется в том, что и социальную жизнь следует рассматривать с позиций эволюционизма (развития). Маркс рассматривал общество как целостную самоорганизующуюся, саморазвивающуюся или, говоря языком современной науки, как нелинейную динамическую систему.

Ф. Энгельс: «Как Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений, как на ничем не связанные, случайные, «богом созданные» и неизменяемые, и впервые поставил биологию на вполне научную почву ... так и Маркс положил конец воззрению на общество, как на механический агрегат индивидов, допускающий всякие изменения по воле начальства (или, все равно, по воле общества и правительства), возникающий и изменяющийся случайно, и впервые поставил социологию на научную почву, установив понятие общественно-экономической формации, как совокупности данных производст-

венных отношений, установив, что развитие таких формаций есть естественноисторический процесс».

Как свидетельствует история, революционные учения с большим трудом завоевывают себе право на жизнь. Судьбы их часто бывают трагичными. Точно и образно применительно к учению Маркса это выразил В.И. Ленин: «С учением Маркса происходит теперь то, что не раз бывало в истории с учениями революционных мыслителей и вождей угнетенных классов в их борьбе за освобождение. Угнетающие классы при жизни великих революционеров платили им постоянными преследованиями, встречая их учение самой дикой злобой, самой бешеной ненавистью, самым бесшабашным походом лжи и клеветы. После их смерти делаются попытки превратить их в безвредные иконы, так сказать, канонизировать их, предоставить известную славу их *имени* для «утешения» угнетенных классов и для одурачения их, выхолащивая *содержание* революционного учения, притупляя его революционное острие, опошляя его. Забывают, оттирают, искажают, революционную сторону учения, его революционную душу».

Аналогичная ситуация сложилась и относительно другого революционного в свое время (2000 лет назад) учения – учения Иисуса Христа (христианства). Церковь практически полностью выхоластила его революционную душу – антирабовладельческое содержание, объявив в свое время земных государей «помазанниками божьими». Ведь христианство зародилось как религия рабов, борющихся с рабством, оно отрицало земное рабство и признавало только небесное (я, раб Божий). Церковь всегда верой и правдой, несмотря на отдельные конфликты, служила и до сих пор служит власть имущим.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ:

1. История философии: Учебник / Ч.С. Кирвель, А.А. Бородич, У.Д. Розенфельд и др. – Мн.: Новое знание, 2001.
2. Философия В кн.: Философский энциклопедический словарь.– М.: Сов. Энциклопедия, 1983; с. 726-732.
3. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.

ЛЕКЦИЯ 10. КИБЕРНЕТИКА И СИНЕРГЕТИКА

1. Предмет кибернетики.
2. Основные понятия и идеи кибернетики.
3. Предмет синергетики.
4. Основные понятия и идеи синергетики.

1. ПРЕДМЕТ КИБЕРНЕТИКИ

Кибернетика [греч. *kybernētikē* – искусство управления] – наука об общих законах получения, передачи и переработки информации в машинах, живых организмах и в обществе. В зависимости от области применения кибернетических методов и средств различают техническую кибернетику, биокибернетику, медицинскую кибернетику, экономическую кибернетику и др.

Кибернетика – наука об управлении сложными динамическими системами (системами с обратной связью и ограниченными ресурсами, то есть нелинейными динамическими системами).

Создание общей теории таких систем (общей теории систем) – актуальная проблема современной науки. Общая теория динамических систем необходима всем наукам (кибернетике, физике, химии, биологии, социологии и др.).

Основной объект – кибернетические системы, рассматриваемые абстрактно, вне зависимости от их природы (например, автоматические регуляторы в технике, ЭВМ, человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество).

Каждая такая система – множество взаимосвязанных объектов (элементов системы), способных воспринимать, запоминать (хранить), перерабатывать, передавать информацию, а также обмениваться ею.

Кибернетические системы представляют собой абстракцию под определённым (информационным) углом зрения сложных систем, изучаемых широким спектром естественных, технических и социальных наук (под своими специфическими углами зрения).

Кибернетика разрабатывает общие принципы создания систем управления и систем для автоматизации умственного труда.

Основные технические средства для решения задач кибернетики – электронно-вычислительная техника.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИДЕИ КИБЕРНЕТИКИ

Выявляя общие аспекты в системах столь различной природы, кибернетика вместе с тем даёт общий и притом принципиально новый метод их изучения. Это так называемый *метод машинного эксперимента*, промежуточный между классическим дедуктивным и классическим экспериментальными методами. Благодаря этому кибернетику, подобно математике, можно использовать в качестве аппарата исследования в других науках. Причём спектр проблем, доступных исследованию кибернетическими методами, по сравнению с классическими (аналитическими) математическими методами значительно шире и охватывает практически все науки.

Кибернетическая система в простейшем случае может сводиться к одному элементу. Элемент A кибернетической системы, рассматриваемый в абстрактном плане, представляет собой набор (x, y, s, f, g) пяти объектов.

Через x : $x=x(t)$ обозначается так называемый входной сигнал элемента, т. е. конечное множество функций времени t : $\langle x_1(t), \dots, x_k(t) \rangle$. Буквой y обозначается выходной сигнал $y=y(t)$ элемента, представляющий собой конечное множество функций $y=\langle y_1(t), \dots, y_k(t) \rangle$ той же самой природы, что исходные функции $x(t)$. Через $s=z(t)$ обозначено внутреннее состояние элемента A , также характеризующееся конечным множеством функций $z=\langle z_1(t), \dots, z_n(t) \rangle$ той же природы. Через f и g обозначены функционалы, задающие текущие значения внутреннего состояния $z(t)$ и выходного сигнала $y(t)$.

Современная кибернетика состоит из ряда разделов, представляющих собой самостоятельные направления.

Теоретическое ядро кибернетики: теория информации, теория алгоритмов, теория автоматов, исследование операций, теория оптимального управления, теория распознавания образов.

Основоположник кибернетики - Норберт Винер (1948 г.). Ее возникновение, как прикладной самостоятельной науки, связано с созданием в 40-х годах 20-го века ЭВМ. Предшественником Н. Винера во многом был А. Богданов – основоположник *тектологии* – всеобщей организационной науки, издавший в 1925-1928 г. книгу «Всеобщая организационная наука (тектология)».

Главный труд Н. Винера «Кибернетика или Управление и связь в животном и машине» (1948 г.). Основной тезис книги – подобие процессов управления и связи в машинах, живых организмах и сооб-

ществах (популяциях), будь то сообщество животных (например, муравейник) или человеческое общество.

Процессы эти суть прежде всего процессы передачи, хранения и переработки информации, то есть различных сигналов, сообщений, сведений. Любой сигнал, любую информацию, независимо от ее конкретного содержания и назначения, можно рассматривать как некоторый *выбор* между двумя или более значениями, наделенными известными вероятностями, и это позволяет подойти ко всем процессам с единой меркой, с единым статистическим аппаратом. Отсюда мысль об общей теории управления и связи – кибернетике.

Количество информации (количество выбора) отождествляется Винером с *отрицательной энтропией* и становится, подобно количеству вещества или энергии, одной из фундаментальных характеристик явлений природы. Таков второй краеугольный камень кибернетического здания. Отсюда толкование кибернетики как теории организации, как теории борьбы с мировым хаосом, с роковым возрастанием энтропии. *Действующий объект поглощает информацию из внешней среды и использует ее для выбора правильного поведения.* Информация никогда не создается, она только передается и принимается, но при этом может утрачиваться (*для действующего объекта). Она искажается помехами, «шумом» на пути к объекту и внутри его и теряется для него. Борьба с энтропией – борьба с шумом, искажающим информацию.

Техническая кибернетика – отрасль науки, изучающая технические системы управления, используя идеи и методы кибернетики; научная основа автоматизации производства.

Важнейшие направления исследований технической кибернетики – разработка и создание автоматических и автоматизированных систем управления, а также автоматических устройств и комплексов для передачи, переработки и хранения информации.

Экономическая кибернетика – отрасль науки, занимающаяся применением идей и методов кибернетики к экономическим системам. Она используется как основа автоматизации управления, научно-теоретическая база разработки АСУ в народном хозяйстве. Расширительно – совокупность методов исследования процессов управления в экономике, включая экономико-математические методы.

Основные разделы: теория экономических систем и моделей, теория экономической информации, теория управляющих систем в экономике.

3. ПРЕДМЕТ СИНЕРГЕТИКИ

Синергетика (от греч. synergetikos – совместный, согласованно действующий) – направление в науке, связанное с изучением закономерностей пространственно-временного упорядочения в разнообразных системах.

Термин «синергетика», введенный немецким физиком Г. Хакеном (H. Haken) в начале 1970-х гг., отражает тот факт, что процессы упорядочения в макроскопической системе возникают благодаря взаимодействию большого числа элементарных подсистем. Возникновение синергетики как самостоятельного направления связано с тем, что поведение разнообразных физических, химических, биологических и др. систем описывается сходными математическими моделями и для таких систем характерны одни и те же явления самоорганизации. Это позволяет широко использовать результаты исследования одних объектов при анализе других.

Г. Хакен: «Синергетика занимается изучением систем, состоящих из множества подсистем самой различной природы, таких как электроны, атомы, молекулы, клетки, нейроны, механические элементы, фотоны, органы, животные и даже люди.

Основной вопрос синергетики – вопрос о том, существуют ли общие принципы, управляющие возникновением самоорганизующихся структур и (или) функций (самоорганизующиеся системы обретают присущие им структуры или функции без какого бы то ни было вмешательства извне).

Когда я дал на этот вопрос утвердительный ответ ... и предложил рассматривать проблемы самоорганизации в рамках междисциплинарного направления, названного мною «синергетикой», многим ученым это могло показаться абсурдным.

Почему системы, состоящие из столь различных по своей природе компонентов, как электроны, атомы, молекулы, клетки, животные и даже люди, должны, когда они самоорганизуются подчиняться одними и тем же принципам ...?

Но время принесло множество подтверждений тому, что самые разнообразные явления самоорганизации подчиняются одним и тем же принципам...»

Выдающийся вклад в становление и развитие синергетики внес Илья Пригожин – бельгийский физико-химик, выходец из России (диссипативные системы и диссипативные структуры).

4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИДЕИ СИНЕРГЕТИКИ

Основные понятия синергетики: диссипативная структура (пространственно упорядоченное состояние системы, обычно с симметрией, более низкой, чем симметрия исходного состояния), волна переключения (бегущий фронт фазового перехода), ведущий центр (локализованный автогенератор бегущих импульсов), вращающаяся спиральная структура, называемая в синергетике ревербератором, и др.

Эти понятия позволяют в универсальных наглядных образах объяснять особенности поведения конкретных систем.

Наряду с термином «синергетика» для обозначения данного направления широко употребляются такие названия, как нелинейная неравновесная термодинамика, теория самоорганизации, теория автоволн, подчеркивающие выбор объекта или метода исследования.

Наряду с проблемой самоорганизации синергетика рассматривает также и вопросы «самодезорганизации» - возникновения хаоса (сложного поведения) в динамических системах.

Как правило, исследуемые системы являются диссипативными открытыми системами.

Примером самоорганизации в гидродинамике служит образование в подогреваемой жидкости (начиная с некоторых градиентов температуры) шестиугольных ячеек Бенара или возникновение тороидальных вихрей (вихрей Тейлора) между вращающимися цилиндрами.

Пример вынужденной организации - синхронизация мод в многомодовом лазере с помощью внешнего периодического воздействия.

Модели синергетики - это модели нелинейных неравновесных систем, подвергающихся действию флуктуаций. В момент перехода упорядоченная и неупорядоченная фазы отличаются друг от друга столь мало, что именно флуктуации переводят одну фазу в другую. Если в системе возможно несколько устойчивых состояний, то флуктуации отбирают лишь одно из них.

При анализе сложных систем, например в биологии или экологии, синергетика исследует простейшие основные модели, позволяющие понять и выделить наиболее существ. механизмы «организации порядка» (избирательную неустойчивость, вероятностный отбор, конкуренцию или синхронизацию подсистем и др.).

Понятия и образы синергетики связаны, в первую очередь, с оценкой упорядоченности поведения. Это пространственная корреля-

ция, параметр порядка, взаимная координация (синхронизация) подсистем, энтропия и др.

Методы синергетики в значительной степени перекрываются с методами колебаний и теории волн, термодинамики неравновесных процессов, теории фазовых переходов, статистической механики и др.

Для многих задач синергетики построение теории сводится к созданию и анализу вероятностной модели; здесь синергетика заимствует методы из математической теории стохастических процессов.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ:

1. Кибернетика. В кн.: Математический энциклопедический словарь. М.: Сов. Энциклопедия, 1988.

2. Норберт Винер. Кибернетика или Управление и связь в животном и машине. Изд 2-ое, М.: Советское радио, 1968.

3. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: Пер. с англ. Изд. 2-е, стереотипное.- М.: УРСС, 2003.

4. Хакен Г. Синергетика: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.

5. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие. – М.: Юрайт-Издат, 2009 (с.120-130).

4. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / Изд. 5-е. – Ростов н / Д: Феникс, 2008 (с. 269-304).

5. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. М.-Ижевск, ИКИ, 2003.

ЛЕКЦИЯ 11. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ:

1. Предмет технических наук.
2. Взаимосвязь фундаментальных, прикладных и технических наук
3. Научно-технический прогресс и основные направления развития техники и технологий. Техносфера.

1. ПРЕДМЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Техника [от греч. *téchnē* – искусство, мастерство; *téchnikē* – искусный] – совокупность средств человеческой деятельности, создаваемых для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества. В собирательном смысле – машины, механизмы, приборы, устройства, орудия той или иной отрасли производства.

В технике материализованы знания и производственный опыт, накопленные человечеством в процессе развития общественного производства.

Основное назначение техники – облегчение и повышение эффективности труда человека, расширение возможностей человека в процессе трудовой деятельности, освобождение его (частичное или полное) от работы в условиях, опасных для здоровья.

Средства техники применяются для воздействия на предметы труда при создании материальных и культурных ценностей; для получения, передачи и преобразования энергии; исследования законов развития природы, общества и мышления; сбора, хранения и обработки и передачи информации; управления производственными процессами; передвижения и связи; бытового и культурного обслуживания; обеспечения обороноспособности.

Современная техника характеризуется высокими темпами ее модернизации и автоматизации, унификацией, стандартизацией, интенсивным развитием энергетики, радиоэлектроники, химической технологии, широким использованием автоматики, ЭВМ и др.

Достижения современной техники базируются на фундаментальных научных открытиях и исследованиях.

Взаимосвязь и взаимодействие с наукой – один из главных факторов научно-технической революции, важнейшее условие научно-технического прогресса и развития общества.

Термин «техника» также часто употребляют для характеристики навыков и приемов, используемых в какой-либо сфере человеческой деятельности (например, музыкальная техника; техника письма, рисунка и т.д.).

Технология [от греч. *téchnē* – искусство, мастерство + *логос* – слово, понятие, учение] – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции.

Задача технологии как науки – выявление механических, физических, химических и др. закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов. Это наука о способах воздействия на сырье, материалы, полуфабрикаты (*системы! Например, технология управления) соответствующими орудиями производства (* средствами труда)»

Технические науки изучают способы проектирования, изготовления и эксплуатации материальных (вещественных) средств труда, создаваемых человеком для осуществления процессов производства жизненных благ и обслуживания потребностей общества.

Технические науки – науки, целью которых является развитие техники и технологий (механических, физических, химических, биологических); разработка, создание и изучение функционирования средств, орудий труда, производственных процессов и методов управления ими: материаловедение; теплотехника; конструирование машин, приборов и механизмов; технология машиностроения и приборостроения, включая самолетостроение, станкостроение, вагоностроение, автомобилестроение и т. д.; техническая кибернетика и др.

2. ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ, ПРИКЛАДНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Энгельс: «Если техника в значительной степени зависит от состояния науки, то в гораздо большей мере наука зависит от состояния и потребностей техники. Если у общества появляется техническая потребность, то она продвигает науку вперед быстрее, чем десяток университетов».

Характерной чертой современного этапа развития естествознания и технических наук является увеличивающаяся, углубляющаяся и укрепляющаяся их интеграция, онтологическое и гносеологическое взаимопроникновение, в результате которых возникают новые направления в науке (например, симбиоз биологии и науки о человеке с техникой и технологией: биомеханика, биофизика, кибернетическая медицина, инженерная генетика, нейронные компьютеры, биотехнология, математическая генетика, робототехника и др.). Такой синтез, симбиоз открывает новую эру в развитии науки и техники, новые возможности в освоении природы, дает замечательные плоды.

- *Научная революция* - это коренное, качественное изменение, наших представлений о природе, обществе и мышлении, нашего мировоззрения, обусловленное новыми научными открытиями.
- *Открытие* - это обнаружение неизвестных ранее явлений и процессов реального мира, вносящих качественное изменение в наши представления о природе, обществе и мышлении.
- *Изобретение* – это решение технической задачи, отличающееся новизной и полезностью. Это плоды прикладной науки.
- Основой новых изобретений являются научные открытия, то есть результаты фундаментальной науки.

Развитие – необратимое, направленное, закономерное изменение материи и сознания (материальных и идеальных объектов, их универсальное свойство. В результате развития возникает новое качественное состояние объекта – его состав и структура).

Различают две стадии развития, между которыми существует диалектическая связь: *эволюцию*, связанную с постепенным количественным изменением свойств объекта (эволюция) и *революцию*, характеризующуюся качественным, коренным изменением свойств объекта, скачкообразным переходом от одного устойчивого состояния к другому устойчивому состоянию (революция).

Научно-техническая революция (НТР) – коренное, качественное преобразование производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор развития общественного производства, непосредственную производительную силу.

Главные направления научно-технической революции: комплексная автоматизация производства, контроля и управления на основе широкого применения ЭВМ; открытие и использование новых

видов энергии; создание и применение новых видов конструкционных материалов.

НТР началась с середины 20-го века. Резко ускоряет научно-технический прогресс; оказывает воздействие на все стороны жизни общества. Предъявляет возрастающие требования к уровню образования, квалификации, культуры, организованности, ответственности работников. Возникла под влиянием крупнейших научных и технических открытий, возросшего взаимодействия науки с техникой и производством.

3. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. ТЕХНОСФЕРА

Научно-технический прогресс – единое, взаимообусловленное, поступательное развитие науки и техники; основа социального прогресса.

Научный и технический прогресс впервые начали сближаться в 16-18 вв., когда мануфактурное производство, нужды торговли, мореплавания потребовали теоретического и экспериментального решения практических задач; второй этап связан с развитием машинного производства с конца 18 в. – наука и техника взаимно стимулируют ускоряющиеся процессы развития друг друга; современный этап определяется НТР, охватывает наряду с промышленностью сельское хозяйство, транспорт, связь, медицину, образование, быт.

Техносфера – совокупность технических устройств и систем, включая технико-технологическую деятельность человека.

Человек уже давно не живет одними дарами природы, а производит большинство необходимых ему жизненных благ. Производство осуществляется с помощью средств труда и соответствующих технологий («искусственной природы»).

Масштабы преобразований природы, связанные с производственной деятельностью человека, огромны и увеличиваются в геометрической прогрессии. По аналогии с «живым веществом» (биосферой) уже вполне можно говорить о «техновеществе» как совокупности существующих технических устройств и систем (техноценозе). До недавнего времени техника была нацелена на максимальную эксплуатацию природных ресурсов, удовлетворение нужд человека любой ценой, включая загрязнение природы. «Экология – это роскошь для

богатых» (Индира Ганди). Но уже подписан и вступил в силу «Киотский протокол» по охране природы (экологические квоты и налоги).

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ 11:

1. Техника. Технология. В кн.: Советский энциклопедический словарь. 2-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1982;

2. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие. – М.: Юрайт-Издат, 2009 (с.12-23).

3. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учебник, 11-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2009 (с. 427-574).

4. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008 (с. 229-231).

ЛЕКЦИЯ 12. НАУКА, ЛЖЕНАУКА И РЕЛИГИЯ:

5. Наука, гипотезы, аксиомы, вера.
6. Новое знание в науке.
7. Наука и лженаука.
8. Религия и наука.

1. НАУКА, ГИПОТЕЗЫ, АКСИОМЫ, ВЕРА

Наука - сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка и теоретическая систематизация объективных (* не зависящих от воли и сознания человека) знаний о действительности; одна из форм общественного сознания. Она включает деятельность по получению нового знания и ее результат – сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Непосредственная цель науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности на основе открываемых ею законов.

Знание – проверенный практикой *результат познания* действительности, первое ее отражение в мышлении (сознании); воспроизведение в языковой форме представлений о закономерных связях действительности.

Знание – продукт общественной деятельности (практики), направленной на преобразование действительности.

Познание – процесс движения мысли от незнания к знанию; обусловленный потребностями общества процесс отражения действительности в мышлении; *взаимодействие* объекта и субъекта, итогом которого является новое знание.

Уровни познания: эмпирический, в том числе чувственный, и теоретический.

Формы познания: 1- получение знания, неотделимого от субъекта (восприятие, представление); 2 – получение объективного знания, существующего вне субъекта (наука-теория, воплощенное в продуктах труда знание).

Типы познания: обыденное, художественное, научное.

Путь познания: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике – таков диалектический путь познания ис-

тины, познания объективной реальности» (Ленин). Наблюдение – гипотеза – теория – проверка теории (практика).

Вернадский В.И.: «Звучит парадоксом, однако, это так: распространение научного мировоззрения может даже иногда мешать научной работе и научному творчеству, так как оно неизбежно закрепляет научные ошибки данного времени, придает временным научным положениям большую достоверность, чем они в действительности имеют... Такое распространение временного – и часто ошибочного – научного мировоззрения было одной из причин не раз наблюдавшихся в истории науки местных или всемирных периодов упадка. Давая ответы на все запросы, оно гасило стремление к исканию».

Всякая теория начинается с гипотезы – предположительного суждения об устройстве или методах получения чего-то, о причинной связи явлений и т.д.

Например, в средние века широкое распространение получил поиск «философского камня», способного превращать неблагородные металлы в золото и серебро. Его искали экспериментально, смешивая и нагревая различные вещества. Эта сфера опытов получила название «алхимия». Идея оказалась ложной, но пользу науке принесла несомненную – был накоплен огромный экспериментальный материал по физическим и химическим превращениям веществ. В итоге возникла наука «химия».

Долгое время в науке господствовали: геоцентрическая система мира Птолемея, представления о «мировом эфире» в физике и т.д. Нельзя сказать, что они принесли науке только вред, хотя и оказались ложными. Но, кстати, идея эфира как передатчика действия сейчас возрождается некоторыми учеными, хотя и совершенно на качественно новом уровне (вакуум в современной физике уже не рассматривается как пустое пространство – пространство, лишенное материи).

Гегель Г.: «Истины рождаются и умирают ... Но рождаются они как ересь..»

Рабиндранат Тагор: «Если мы закроем дверь перед заблуждением, то как же тогда войдет истина?»

Вернадский В.И. «... “научная вера” является в истории науки могущественным созидательным фактором, теснейшим образом генетически связанным с научным исканием и научным творчеством, в общем, от них не отделимым. В обществе без научной веры не может быть научного творчества и прочной научной работы.

Лекторский В.А., академик РАН: «Проблема отношения веры к знанию всегда была для философии одной из центральных, ибо речь идет как о самой возможности постижения реальности, так и о предельных основаниях человеческой деятельности. Оказывается, что **наука** принципиально не может обойтись без веры. Вера играет важную роль в научном познании. Существенно то, что идеал **науки** предполагает принципиальную возможность превращения того, что первоначально принимается всего лишь на веру, в более или менее обоснованное знание. Наука всегда шла по этому пути. В религии дело обстоит иначе. Религиозная вера исключает знание».

2. НОВОЕ ЗНАНИЕ В НАУКЕ

Новые представления всегда противоречат старым, в том числе в науке, включая не только теоретическую, но и экспериментальную науку. Новые идеи и факты, противоречащие сложившимся ранее представлениям, как правило, длительное время не признаются, игнорируются и не развиваются.

Резерфорд Э. выделял «три этапа» в признании научной истины:

- 1) «это абсурд»!
- 2) «в этом что-то есть».
- 3) «это общеизвестно»!

(шутка, в которой содержится большая доля истины).

Например, работа английского ученого Уотерстона «О физической среде, состоящей из свободных и вполне упругих молекул, находящихся в движении» (1845г.), отклоненная рецензентом королевского научного общества «как бессмысленная, непригодная даже для того, чтобы зачитать ее на заседании Общества», обнаружена и опубликована всемирно известным физиком Рэлеем только в 1892 г.

Греческий философ Платон с такой непримиримостью относился к атомистической теории Демокрита, что повсюду разыскивал рукописи сочинений этого автора и уничтожал их – до изобретения книгопечатания такой метод идейной борьбы был весьма эффективен».

Специальная теория относительности противоречила всем представлениям, которые вырабатывались в науке на протяжении последних трех веков. Устройство физического мира, описываемого этой теорией, было очень непривычно.

Геометрию Лобачевского не понимали и даже осуждали лучшие математики того времени, а коллеги давали насмешливые и порой оскорбительные отзывы о его работе.

При избрании Эйнштейна в Прусскую академию наук о его гипотезе световых квантов говорилось как о чем-то, «что не следует слишком ставить ему в упрек». В их реальность основоположник квантовой механики Планк не верил в течение многих лет.

Колебательные химические реакции не признавались научной общественностью и Учеными советами в течение полутора веков, хотя первые публикации по химическим колебаниям относятся к 1828 г. В 1855 г. вышла книга Рунге, где были собраны примеры химических колебаний, в 1913 г. – Кремана «Периодические явления в химии», в 1938 г. – книга Шемякина и Михалева «Физико-химические периодические процессы (библиография – 978 названий). Отдельные статьи по химическим колебаниям публиковались в журналах «Успехи химии», «Доклады АН СССР» и др. Тем не менее, когда в 1947 г. в институт химической физики АН СССР Шальниковым была представлена к защите диссертация «К теории периодического протекания гомогенных химических реакций», обсуждение было таким, что шансов на ее защиту в этом институте не осталось никаких.. В 1958 г. все попытки Белоусова опубликовать в химических журналах описание знаменитой сегодня во всем мире колебательной реакции, носящей имя «реакции Белоусова-Жаботинского» (впоследствии была присуждена Ленинская премия в области науки) оказались безрезультатными (рецензенты давали категорически отрицательные отзывы).

Лето 1913 г.: «Если этот абсурд, который только что опубликовал Бор (**речь идет о модели атома Бора*), верен, то вообще брошу карьеру физика» (Штерн О., физик)

Август 1913 г.: «Работа Бора приводит меня в отчаяние: если формулу Бальмера можно получить таким путем, то я должен выбросить всю физику на свалку и сам отправиться туда же» (Эренфест П., физик).

Августовская (1948 г.) сессия ВАСХНИЛ в СССР определила статус генетики как лженауки.

Герцен А.: «Не истины науки трудны, а расчистка человеческого сознания от всего наследственного хлама, от всего осевшего ила, от принимаемого неестественного за естественное, непонятое за понятное».

Кун С. (историк науки): “... ни одна научная парадигма не может получить всеобщего одобрения массами, до тех пор пока не вымрут влиятельные знатоки старой парадигмы”.

Чижевский А.Л. (гелиобиолог): «Истинное несчастье настоящих ученых, больших и малых, заключалось и заключается в отсутствии элементарной порядочности у некоторых представителей научного мира, с которыми приходится сталкиваться в деловой обстановке и от которых зависит судьба научного открытия или изобретения. Это несчастье легко обнаруживается в истории любого научного открытия или крупного изобретения, и пока нет оснований предполагать, что наша эпоха внесла коренное улучшение в это дело. И в наши дни явления непорядочности злостно доминируют в научной среде, глушат научную мысль, пресекают научную инициативу. Только единичные люди прорываются через этот страшный барьер, и то после борьбы, иногда многолетней борьбы, с невеждами, обскурантами, ретроgrадами, которые были так или иначе, по недомыслию или легкомыслию, сопричастны к лику ученых и заняли, к несчастью, высокие ступени иерархической лестницы».

Еще сложнее пробиться новым идеям в социально-экономических науках, так как здесь явно затрагиваются экономические интересы людей, «фурии частного интереса», как говорил К. Маркс.

В.И. Ленин: «Ожидать беспристрастной науки в обществе наемного рабства – такая же глупенькая наивность, как ожидать беспристрастия фабрикантов в вопросе о том, не следует ли увеличить плату рабочим, уменьшив прибыль капитала.»

Маркс К.: «...Лишь рабочий класс может ... превратить науку из орудия классового господства в народную силу, превратив самих ученых из пособников классовых предрассудков, из честолюбивых государственных паразитов и союзников капитала в свободных тружеников мысли! Наука может выполнить свою истинную роль только в республике Труда».

3. НАУКА И ЛЖЕНАУКА

«Масштабы нынешнего подъема псевдонаучной деятельности впечатляют. Впечатляют настолько, что теперь стало как-то даже неловко употреблять само слово «псевдонаука». Предпочтительны бо-

лее уважительные формы обозначения – девиантное знание, альтернативная наука, нетрадиционная наука и т.д.

В 1999 г. решением Президиума РАН была создана Комиссия по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований [Вестник РАН, 2005, т. 75, № 2].

Не все с этим согласны. Так, академик РАН М.М. Лаврентьев считает, сто «Факт существования такой инстанции, как Комиссия по борьбе с лженаукой, позорит Российскую академию наук. Задача этой комиссии – перекрыть доступ в науку каких бы то ни было новых идей».

Каковы причины расцвета лженауки?

Капица С.П., профессор: «Почему сегодня произошел такой невероятный расцвет этой антиинтеллектуальной деятельности не только в нашей стране, но и во всем мире? Мне кажется, что причина бурного расцвета антинауки заключается в глубоком распаде общественного сознания, если называть вещи своими именами. Распад виден во многих сферах. Очень опасен кризис образования. Вакуум общественного сознания, существующий в нашей стране (да и во всем мире), очень глубок. Он, кстати, поддерживается философией постмодернизма. Постмодернисты занимают руководящие кафедры во многих университетах западного мира и оказывают очень большое влияние на общественное сознание... Думаю, что если когда-нибудь будет суд над нашей эпохой, то СМИ будут отнесены к преступным организациям, ибо то, что они делают с общественным сознанием и в нашей стране и во многих других странах, иначе квалифицировать нельзя.» [Вестник РАН, 2004, № 1.].

«В обществе существуют влиятельные силы, заинтересованные в снижении роли науки. Людей отучают мыслить критически, но приучают верить. Чтобы там ни говорили апологеты реформ, но уровень образования в России стремятся понизить. Кому же нужно загонять страну в средневековье? Людями, не способными критически мыслить, не знакомыми с логикой, легко манипулировать. Сегодня лженаука проникла во многие органы государственной власти – в Минобороны, МЧС, МВД, в государственную думу. С. Шойгу заявил, что МЧС в своей работе использует советы астрологов. Несколько лет назад при МЧС была организована лаборатория экстрасенсов. Лженаука превратилась в хорошо организованную силу». [Кругляков Э. П. // Вестник РАН, 2004, № 1. с. 8-16].

4. РЕЛИГИЯ И НАУКА

Религии возникли в первобытном обществе. Причина их возникновения – бессилие первобытного человека перед силами природы, а после возникновения классового общества (рабовладельческого, феодального и буржуазного обществ) – бессилие перед господствующим в обществе классом крупных частных собственников.

В настоящее время наибольшее распространение в мире получили такие религии как христианство, буддизм, ислам (мировые религии).

Религия – одна из форм общественного сознания, отражения действительности в фантастических образах, представлениях и понятиях.

В настоящее время религия представляет собой сложное социальное образование, включающее религиозное сознание, религиозный культ и религиозные организации.

Главный признак религии – вера в реальность сверхъестественного.

Маркс К.: «*Всякая религия является ни чем иным как фантастическим отражением в головах людей тех внешних сил, которые господствуют над ними в их повседневной жизни, - отражением, в котором земные силы принимают форму неземных*».

Маркс К.: «*Религия – это вздох угнетенного существа, сердце бессердечного мира, подобно тому, как она – дух бездушных порядков. Религия есть опиум для народа*».

Ленин В.И.: «*Идея бога всегда усыпляла и притупляла “социальные чувства” ..., будучи всегда идеей рабства ... Никогда идея бога не “связывала личность с обществом”, а всегда связывала классы верой в божественность угнетателей*». Царь – «*помазанник божий*».

Еще Радищев в книге «*Путешествие из Петербурга в Москву*» писал, что государственный деспотизм и церковная организация служат одной цели: они «*союзно*» гнетут общество (деспотизм подчиняет себе волю людей, церковь сковывает их рассудок).

Ленин В.И.: «*Когда общество устроено так, что ничтожное меньшинство пользуется богатством и властью, а масса постоянно терпит “лишения” и несет “тяжелые обязанности”, то вполне естественно сочувствие эксплуататоров к религии, учащей “безропотно” переносить земной ад ради небесного, будто бы, рая*».

Ленин В.И.: «Социальная придавленность трудящихся масс, ... полная их беспомощность перед слепыми силами капитализма ... вот в чем ...современный корень религии. “Страх создал богов”. Страх перед слепой силой капитала, которая слепа, ибо не может быть предусмотрена массами народа, которая на каждом шагу жизни пролетария и мелкого хозяйчика грозит принести ему и приносит “внезапное”, “неожиданное” “случайное” разорение, гибель, превращение в нищего в паупера, в проститутку, голодную смерть, - вот тот корень современной религии ...».

Принципиальным является вопрос об отношении государства к церкви.

Конституция СССР, статья 53, глава 7: «Церковь в СССР отделена от государства и школа – от церкви».

Конституция БССР, статья 50, глава 6: «Церковь в Белорусской ССР отделена от государства и школа – от церкви».

Конституция Российской Федерации - России, статья 44, глава 5 «Права и свободы человека и гражданина»: «Религиозные объединения в Российской Федерации отделены от государства, государственная система образования носит светский характер».

Конституция Республики Беларусь (принята на 13-й сессии Верховного Совета Республики Беларусь 15.03. 1994 года) статья 16: «Все религии и вероисповедания равны перед законом. Отношения государства и конфессий регулируются законом».

Конституция Республики Беларусь (принята на Республиканском референдуме 24 ноября 1996 года) статья 16: «Религии и вероисповедания равны перед законом. Взаимоотношения государства и религиозных организаций регулируются законом с учетом их влияния на формирование духовных, культурных и государственных традиций белорусского народа».

Очевидно, что в сравнении с Конституциями СССР и БССР, а также Конституцией России в Конституции Республики Беларусь (в особенности Конституции, принятой на референдуме, сделан шаг назад от светского государства по отношению к религии.

Несмотря на то, что в России церковь отделена от государства это «с осени 2002 г. Министерство образования пытается внедрить в школы учебник «Основы православной культуры». Для вузов предложен государственный стандарт по специальности “теология”. Уже стало фактом введение в четырех областях страны во всех без исклю-

чения школах (а в 11 областях и краях – частично) преподавания основ православной культуры.

В стране как формально светском государстве все сильнее становятся тенденции воспитания детей в религиозном духе. Освящают заводы, новые здания, подводные лодки, крейсера и баллистические ракеты.

Письмо-протест 10 академиков (Ж. Алферова и др.) осенью 2007 г. Президенту вызвало волну возмущения религиозных фанатиков и некоторых деятелей церкви. В письме содержится тревога, предупреждение о возможных негативных последствиях замены научного мировоззрения религиозным...»

Канонизация российской православной церковью в 1988 г. Тихона, призывавшего к открытой борьбе с Советской властью в январе 1918 г., была знаковым событием, указавшим на смену эпох.

Клерикаризация российского государства идет. Этому способствовали действия Ельцина и его окружения, которые для утверждения своего авторитета стали появляться в церкви со свечами в руках, которые они держали, по едкому замечанию одного журналиста, как «стаканы с водкой».

Социальная база этого явления – напуганное настоящим и будущим население. Фонд “Общественное мнение” выявил (данные лета 2007 г.), что четверти опрошенных россиян не хватает денег на хлеб (10% – часто, 16 – иногда), а половина считает, что цена на этот самый необходимый продукт высока. По Данным ВЦИОМ 60% россиян считают, что сокращение бедности – недостижимая задача.

В учебных заведениях не место религии. Это подчеркивает резолюция, принятая 4 октября 2007 г. Парламентской ассамблеей Совета Европы., рекомендующая правительствам стран-членов НС не допускать преподавания креационизма – направления в биологии, считающего, что возникновение мира, Земли, жизни, человека есть результат «божественного творения».

Неблаговидную роль в этом деле играет, к сожалению, интеллигенция, в том числе ученые и деятели искусства. Например, почетным профессором Российской академии наук был избран Алексей II (Алексей Михайлович Редигер), патриарх Московский и Всея Руси [Вестник РАН, 2008, № 11, с. 1030].

В пропаганду религии включились деятели искусства. Например, Родион Щедрин (выдающийся современный композитор): «Помоему, стране нашей – а значит, и нам вместе с ней – предназначена

трагическая судьба ... И я верю, что судьбу определяют высшие силы. За что-то, видимо, они нашу нацию покарали, и всем следующим поколениям приходится расплачиваться, неся этот грех на себе... И лучше об этом не думать, а жить тем, что дает сегодняшний день».

К сожалению, в Конституции Республики Беларусь отсутствует статья об отделении церкви от государства и школы от церкви. В ней лишь говорится: «Идеология политических партий, религиозных или иных общественных объединений, социальных групп не может устанавливаться в качестве обязательной для граждан» [с. 49; Конституция Республики Беларусь, раздел I «Основы конституционного строя», статья 4].

Конечно, человек не может жить без идеологии, без мировоззрения. Если отсутствует прогрессивная идеология, человек может превратиться в хищное животное. В условиях, когда ученые оказались неспособными разработать научно обоснованную прогрессивную идеологию, в условиях идеологического вакуума религия играет определенную сдерживающую роль (боязнью «божьего» наказания).

Лукашенко А.Г.: «Мы всегда опирались на идеи церкви, выработанные тысячелетиями. По сути, выбрали ее главным идеологом белорусской государственности. И мы в этом не ошиблись» [Советская Белоруссия, № 3, 9 января 2008 г., с. 2].

Вследствие этого неотложная задача ученых – разработка научно обоснованной прогрессивной идеологии развития общества.

Следует различать понятия: богословие и теология.

Митрополит Московский и Коломенский Макарий: «**Богословие** – не учение о Боге и, тем более, не наука о Боге, а изложение слова Божьего, полное и систематическое изложение христианских догматов, то есть тех истин, которые открыты Богом человеку в целях его спасения. Православное догматическое богословие с величайшей точностью излагает лишь те догматы, которые содержатся в Откровении. Единственное, что она может себе позволить, - их разъяснить... Церковь Христова зиждется на догматах, то есть данных Богом истинах, а потому непререкаемых и неизменных: «ни умножать, ни сокращать их в числе, ни изменять и превращать каким бы то ни было образом никто не имеет прав: сколько их открыто Богом в начале, столько и должно оставаться их на все времена пока существует христианство».

Теология [гр. theologia: theos - бог + logos - дух, мысль, слово, закон, учение] – систематизированное изложение вероучения о боге, обосновывающее его истинность и необходимость для человека. Включает догматику, экзегетику, апологетику, гомилетику и т.д.

Теократия [theos – бог + kratos - власть] – форма правления, при которой политическая власть принадлежит духовенству, церкви.

Акулов В.Л.: «Существует ли линия размежевания науки и религии? Наука и религия качественно различаются прежде всего своим объектом. Объектом (предметом) науки является мир, в котором живет человек и частью которого он является. Этот мир наука берет как эмпирический факт. В отличие от науки, объектом (предметом) религии является Бог. Мир, в котором живет человек, и сам человек как часть этого мира с позиций религиозного мировоззрения суть творения Бога. Наука исходит из той предпосылки, что материальный мир подчинен объективным, то есть имманентно ему присущим, законам, отменить и заменить которые никому не дано. Религия не отрицает закономерности материального мира. Религия ставит эту закономерность в зависимость от Божьего Промысла. А это значит, что она, эта закономерность, по Божьему же Промыслу может быть и нарушена. Если наука принимает как данность безграничные возможности человеческого разума, то религия, напротив, как данность принимает то, что Боги и Промысел Божий недоступны человеческому разумению.»

Надо ли и если надо, то как бороться с религией?

Религии, несмотря на успехи науки, до сих пор играют существенную роль в общественном сознании. Если исходить из числа приверженцев, то следует признать, что господствующими сегодня в мире идеологиями являются религиозными идеологии.

На рубеже XX-XXI веков после «революций сверху» в Советском Союзе, а также в европейских «социалистических» странах, ликвидации «коммунистической» идеологии идеологический вакуум в этих странах заполнили религии. Произошло мощное возрождение христианства, а также ислама. Во множестве появились другие религиозные организации.

“Мы знаем, что насильственные меры против религии бессмысленны ...” [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 45, с. 474].

«Религии создаются людьми, которые сами ощущают потребность в ней и понимают религиозные потребности масс ...» [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 19, с. 312].

«..единственная услуга, которую в наше время еще можно оказать богу, – это провозгласить атеизм принудительным символом веры...» [Маркс К., Энгельс Ф, Соч. т.18, с. 514].

«Атеизм, как голое отрицание религии ... сам по себе без нее ничего не представляет и поэтому сам ... является религией» [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 36, с. 161].

«С религией ... нельзя покончить только с помощью насмешек и нападок. Она должна быть ... преодолена научно, то есть объяснена исторически» [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 18, с. 578].

Массовое увлечение религией в бывших «социалистических» странах подтвердило правоту классиков марксизма-ленинизма относительно причин возникновения и популярности религий.

Во-первых, человек не может существовать «только сегодняшним днем», то есть без мировоззрения. Во-вторых, затеянные в этих странах реформы привели вместо обещанного повышения благосостояния народа к глубокому системному социально-экономическому кризису, отбросившему народы на десятки лет назад. Результатом реформ стало расслоение народа на сверхбогатое меньшинство и нищее большинство. Реформаторы не смогли предложить новую систему ценностей, которая бы объединяла народ. Эти события со всей очевидностью показали правоту марксизма-ленинизма, что преодоление религии возможно только революционным переустройством общества, результатом которого является построение справедливого общественного строя.

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ 12

1. Вернадский В.И. История науки. В кн.: Вернадский В.И. Начало и вечность жизни. М.: Сов. Россия, 1989. С. 397-468.
2. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975.
3. Акулов В.Л. Наука и религия // Новая экономика, 2007, № 7-8, с. 80-91.
4. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями). Принята на Республиканском референдуме 24 ноября 1996 года, 2-е изд. Минск: Польша, 2002. – 95 с.;
5. Кругляков Э. П. Чем угрожает обществу лженаука? // Вестник РАН, 2004, т. 74, № 1. с. 8-16.
6. Пружинин Б.И. Псевдонаука сегодня // Вестник РАН, 2005, т. 75, № 2, с. 117-125

ЛЕКЦИЯ 13. МАТЕМАТИКА И ОБЩЕСТВО:

1. Два подхода к описанию динамических систем многих частиц (стохастический и детерминированный).
2. Стохастическое описание динамических систем
3. Описание динамических систем геометризированной теорией множеств.
4. Фрактальная геометрия динамических систем.
5. Фрактально-топологическая (фазовая) модель товарно-денежного хозяйства.

1. ДВА ПОДХОДА К ОПИСАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МНОГИХ ЧАСТИЦ (СТОХАСТИЧЕСКИЙ И ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ)

В математике природа точек (точки-частицы) не играет никакой роли и отличающиеся по природе реальные системы частиц (физические, биологические, экономические и т.д.) могут рассматриваться как проявления одного и того же объекта – *изоморфизмы* (взаимно однозначные отображения множеств, сохраняющие их структурные свойства) или *гомеоморфизмы* (топологически эквивалентные пространства). Кажущееся абстрактным понятие изоморфизма является просто математическим выражением идеи моделирования явлений из одной области (например, тепловых) явлениями из другой области (например, электрических).

Единую математическую природу имеют такие, на первый взгляд, совершенно разные процессы, как «броуновское» движение микрочастиц в жидкости, рассеяние тепла в веществе и движение стоимости ценных бумаг.

Математические модели разделяются на *стохастические* (вероятностные), включающие случайные компоненты, структуры, функции или последовательности и т.п., то есть удовлетворяющие статистическим законам, и *детерминированные*, которые не содержат таких компонентов.

2. СТОХАСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1. Классическая статистика

В настоящее время в прикладной науке господствуют стохастические модели, в которых вероятность распределения событий описывается симметричной «колоколообразной» кривой Гаусса (классическая статистика, типичный пример – «броуновское» движение). Эта кривая базируется на принципах относительного «равноправия», «равнозначности», «равноценности», «однородности» событий (каждое событие вносит вклад в общую сумму, но ни одно из них не определяет статистический результат). В этом случае независимо от природы и размера элементов, а также от природы ресурса систем плотность вероятности распределения для их переменных состояния x подчиняется «нормальному» («стандартному», «экспоненциальному») распределению $f_{\text{равн.}} = ae^{-bx}$ где постоянные a и b положительны. Особенности конкретной системы учитываются абсолютными величинами a и b , а также тем, какая конкретно величина подразумевается под переменной x . Например, $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$. При этом основными характеристиками являются: μ – среднее значение x ; σ – стандартное отклонение (средне квадратическое отклонение – ширина разброса всех x вокруг μ). Подстановка конкретных величин, а также учет того факта, что x может зависеть от a , позволяет, например, преобразовать уравнение $f_{\text{равн.}} = ae^{-bx}$ в основное уравнение статистической физики (канонический ансамбль Гиббса).

В статистике независимых событий предыдущее событие не влияет на последующее, а вероятность одновременного появления событий A и B , вероятность появления которых в отдельности больше нуля, соответствует произведению этих отдельных событий. Классическая статистика используется механикой, физикой, химией, биологией и социально-экономическими науками, включая экономику, то есть для описания систем самой различной природы: размеров капелек воды в облаках и размеров частиц золотосных россыпей, кинетической энергии молекул газа и звёзд, термического шума, колебаний цен в условиях совершенной конкуренции и т.д. Например, в основе широко известной гипотезы эффективного рынка

лежит именно модель случайного длуждания, предложенная Луи Башелье. Согласно ей последовательные изменения цен статистически независимы и колеблются вокруг “объективной” цены, которая определяется консенсусом большого числа рационально мыслящих участников рынка.

2.2. Негауссова статистика

Известна также форма статистики, в которой плотность вероятности распределения описывается несимметричной кривой с максимумом, а убывание переменной подчиняется степенному (гиперболическому) закону типа $f(x) = ax^{-b}$. Например, статистика Коши, в которой функцией приведенной плотности вероятности является $f(x) = 1/\pi(1+x^2)$. Системы, которые не подчиняются закону Гаусса широео распространены в природе, технике и обществе.

Одним из первых степенной закон распределения в экономике описал итальянский социолог и экономист В. Парето в конце XIX столетия. Он установил, что распределение доходов во всех странах и во все эпохи не подчинялось «нормальному» закону. Доля богатых, это значит имеющих доход выше определенного уровня (u), описывается формулой $y = (u/m)^{-\alpha}$, где m – минимальный доход, α - параметр Парето. В логарифмических осях (дважды логарифмический график) формула описывает прямую линию с наклоном α . Парето получил наклон, равный $3/2$, который свидетельствует о том, что основная масса общественного богатства сконцентрирована в руках богатого меньшинства (чем меньше нвклон, тем более равномерно распределены доходы; равномерному распределению соответствует $\alpha = 1$). Согласно формуле Парето в существующей экономике деньги порождают деньги (возможность стать богатым больше у богатого человека), власть порождает власть. Показатель α в формуле Парето – это “количественное выражение несправедливости в обществе”.

Дважды логарифмический график является также характерным для распределения населенных пунктов по численности населения (распределение Саймона, показатель α близок к 2), научных работников по количеству опубликованных ими работ (распределение Лотка, показатель α колеблется между 2 и 3), стоимости ценных бумаг на современных финансовых рынках (распределение Мандельброта), частоты встречаемости слов в литературном и разговорном языках (распределение Ципфа), организмов по размерам

в разных экосистемах (почвенной фауны, океанского зоопланктона и др.), количества землетрясений по их магнитуде, излучаемой при разрушении материалов энергии, величины упругих импульсов и размеров получаемых при дроблении твердых тел частиц, количества метеоритов по массе и т.д. Согласно Фёрстеру дважды логарифмическая линейная регрессия имеет место для зависимостей “сложность-устойчивость” элементов как живых (например, организмы), так и неживых (например, атомы) неоднородных систем. В первом случае она положительная, а во втором – отрицательная.

Основоположник фрактальной геометрии Мандельброт показал, что гиперболические распределения – «ближайшие родственники фракталов» (самоподобных геометрических структур), что они статистически самоподобны (масштабно-инвариантны) и назвал такую статистику фрактальной. Им введено понятие фрактальной размерности пространства вероятностей (роль размерности играет показатель степени). Им введено понятие фрактальной размерности пространства вероятностей. В таких распределениях роль размерности выполняет показатель α . Он пришел к выводу о том, что имеет место несколько форм «случайности» и попробовал отождествить их с агрегатными (твердым, жидким и газообразным) состояниями материи. Согласно его мнению, теория вероятностей выявляет «анalogии с теорией вещества», которые выводятся «из одних и тех же принципов и используют одни и те же концепции – например, такие, как температура и давление». Он подчеркивает, что “если ввести в математику отличия между состояниями случая, то это только дополнит математику, не изменяя её. Зато в корне перевернет интерпретацию этих самых состояний». «Понятие случай, - отмечает он, - выступает в науке в самых разных формах, и мы только выиграем, если допустим, что случай может находиться нескольких состояниях», «три состояния материи – твердое, жидкое и газообразное – известны уже давно, из математического аппарата фрактальной геометрии вытекает аналогичное различие между тремя состояниями случайности – мягкая, медленная и бурная».

Анализ экспериментальных стохастических данных, полученных разными науками (механикой, физикой, химией, биологией, социологией, экономикой и т.д.), показывает, что они в основном стремятся к распределениям, описываемым именно законами двух типов: “нормальным” законом (распределение Гаусса, равнозначные события) и дважды логарифмическим (билогарифмическим) законом (степенной закон, неравнозначные события). Согласно Мандельброту рассматриваемые два типа распределений – это “две крайности”,

которые целым спектром других “членов семьи” связывает распределение Леви: $\log f(t) = i\delta t - \gamma |t|^\alpha [1 + i\beta(t/|t|)\tan(\alpha\pi/2)]$.

Распределение Леви имеет четыре ключевые переменные, которые определяют окончательную форму кривой (Гаусса, Парето и др.): δ – параметр “местоположения”, γ – параметр масштаба (определяет величину общей вероятности), β – параметр асимметричности (при $\beta = 0$ кривая симметрична), α – параметр, который определяет “толщину хвостов”. Когда $\alpha = 2$, а $\beta = 0$, то распределение Леви описывает стандартную кривую Гаусса, при $\alpha = 1$, а $\beta = 0$ – кривую Коши с очень “толстыми хвостами”.

В мире Гаусса события (ошибки) распределены как размеры почти одинаковых песчинок (однородные системы). Взгляд Коши на мир совершенно другой. В мире Коши события (ошибки) представляют собой вроде смеси песчинок, гравия, валунов и гор (неоднородные системы).

Следует отметить, что впервые «неожиданную» аналогию между свойствами вещества, а точнее (рассеянием, или диффузией тепла в веществе) и колебаниями цен облигаций заметил французский ученый Башелье (1900 г.). Он применил для описания колебаний цен облигаций уравнения рассеяния тепла Фурье, то есть адаптировал уравнения одной науки (физики) к потребностям другой науки (финансов).

Более широкая идея называть преобразующее природу человечество «живым веществом» принадлежит В.И. Вернадскому. Субъекты хозяйствования часто называют «молекулами», «атомами», «химическими элементами» (например, лауреат Нобелевской премии по экономике Коуз, социолог Питирим Сорокин и др.).

3. ОПИСАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГЕОМЕТРИЗИРОВАННОЙ ТЕОРИЕЙ МНОЖЕСТВ.

В математике в общем случае объект или процесс описывается системой n интегро-дифференциальных уравнений, определенной в пространстве R^N с координатами $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$:

$$F_i(\psi_i; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l}, \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l \partial x_m}, \dots; \int dx_l) = 0 \quad (1)$$

Переменные x_l и t рассматриваются как пространственные и временные координаты. Решения ψ_j , описывающие состояния системы, называются *переменными состояниями*; c_α – *управляющими параметрами*.

Решение системы уравнений (1) является сложной задачей. Поэтому ее упрощают, ограничиваясь, во-первых, системой уравнений в частных производных, не содержащих пространственных производных, во-вторых, предполагая, что она не зависит от пространственных координат, и, наконец, считая, что она содержит производные по времени не выше первого порядка, которые входят в упрощенную функцию специальным («каноническим») образом: $F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; t)$.

Систему уравнений $F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; t) = 0$ (2) называют *динамической системой*.

Если функции в уравнениях (2) не зависят от времени, то такая система называется *автономной динамической системой*:

$$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha) = 0$$

В случае консервативных систем возможно значительное упрощение системы уравнений (1):

$$f_i = -\frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i}$$

$$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} + \frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i} = 0, (3)$$

Эту систему называют *градиентной (потенциальной) динамической системой*.

Наибольший интерес представляет изучение состояний равновесия градиентных систем:

$$\frac{d\psi_i}{dt} = -\frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i} = 0, (4)$$

Именно такого рода динамические системы в основном изучаются в настоящее время.

Потенциальные системы многих частиц (частицы движутся не-свободно) – «вязкие» системы, в которых пропорциональна приложенной силе скорость движения частицы (системы Аристотеля), а не ее ускорение (системы Ньютона). Это нелинейные системы.

Нелинейные системы описываются нелинейными дифференциальными уравнениями, которые имеют несколько решений (корней, радикалов) и, соответственно, все нелинейные системы имеют несколько стационарных (установившихся) состояний, а протекающие в них процессы являются ветвящимися.

В нелинейных системах наблюдаются качественные, включая скачкообразные, изменения свойств при плавном изменении величины воздействующих на них факторов.

Наибольших успехов в изучении нелинейных динамических систем достигла геометризованная теория множеств - топологическая теория бифуркаций критических точек потенциальных функций (теория катастроф).

Топология – раздел математики, изучающий наиболее общие свойства пространств (фигур), сохраняющихся (инвариантных) при непрерывных преобразованиях (без разрывов и склеивания). Это наиболее общая геометрия.

Топологическое пространство – имеющее структуру множество элементов произвольной природы, называемых точками (структурированное множество).

Фазовое пространство – пространство, элементами которого являются фазовые точки – совокупности, значений параметров, определяющих состояние системы.

Топологическая динамическая система – непрерывная динамическая система.

Для систем с одной переменной состояния x функции катастроф (первые члены разложенной в ряд потенциальной функции, которые определяют качественное поведение системы) при уменьшении потенциальной энергии, записываются в виде:

$$x^7 + t_5x^5 + t_4x^4 + t_3x^3 + t_2x^2 + t_1x \quad (\text{катастрофа вигвам}),$$

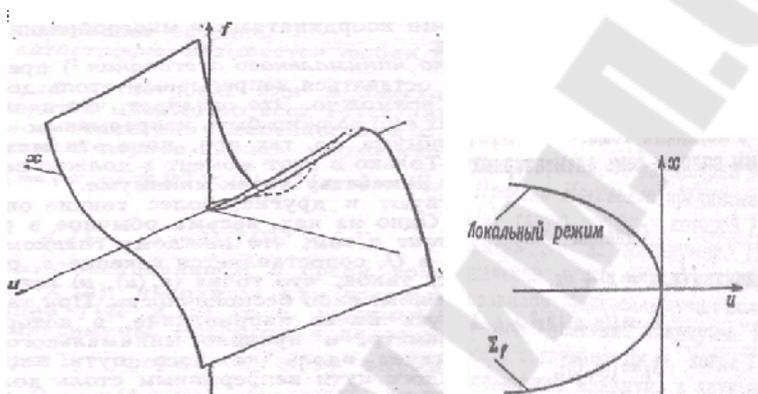
$$\pm x^6 + t_4x^4 + t_3x^3 + t_2x^2 + t_1x \quad (\text{катастрофа бабочка}),$$

$x^5 + t_3x^3 + t_2x^2 + t_1x$ (катастрофа ласточкин хвост),

$\pm x^4 + t_2x^2 + t_1x$ (катастрофа сборки),

$x^3 + t_1x$ (катастрофа складка),

где высший член называется ростком катастрофы, а сумма остальных членов – возмущением (t_1, \dots, t_5 – управляющие коэффициенты).



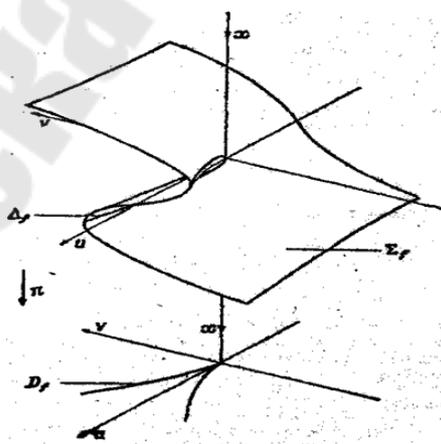
Потенциальная функция

$$f(x, u) = x^3 + ux$$

Критические точки

$$3x^2 + u = 0$$

Рис. 13.1. Катастрофа «складка»



Потенциальная функция $\pm x^4 + ux^2 + vx$

Критические точки и их проекция $4x^3 - 2ux + v = 0$

Рис. 13.2. Катастрофа «сборка»

4. ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

До недавнего времени математики концентрировали свое внимание на множествах, описываемых гладкими (дифференцируемыми) функциями. Функции, которые не являются достаточно гладкими или регулярными, обычно игнорировались как «патологические» и не заслуживающие серьезного внимания и изучения.

В современной математике отношение к негладким функциям (или нерегулярным множествам) существенно изменилось, ибо, как показала практика, нерегулярные функции (множества) обеспечивают значительно лучшее описание реальных явлений и процессов, чем те, которые использует классическая математика.

В результате изучения таких нерегулярных множеств появилась фрактальная геометрия.

Основной объект фрактальной геометрии – фракталы. В последнее время, в эпоху компьютерного вычислительного эксперимента, позволившего визуализировать геометрию математических структур, фракталы стали популярными объектами изучения. Катализатором этого процесса стала книга математика Бенуа Мандельброта «Фрактальная геометрия природы»

Термин фрактал предложен Мандельбротом. Он образован от латинского слова *fractus*. Соответствующий ему глагол *frangere* переводится на русский язык как ломать, разламывать, то есть образовывать фрагменты, в том числе неправильной формы. Английское слово *fraction* переводится как частица, крупица, обломок, осколок, излом, разрыв, дробь, а *fractional* – как дробный.

До настоящего времени нет однозначного определения этого термина. Фракталом называют структуры, состоящие из частей, которые в некотором смысле подобны целому. Неопределенность, содержащаяся в словах «в некотором смысле», делает понятие фрактала чуть ли не всеобъемлющим. Иногда фрактал определяют как множество, имеющее самоподобную структуру.

Фрактал – геометрическая фигура, в которой один и тот же элемент при каждом уменьшении размеров повторяется (получаются в результате комбинации линейных преобразований - рекурсивной процедуры), называется конструктивным (регулярным или классическим) фракталом.

Наряду с регулярными фракталами существуют нерегулярные фракталы, которые обладают масштабной инвариантностью лишь приближенно. Такого рода фракталы (множества) называют динамическими.

Построение фрактала начинается с выбора инициатора – единичного участка, на который разбивается объект (например, для линии – отрезок единичной длины). Затем выделяется элементарная деталь, которая повторяется в структуре объекта – генератор (например, состоящая из четырех единичных отрезков ломаная линия). Затем каждый единичный участок объекта заменяется уменьшенным до соответствующего масштаба генератором, а новые единичные отрезки, из которых состоит генератор, также заменяются генератором, уменьшенным до соответствующего размера. Этот каскадный процесс повторяется многократно (бесконечно)

Кривая (фрактал) Коха – простейшая непрерывная недифференцируемая кривая, получаемая из прямого отрезка единичной длины путем удаления его средней трети и замены удаленного участка двумя отрезками длиной $1/3$ с применением этой процедуры в последующем к каждому участку получаемой ломаной кривой:

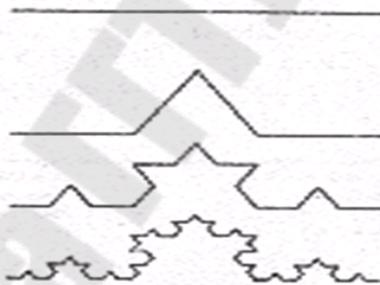


Рис. 13.3. Кривая (фрактал) Коха

Уже простейшая квадратичная модель $x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$ (логистическое отображение) демонстрирует ряд универсальных закономерностей, включая фрактальные свойства. При $0 < r < 1$ отображение имеет одну неподвижную устойчивую точку, теряющую устойчивость при $r = 1$, а при $1 < r < 4$ - две неподвижные устойчивые точки. Если $r > 3$, то процесс начинает осциллировать между двумя уровнями с постепенным удвоением периода колебаний (предельный цикл). При $r = 3,57$ процесс становится хаотическим. Внутри хаотической области существует множество «окон» с устойчивыми периодическими точками. Структура каскада бифуркаций за точкой хаоса $r = 3,57$ со-

ответствует структуре каскада бифуркаций, предшествующего ей. При $r = 4$ реализуется полный хаос.

Очевидно, что удвоение периода аналогично образованию фрактала, основанного на двоичной системе. Бифуркационная диаграмма (зависимость x от r) явно демонстрирует эффект самоподобия (фрактальности).

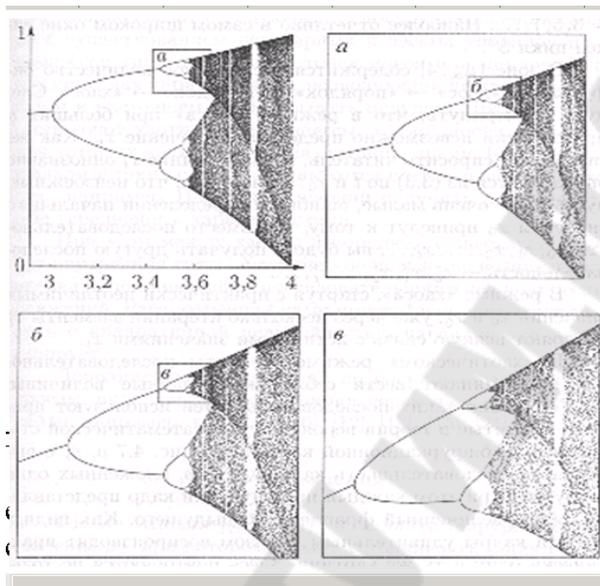


Рис. 13.4. Бифуркационная диаграмма – графическое решение логистического уравнения

5. ФРАКТАЛЬНО-ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ (ФАЗОВАЯ) МОДЕЛЬ ТОВАРНО-ДЕНЕЖНОГО ХОЗЯЙСТВА.

Товарно-денежное хозяйство (частицы – хозяйствующие субъекты) можно рассматривать как динамическую систему, изоморфную веществу (частицы – молекулы). Товарно-денежное хозяйство и вещество – это системы многих движущихся и взаимодействующих между собою частиц, обладающих силовым полем.

Уравнение состояния динамических систем, связывающее их переменные состояния и управляющие параметры, получают, дифференцируя потенциальную функцию U динамической системы и приравнявая результат нулю. Дифференцируемую функцию можно разложить в степенной ряд и согласно теории катастроф ограничиться без потери существенной для морфологии системы информации первыми членами (для одномерной динамической системы, то есть для

системы с одной переменной состояния x , можно ограничиться высшим членом x^7 . Используя этот подход, можно получить уравнение состояния товарно-денежного хозяйства (рыночной экономики), как совокупности множества хозяйствующих субъектов.

Для потенциальной системы в условиях равновесия

$$\frac{dx_i}{dt} = -\frac{\partial U(x, r)}{\partial x_i} = f(x, r) = 0$$

Потенциальную функцию можно разложить в знакочередующийся ряд, продифференцировать его и приравнять полученный результат нулю.

$$a_0 - a_1x + a_2x^2 - a_3x^3 + a_4x^4 - a_5x^5 + a_6x^6 = 0$$

$$a_6x + \left(\frac{a_4}{x} - \frac{a_3}{x^2} + \frac{a_2}{x^3} - \frac{a_1}{x^4} + \frac{a_0}{x^5} \right) = a_5,$$

где a_5 – полная, a_6x – кинетическая, а выражение в скобках – потенциальная энергии системы.

Если учесть суммарный собственный объем частиц b , то уравнение приобретает вид:

$$a_6(x - b) + \left(\frac{a_4}{x} - \frac{a_3}{x^2} + \frac{a_2}{x^3} - \frac{a_1}{x^4} + \frac{a_0}{x^5} \right) = a_5$$

Применительно к товарно-денежному хозяйству (рыночной экономике) его можно записать в виде

$$p(V - b) + \left(\frac{A_1}{V} - \frac{A_2}{V^2} + \frac{A_3}{V^3} - \frac{A_4}{V^4} + \frac{A_5}{V^5} \right) = RT \quad (5),$$

где R – масса денег в обращении, T – скорость обращения денег, V – объем всех товаров, b – объем использованных средств производства – собственный «объем» субъекта хозяйствования как частицы, $(V - b)$ – объем конечных (потребительских) товаров, $p(V - b)$ – используемый в производстве доход (сумма постоянного c и переменного v капитала – «кинетическая энергия» субъектов хозяйствования), сумма дробных членов – изымаемый из производства доход (прибавочная стоимость m , трансакционные (непроизводственные) издержки – «потенциальная энергия» субъектов хозяйствования), а RT – доход Y («полная энергия» субъектов).

В итоге уравнение (5) можно записать в привычном для политической экономики виде: $c + v + m = Y$, где Y – полученный доход.

Очевидно, что при увеличении V и / или T дробные члены в уравнении состояния (5) товарно-денежного хозяйства постепенно становятся незначительными (ими можно пренебречь) и это уравнение будет родоначальником семейства гомеоморфных уравнений состояния, заключительным уравнением в котором будет уравнение $p(V - b) = RT$.

Это гомеоморфное семейство можно получить путем последовательного дифференцирования разложенной в ряд потенциальной функции системы (при этом происходит последовательное дискретное уменьшение потенциальной энергии):

$$p(V - b) + \left(\frac{B_1}{V} - \frac{B_2}{V^2} + \frac{B_3}{V^3} - \frac{B_4}{V^4}\right) = RT \quad (6),$$

$$p(V - b) + \left(\frac{C_1}{V} - \frac{C_2}{V^2} + \frac{C_3}{V^3}\right) = RT \quad (7),$$

$$p(V - b) + \left(\frac{D_1}{V} - \frac{D_2}{V^2}\right) = RT \quad (8),$$

$$p(V - b) + \frac{E_1}{V} = RT \quad (9),$$

$$p(V - b) = RT \quad (10).$$

Если обозначить в уравнении (6) $B_4 = cb$, $B_3 = c$, $B_2 = ab$, $B_1 = a$, где $a, c = const$, то оно преобразуется в более прозрачное (ясное) по экономическому смыслу уравнение

$$\left(p + \frac{a}{V^2} + \frac{c}{V^4}\right)(V - b) = RT \quad (11),$$

где выражение в скобках – цена конечных (потребительских) товаров.

Соответственно, если обозначить в уравнении (8) $D_2 = ab$, $D_1 = a$, где $a = const$, то оно также преобразуется в более простое уравнение

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (12),$$

где выражение в скобках – цена конечных (потребительских) товаров.

Очевидно, что уравнение (12) описывает средне развитое товарно-денежное хозяйство (среднеразвитую рыночную экономику).

На рис. 13.5 и 13.6 схематически изображены графические решения уравнений (12) и (10) соответственно. Уравнению (10) соответствует гладкая гиперболическая поверхность, а уравнению (12) – поверхность со складкой (деформированная гиперболическая поверхность). Деформирующей поверхностью состояний товарно-денежного

хозяйства (фазовое пространство системы) параметром (параметром порядка) является дробный член уравнения (12) $\frac{a}{V^2}$.

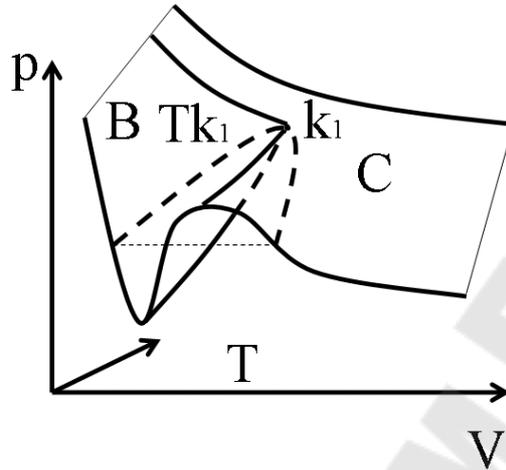


Рис. 13.5. Схематическое графическое решение уравнения (12).

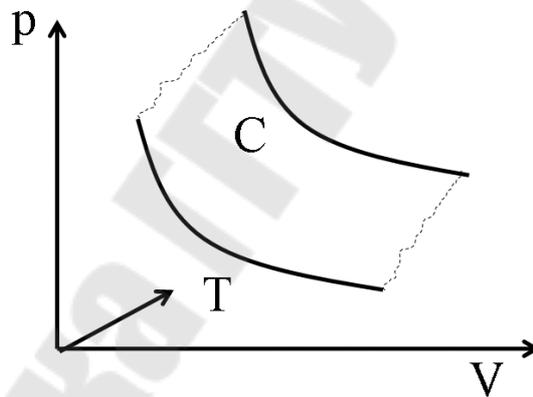


Рис. 13.6. Схематическое графическое решение уравнения (10).

Уравнение (12) – аналог уравнения Ван дер Ваальса, которое используется в физической фазовой теории для описания вещества со средним запасом потенциальной энергии (системы «жидкость – газ»), а уравнение (10) – аналог уравнения Клапейрона-Менделеева, используемого для описания разреженного газа, в котором можно пренебречь силами притяжения имеющих собственный объем молекул.

Очевидно, что товарно-денежное хозяйство (рыночная экономика), как и вещество, может существовать в нескольких стационарных (установившихся) качественно отличающихся состояниях устойчиво-

го (фазы) и неустойчивого (переходные между фазами состояния, фазовый переход 1-го рода) равновесия. Состояния устойчивого равновесия (фазы) – это аттракторы (притягивающие множества), которые можно назвать «целями» эволюционирующей при изменении переменных состояния динамической системы, обусловленными изменением значений управляющих системой параметров.

Уравнения состояния нечетных степеней описывают набор состояний системы (экономических укладов для товарно-денежного хозяйства), первым из которых является состояние устойчивого равновесия (фаза, однородное состояние системы), а уравнения состояния четных степеней – набор состояний, первым из которых является состояние неустойчивого равновесия (переходное между фазами состояние, фазовый переход 1-го рода, неоднородное состояние системы). Динамика процессов для неоднородных состояний системы описывается фрактальной геометрией. В целом рассматриваемая модель товарно-денежного хозяйства является фрактально-топологической моделью.

При увеличении V и I или T кубическое уравнение (12) переходит в квадратное уравнение

$$p(V - b) + \frac{a}{V} = RT \quad (13),$$

а затем в уравнение первой степени (10).

В системе, описываемой уравнением (13), непрерывные процессы описываются дифференциальным уравнением второй степени, а дискретные – рекурсивным уравнением $x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$, бифуркационная диаграмма которого (ее фрактальный характер) изображена на рис. 13.4.

«Конечная цель» динамической системы, включая товарно-денежное хозяйство (рыночную экономику) – это состояние устойчивого равновесия, при котором возможно полное использование потенциальной энергии системы. Это состояние описывается уравнением (10).

Согласно уравнению (5) товарно-денежное хозяйство может существовать в шести стационарных (установившихся, качественно различных) состояниях, а товарно-денежное хозяйство, достигшее состояния, описываемого уравнением (12) может существовать минимум в трех стационарных состояниях: два состояния устойчивого равновесия (однородные состояния, фазы B и C) и одно состояние неустойчивого равновесия, разделяющее эти фазы (неоднородное со-

стояние, область фазовых переходов 1-го рода, происходящих при $T = const$). При этом переходная область состоит из двух частей: примыкающей к фазе B части, в которой зарождаются, увеличиваясь в количестве и размерах, зародыши фазы C , и следующей за ней примыкающей к фазе C части, в которой содержатся постепенно исчезающие остатки фазы B . Эти две части разделены областью конвергенции фаз (линия $k-f-q$). Стационарные состояния товарно-денежного хозяйства – это способы производства (экономические уклады), отличающиеся уровнем непроизводственных издержек (прибавочной стоимостью, изымаемой из производства частью прибыли).

Согласно кубическому уравнению (12) экономический уклад (фаза) B имеет неустранимые непроизводственные издержки, то есть является несовершенным товарно-денежным хозяйством. Следовательно, это экономический уклад с частной собственностью на средства производства, так как именно частное владение средствами труда препятствует свободному развитию товарно-денежных отношений. Поскольку это однородное состояние (все хозяйствующие субъекты «равнозначны» и «равноправны»), то оно соответствует совокупности мелких хозяйств с трудовой частной собственностью (хозяйствующих субъектов, не использующих чужой труд и не могущих диктовать условия другим: крестьяне, ремесленники и др.). Это экономика, господствовавшая в средние века практически во всех странах (трудовая частная собственность на средства производства, мелкие равноправные собственники).

Экономический уклад (фаза) C описывается уравнением, которое не имеет дробных членов (непроизводственные издержки устранены), то есть он не основан на частной собственности. Это совершенная рыночная экономика. Так как существуют две принципиально разные формы собственности (частная и общественная), то уклад C основан на общественной собственности, а так как он соответствует однородному стационарному состоянию, то он функционирует на равном доступе равнозначных хозяйствующих субъектов к распоряжению общественными средствами труда. Следовательно, уклад C – бесклассовое общество (социализм как социальная, то есть основанная на общественной собственности, рыночная экономика). Очевидно, что основной принцип социализма может осуществить именно совершенная рыночная экономика. Свободный от монополий рынок – самый справедливый арбитр в оценке общественно необходимого труда. Фаза C – социальная рыночная экономика, основанная на

демократизацией существующих производственных отношений) (стрелка 2), и революционным путем (стрелка 7), изменив при существующей скорости обращения денег тип производственных отношений (ликвидация основанной на наемном труде частной собственности и преобразование государственной собственности в общественную), переход через линию $k-f-q$ (диктатура пролетариата). Очевидно, что первый путь (без диктатуры пролетариата) является более затратным, чем второй путь. В настоящее время практически все страны идут по этому пути. Это путь длительного сохранения буржуазной собственности, ее медленного «угасания» по мере развития производственной кооперации.

Существуют другие пути развития. Регрессивным путем, в том числе при сохранении существующей скорости обращения денег, является приватизация государственной собственности (стрелка 5). Реализуемый бывшими советскими республиками путь (стрелка 6) - зигзаг истории (уменьшение V и T вследствие приватизации и ожидаемое их последующее увеличение за счет технико-технологических инноваций). Стрелка 8 - путь «пионера приватизации» («народного» капитализма) М. Тэтчер (ограниченная контролируемая приватизация с внедрением технико-технологических инноваций, то есть увеличением T). Стрелка 3 – неустойчивый путь конвергенции укладов. Стрелка 4 - оптимальный путь (национализация буржуазной собственности и превращение государственной собственности в общественную собственность, распоряжение которой осуществляется на правах долевого товарного кредита).

Следует отметить, что человечеством был упущен шанс перехода к социальной рыночной экономике (социализму), минуя буржуазное общество и, соответственно, диктатуру пролетариата (стрелка 1). Это путь, который предлагали российские народники, путь кооперации крестьянских и ремесленнических хозяйств. Он в свое время был подвергнут жестокой и несправедливой критике, в том числе К. Марксом, Ф. Энгельсом и В.И. Лениным. Впоследствии Ленин, предложив НЭП, в определенной мере пытался реабилитировать его и совместить с диктатурой пролетариата. Теоретически этот путь разрабатывали многие ученые, в первую очередь А.В. Чаянов.

Отметим, что еще Энгельс подчеркивал: «Общественные силы, подобно силам природы, действуют слепо, насильственно, разрушительно, пока мы их не познали их и не считаемся с ними. Но раз мы познали их, изучили их действие, направление и влияние, то только

от нас самих зависит подчинить их все более и более нашей воле и с помощью их достигать наших целей. Это в особенности относится к современным могучим производительным силам. Пока мы упорно отказываемся понимать их природу и характер, - а этому пониманию противятся капиталистический способ производства и его защитники, - до тех пор они властвуют над нами... Но раз понята их природа, они могут превратиться в руках ассоциированных производителей из демонических повелителей в покорных слуг. Здесь та же разница, что между разрушительной силой электричества в молниях грозы и укрощенным электричеством в телеграфном аппарате и дуговой лампе, та же разница, что между пожаром и огнем, действующим на службе человека».

ЛИТЕРАТУРА (МИНИМУМ) К ЛЕКЦИИ

1. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения, пер.с англ.- М.: Мир, 1980.
2. Федер Е. Фракталы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.
3. Мандельброт Б., Хадсон Л. (Не)послушные финансовые рынки: фрактальная революция в финансах: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
4. Занг В.-Б.. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. : Пер. с англ.- М.: Мир, 1999.
5. Егоренков Н.И., Казакова Е.Н., Стародубцев И.Е., Стародубцева М.Н. Топологическая динамика товарно-денежного хозяйства // Вестник ГГТУ, 2009, № 3, с. 92-100.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

| | | |
|------------|---|-----|
| Лекция 1 | «Естествознание – наука о природе» | 3 |
| Лекция 2. | «Предмет и основные концепции механики»: | 18 |
| Лекция 3. | «Предмет и основные концепции физики»: | 28 |
| Лекция 4. | «Предмет и основные концепции химии»: | 42 |
| Лекция 5. | «Предмет и основные концепции биологии»: | 59 |
| Лекция 6. | «Предмет и основные концепции науки о человеке» | 66 |
| Лекция 7. | «Естествознание и общественные науки»: | 73 |
| Лекция 8. | «Предмет и основные концепции математики»: | 84 |
| Лекция 9. | «Предмет и основные концепции философии»: | 90 |
| Лекция 10. | «Предмет и основные концепции кибернетики и синергетики: | 96 |
| Лекция 11. | «Естествознание и технические науки»: | 102 |
| Лекция 12. | «Наука, лженаука и религия»: | 107 |
| Лекция 13. | «Математика и общество: | 119 |

**Егоренков Николай Иванович
Стародубцева Мария Николаевна**

**ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**Курс лекций
для студентов специальности 1-26 02 02
«Менеджмент»**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 15.02.10.

Пер. № 129Е.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>