

ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ
БИБЛИОТЕКА СТУДЕНТА-ЗАОЧНИКА



0097.03.01

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

3-е издание

Казань
НИЦ ДОТ ИСГЗ
2010

Оригинал-макет издания предоставлен
издательством «Хронос-Пресс» (Москва)

Концепции современного естествознания. – 3-е изд. – Казань: НИЦ
ДОТ ИСГЗ, 2010. – 49с.

Комплект учебно-методических материалов предназначен для студентов-заочников Института социальных и гуманитарных знаний и дополняет собой базу электронных учебников ИСГЗ.

В состав комплекта входят справочные материалы (авторы – В.М. Найдыш, В.А. Новоженев).

НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ

© Найдыш В.М., Новоженев В.А., справочные материалы, 2007

© Составление. Хронос-Пресс, 2007

© НИЦ ДОТ ИСГЗ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования	5
Учебная программа	6
Справочный материал	9
Самостоятельная работа	43
Планы семинарских занятий	48
Вопросы для подготовки к зачету (экзамену)	49
Рекомендуемая литература	50

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Концепции современного естествознания» включена в структуру цикла общеобразовательных дисциплин в рамках многоуровневой системы обучения в качестве естественнонаучной компоненты вузовского гуманитарного образования. Это необходимо потому, что рациональный естественнонаучный метод все более проникает в гуманитарную сферу, формируя современное сознание общества. Осознающаяся потребность гармоничного синтеза двух традиционно противостоящих культур (естественнонаучной и научно-технической, с одной стороны, и социально-гуманитарной, – с другой) естественным образом предполагает выработку целостного мировидения, что и подчеркивает необходимость и актуальность данной учебной дисциплины.

Она не представляет собой какое-либо механическое соединение общеобразовательных курсов физики, химии, биологии, экологии, географии, синергетики, а является продуктом междисциплинарного синтеза на основе комплексного историко-научного, историко-философского, социокультурного и эволюционно-синергетического подходов к современному естествознанию. Поэтому эффективное преподавание дисциплины возможно на основе применения новой парадигмы, способной объединить оба компонента культуры, и осознания универсальной роли метаязыка, синтезирующего фундаментальные законы естествознания, синергетики и философии.

Цель преподавания дисциплины заключается в необходимости ознакомления студентов-гуманитариев с дополнительным для них неотъемлемым компонентом единой культуры – естествознанием – в интересах формирования целостного взгляда на окружающий мир.

Бакалавр (дипломированный специалист) должен:

знать:

- основные идеи современных фундаментальных естественнонаучных теорий и их роль в процессе перехода науки в постнеклассическую стадию своего развития;
- основные этапы исторического развития естествознания;
- типы стилей научного мышления и парадигмальных установок в конце XX века.

уметь:

- творчески применять основные идеи теоретического естествознания в их связи с научным мировоззрением к развитию современного научно-технического и социального прогресса;
- видеть единство всех типов научных знаний – естественных, гуманитарных, технических.

**ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 061100 – «МЕНЕДЖМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ»**

*Общие математические и естественнонаучные дисциплины
Федеральный компонент*

Концепции современного естествознания (ЕН.Ф.03)

Естественнонаучная и гуманитарная культуры; научный метод; история естествознания; панорама современного естествознания; тенденции развития; корпускулярная и континуальная концепции описания природы; порядок и беспорядок в природе; хаос; структурные уровни организации материи; микро-, макро- и мегамиры; пространство, время; принципы относительности; принципы симметрии; законы сохранения; взаимодействие; близкодействие; дальноедействие; состояние; принципы суперпозиции, неопределенности, дополненности; динамические и статистические закономерности в природе; законы сохранения энергии в макроскопических процессах; принцип возрастания энтропии; химические системы, энергетика химических процессов, реакционная способность веществ; особенности биологического уровня организации материи; принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем; многообразие живых организмов - основа организации и устойчивости биосферы; генетика и эволюция; человек: физиология, здоровье, эмоции, творчество, работоспособность; биоэтика; экология и здоровье; человек, биосфера и космические циклы; ноосфера; необратимость времени; самоорганизация в живой и неживой природе; принципы универсального эволюционизма; путь к единой культуре.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Тема 1. Естествознание в контексте культуры.

Социокультурная ниша естествознания. Проблема двух культур: конфронтация или сотрудничество? Наука как особая форма знания, как познавательная деятельность и как социальный институт. Научное и вненаучное знание. Определение науки. Научная информация и научный метод. Эмпирический и теоретический уровни познания. Объект, предмет и субъект науки. Основания, идеалы и нормы науки. Многообразие форм научного знания: факты, проблемы, гипотезы, теории, парадигмы. Категории, идеи, принципы и законы как важнейшие элементы теоретических систем. Единство когнитивного, ценностного и социокультурного в развитии науки.

Возникновение науки. Наука и «преднаука». Натурфилософия античных греков как первая форма теоретического знания о мире в целом. Начало процесса дифференциации наук. Особенности развития натурфилософии в период европейского и арабского средневековья. Исторические этапы развития естествознания: античность, классика, неклассика, постнеклассика. Переход от натурфилософской физики Аристотеля к физике Галилея-Ньютона – революция в естествознании, превращение механики в подлинно теоретическую науку.

Панорама современного естествознания и его главные особенности. Усиление роли системных, эволюционных и вероятностно-статистических концепций в естествознании. Проблема реальности в науке XX века. Противоречивый характер развития науки. Процессы дифференциации и интеграции науки. Новые науки на рубеже XX-XXI веков.

Тема 2. Естественнаучная картина мира.

Понятие «научная картина мира» (НКМ). НКМ как обобщенный образ реальности, как форма систематизации знаний, как качественное обобщение и синтез отдельных научных теорий. Исторические виды и типы НКМ. НКМ и научные теории. НКМ и научные революции. Соотношение НКМ и других концептуально-методологических образований: научная парадигма, научно-исследовательская программа, тематический анализ науки. Человек в НКМ. Роль НКМ и научных парадигм в развитии гуманитарного знания. Фундаментальные парадигмы естествознания: Ньютон и Дарвин, Эйнштейн и Бор.

Тема 3. Концепция взаимодействия в физике.

Развитие представлений о фундаментальных типах взаимодействия. Тип взаимодействия, константа связи, фундаментальные постоянные. Идея симметрии в теориях физических взаимодействий. Внутренние и геометрические симметрии. Симметрия как принцип динамической унификации физики. Микро-, макро- и мегамир: единство и различие.

Принцип единства исторического и логического в изучении фундаментальных взаимодействий. Отражение фундаментальных взаимодействий в логике понятий. Трудности физической и философской интерпретаций важнейших положений квантовой теории. Проблема синтеза квантовых и релятивистских представлений. Квантовая теория поля как современная теория фундаментальных взаимодействий. Модели «великого объединения» как стремление в рамках единой калибровочной теории описать три типа взаимодействий. Расслоенные пространства, многомерные геометрии и модели суперобъединения всех взаимодействий. Концепция супервзаимодействия и единство физического знания.

Тема 4. Концепция глобального эволюционизма и антропный принцип.

Историческое развитие космологических взглядов. Представление о Вселенной в классической науке и релятивистской физике. Значение открытия неевклидовых геометрий. Открытие нестационарности Вселенной. Становление и эволюция Вселенной. Специфика космологических объектов. Дискуссии о содержании и смысле понятия «Вселенная в целом». Проблема бесконечности Вселенной. Большой взрыв, глобально-космическая эволюция и антропный принцип. Различные формулировки антропного принципа. «Сценарии» инфляции и расширения. Самоорганизующаяся Вселенная.

Тема 5. Концепция самоорганизации в современной науке.

Синергетика как новое междисциплинарное направление научных исследований. Синергетическая парадигма в контексте культуры. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. Порядок и хаос, открытость и нелинейность, аттракторы и бифуркации как свойства самоорганизующихся процессов. Синергетическое видение мира. Когнитивный процесс в контексте представлений о самоорганизации. Самоорганизующаяся динамика научного познания. Синергетическое видение креативного мышления. Историческое развитие науки и культуры в синергетическом представлении. Нейросинергетика. Социосинергетика.

Тема 6. Основные концепции химии.

Общие представления о концептуальных системах химии. Становление химии как науки. Понятия «химический элемент», «химическое соединение», «химическая реакция». Парадигмы неорганической и органической химии. Роль катализа. Эволюционная химия – высшая ступень развития идей в химии. Концепция химической эволюции и биогенезис.

Тема 7. Биология в современном естествознании.

От натуралистической биологии на пути к теоретической биологии. Концепция физико-химической биологии: методы и познавательные возможности. Концепция эволюционной биологии: становление, этапы и основное содержание. Синтетическая эволюция и генетика.

Концепция структурных уровней в биологии. Молекулярно-генетический уровень: происхождение жизни, доклеточный предок, роль нуклеиновых кислот, «механизмы» мутаций, молекулярные основы обмена веществ. Онтогенетический уровень: первый организм – археклетка, концепция архебактерий, прокариоты и эукариоты, типы трофии. Популяционно-биоценотический уровень. Биосферный уровень. Биосфера и ноосфера. Единство и многообразие органического мира. Жизнь как биологический кругооборот веществ. Проблемы экологии.

Современная наука об основных этапах и закономерностях антропосоциогенеза. Соотношение биологических и социальных факторов антропогенеза.

Тема 8. Жизнь как космическое явление.

Космическое направление отечественной научной и философской мысли (Н.Ф. Федоров, Н.А. Умов, К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский, А.Л. Чижевский, Н.Г. Холодный). От «философии общего дела» к решению ноосферных задач. Панпсихизм и картинное изображение «чувственной жизни» атома и Вселенной. Космопланетарный феномен человека. Антропоцентризм и антропокосмизм. Концепция внеклеточных информационных структур. Парадоксы уфологии. Проблемы НЛО и других «аномальных» явлений.

Тема 9. Конвергенция естественно-научного и гуманитарного познания.

Формирование единой науки в техногенной цивилизации. Типы научной рациональности. Человеческие измерения постнеклассической науки. Гуманизация и гуманитаризация современного естествознания. Проблема субъективности в познании. Проблема «точности» в науке: естествознание и социогуманитарное знание. Истина и вера в науке и культуре. Ценностное измерение естественнонаучного знания. Этика науки. Правовые аспекты биотехнологии и биоэтики.

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

1. РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Мир, окружающий человека, представляет единое и целостное образование, в котором все явления и предметы связаны и взаимодействуют друг с другом. Следовательно, наше представление о мире должно отражаться в единстве всего нашего знания. Единство научного знания формируется в процессе взаимодействия, дифференциации и интеграции знания в ходе развития конкретной науки.

Развитие науки идет не только путем постепенного накопления все новых и новых данных, так как в этом случае не происходит отражения целостной картины развития науки. Наиболее радикальные изменения в науке свершаются в период научных революций, в результате которых пересматриваются прежние идеи, методы исследования, переосмысливаются результаты (парадигмы науки). Переход к новой парадигме науки прежде всего связан с дифференциацией и интеграцией знания. Дифференциация – это очень важный этап в развитии науки. Она направлена на более тщательное и глубокое изучение отдельных процессов и явлений в определенной области знаний. В результате такого исследования появляются отдельные научные дисциплины, возникают междисциплинарные связи, которые могут в итоге тоже выделиться в отдельные науки. В Древней Греции не было строгого разделения между конкретными областями знаний, не было и отдельных научных дисциплин. Все знания и методы исследования явлений природы существовали в единой области натурфилософии. Разделение естественнонаучных дисциплин впервые произошло в эпоху Возрождения. В это время появляется экспериментальное естествознание. Исследование природы начиналось с механических процессов как наиболее простой формы движения материи.

Основы механики заложил Г. Галилей (1562-1642), занимавшийся исследованием свободно падающих тел. Галилей сформулировал управляющие механическими процессами законы изложил основы механики. В научную дисциплину механику превратил И. Ньютон (1643-1727). Затем постепенно формируются физика, химия, биология и другие фундаментальные науки о природе. Каждая наука прошла свой путь развития. По мере научного прогресса процесс появления новых научных дисциплин все ускорялся. Несмотря на то, что при этом возрастают точность и глубина наших знаний о явлениях природы, одновременно происходит ослабление связей между отдельными научными дисциплинами и даже между отдельными ветвями одной и той же науки. Таким образом, дисциплинарный подход грозил превратить единую науку в совокупность отдельных, обособленных, узких наук.

Наука сама выработала методы и средства для преодоления ограниченности чисто дисциплинарного подхода к изучению окружающего мира. Дисциплинарный подход, ориентированный на изучение специфических, частных закономерностей конкретных явлений, не способствует открытию

более глубоких общих закономерностей, а тем более фундаментальных законов, относящихся к взаимосвязанным классам явлений и целых областей природы, раскрывающих единство природы, взаимосвязь и взаимодействие составляющих ее объектов и процессов. Вследствие этого появляется новый подход, который называется интеграционным, или междисциплинарным. В этом подходе происходит интеграция научного знания, которая совершается в различных формах, начиная применением понятий, теорий и методов одной науки в другой и кончая возникшим в нашем столетии системным методом. В результате такого подхода науки делают большие скачки в своих исследованиях. Так, биология достигла очень больших успехов, начав использовать в своих исследованиях физические методы. В результате взаимодействия данных наук на их стыке возникла биофизика. Аналогично появились бионика, геохимия, биохимия и другие науки.

Конкретные, частные, специальные приемы и способы исследования в различных науках могут заметно отличаться, но общий подход к познанию, метод исследования остается в сущности тем же самым. Это так называемый системный метод, который дает возможность рассматривать объекты и явления в их взаимосвязи и целостности. Системный метод является наиболее эффективным средством интеграционных исследований. Общие приемы, принципы и методы познания можно охарактеризовать как стратегию исследования, а частные приемы и методы, используемые в отдельных науках, как тактику исследования.

Исторически сложилось так, что метод формируется в рамках практической деятельности как требование соблюдения определенной последовательности действий в процессе изготовления необходимых предметов и орудий, а также производства материальных благ вообще. С отделением физического и умственного труда и возникновением науки появляется необходимость в изучении способов получения новых знаний, а для анализа и оценки различных методов – особое учение о методе, которое называется методологией.

На эмпирической, или опытной, стадии изучения природы главным образом используются методы, опирающиеся на чувственно наглядные приемы и способы познания. К ним относятся систематические *наблюдения*, *эксперимент* и *измерения*.

Наблюдения являются первоначальным источником информации. В науке наблюдения существенно зависят от теории. Ведь прежде чем наблюдать что-то, необходимо иметь какую-либо идею, предположение или догадку о том, что следует искать. Поэтому в науке редко бывают открытия, связанные со случайным, заранее не предусмотренным наблюдением. Систематичность, контролируемость и тщательность – характерные требования для наблюдения.

Эксперимент – важнейший метод эмпирического исследования, который специально ставится так, чтобы можно было наблюдать процессы и явления в условиях, не испытывающих влияния посторонних факторов. Явление изолируется от воздействия каких-либо несущественных факторов.

Многие естественные науки совершили гигантские скачки в своем развитии именно благодаря эксперименту (атомная и ядерная физика, молекулярная биология, химия и др.). Поэтому эксперимент получил наибольшее применение в естественных науках. В настоящее время он значительно усложнился как по технической оснащенности, так и по теоретическому обоснованию. Это нашло отражение в появлении теории планирования эксперимента и методах статистической обработки результатов.

Измерения не являются особым эмпирическим методом, а составляют необходимое дополнение любого серьезного научного наблюдения и эксперимента. В настоящее время для проведения измерений используется очень сложная техника, в том числе и компьютерная.

На теоретической стадии прибегают к абстракциям и образованию понятий, строят гипотезы и теории, открывают законы науки. Процесс исследования обычно начинается с выдвижения проблемы. Последняя свидетельствует о сложности развития науки, когда вновь обнаруженные факты не удается объяснить и понять с помощью старых теорий. Возникшая проблема или проблемная ситуация требуют четкого определения, какие факты и в чем не согласуются со старыми эмпирическими и теоретическими знаниями. В качестве пробного решения проблемы выдвигается гипотеза, которая на последующих стадиях исследования подробно анализируется с точки зрения ее подтверждения имеющимися эмпирическими данными и теоретическими знаниями. Затем из гипотезы по правилам логики выводятся следствия, которые допускают эмпирическую проверку непосредственно с помощью наблюдения и эксперимента. Эмпирическая проверяемость служит важным условием научности гипотезы, так как она допускает возможность вывода следствий из гипотезы и тем самым позволяет фактически сравнить ее с данными опыта или наблюдений. Если следствие из гипотезы не согласуется с эмпирическими данными, то отвергается сама гипотеза. Значительно труднее обстоит дело с подтверждением гипотезы, которое не всегда свидетельствует об истинности самой гипотезы, так как согласно правилам логики из истинности следствия не вытекает истинность самой гипотезы. Можно говорить лишь о той или иной степени вероятности гипотезы, так как при дальнейшей проверке могут быть обнаружены факты, опровергающие гипотезу целиком или частично. Чем больше фактов, подтверждающих гипотезу, тем выше ее вероятность. Но даже и в этом случае вполне возможно обнаружение фактов, опровергающих гипотезу. Так, закон всемирного тяготения Ньютона много десятков лет считался непреложной истиной, но с разработкой А. Эйнштейном (1879-1955) теории относительности его истинность была нарушена. Дальнейшие же эксперименты, проведенные в связи с проверкой общей теории относительности, выявили и ее приближенный характер.

Особое значение для понимания единства не только естественнонаучного, но и социально-гуманитарного знания имеют новые междисциплинарные методы исследования. Речь идет о системном методе, новой концепции

самоорганизации, возникшей в рамках синергетики, а также общей теории информации, впервые появившихся в кибернетике.

Кибернетика, возникшая около полувека назад, является одним из замечательных примеров междисциплинарного исследования. Она изучает с единой точки зрения процессы управления в технических, живых и социальных системах. Хотя конкретные процессы управления стали исследовать задолго до возникновения кибернетики, однако каждая наука при этом применяла свои понятия и методы, вследствие чего трудно было выделить наиболее фундаментальные принципы и методы управления. Для этого требовалось подойти к конкретным процессам управления с более общей, абстрактной точки зрения и применить современные математические методы исследования. Одним из результатов такого подхода явилось широкое использование математических моделей и применение компьютеров. Поскольку процесс управления связан с получением, хранением и преобразованием информации, постольку кибернетика дала мощный толчок и для развития теории информации. Кибернетика является одним из специальных видов концептуальных систем, исследующих разнообразные процессы управления. Отсюда естественно подходят к общему понятию системы и системного подхода.

При системном подходе объекты исследования рассматриваются как элементы некоторой целостности или системы, связанные между собой определенными отношениями, которые образуют структуру системы. В результате взаимодействия этих элементов общие, целостные свойства системы будут качественно отличаться от свойств составляющих ее элементов и не сводиться к их сумме. Такие свойства называют эмерджентными, или возникающими, поскольку они появляются или образуются именно в процессе взаимодействия элементов системы. Свойства системы как целого не сводятся к сумме свойств частей. Так, свойства воды как жидкости качественно отличаются от свойств образующих ее составных частей: молекул воды, кислорода и водорода. Кислород и водород в свободном состоянии представляют собой газообразные вещества, свойства молекулы H_2O отличаются от свойств вещества воды. Вещество $NaCl$ отличается по своим свойствам от молекулы $NaCl$. И таких примеров можно привести много.

Разные системы, встречающиеся в природе и обществе, имеют разное строение и характеризуются разными признаками. Так, химические системы отличаются от физических и биологических. Среди систем прежде всего можно выделить иерархически организованные системы, которые в своем составе содержат подсистемы различной степени общности и автономности. Особенности таких систем лучше всего можно понять на примере живых организмов, элементами которых служат клетки. Клетки образуют подсистемы, называемые тканями, которые, в свою очередь, составляют органы живого тела. Каждая из этих подсистем обладает относительной автономностью, но подсистемы низшего уровня подчинены системам высшего уровня. В целом же они составляют единый, целостный живой организм.

Для понимания процессов эволюции исключительно важное значение принимают междисциплинарные исследования, проводимые в рамках новой концепции самоорганизации, которая была названа синергетикой. Новые результаты, полученные в этой области, показывают необоснованность прежнего абсолютного противопоставления живых систем неживым и проливают новый свет на проблему возникновения живого из неживого. Эксперименты и теоретический анализ показывают, что при наличии строго определенных условий процессы самоорганизации могут происходить и в системах неорганической природы. Опираясь на эту концепцию, можно представить весь окружающий мир как самоорганизующийся универсум и тем самым лучше понять современную естественно-научную картину мира. Современная научная картина мира имеет своей предысторией постепенное накопление знаний в течение тысячелетий по мере развития человеческого общества.

2. КАК ЧЕЛОВЕК ПОЗНАВАЛ МИР

Земля и Вселенная. Смысл этих слов сегодня понятен каждому. Но слова эти существовали не всегда. На заре человеческой истории люди жили родами и племенами на обширных пространствах Европы, Азии, Африки. Они занимались коллективной охотой на крупного зверя, рыбной ловлей, собиранием плодов и кореньев.

Вопроса «что такое мир?» люди в то время просто не поняли бы. Их миром была та среда, в которой обитали данный род или племя, – с ее реками и лесами, пещерами и облаками... Недаром в ряде языков, в том числе и в древнерусском, слово «земля» некогда означало определенную географическую область или местожительство племени, народа. «О, Русская земля, ты уже за холмом!» – восклицает автор «Слова о полку Игореве», и мы понимаем, что речь идет не о земном шаре, а о районе расселения восточных славян. Мы до сих пор говорим: «Новая Земля», «Земля Мэри Берд» – и прекрасно понимаем, что это – определенные острова или районы.

А Вселенная? У этого слова тоже когда-то было иное значение. Оно является церковнославянским переводом древнегреческого слова «ойкумена» – область мира, освоенная человеком. Вслушайтесь: Вселенная, т.е. заселенная, обжитая часть. Значит, и в этом случае у древнего человека речь шла не обо всем мире, а только о той его части, которая известна и обжита человеком.

Способность ставить вопрос о мире в целом появилась у людей по-видимому очень давно – 10 или более тысяч лет назад. Из собирателя и охотника человек к этому времени стал земледельцем и ремесленником. Если вначале люди не выделяли себя из окружающей среды, считали, что их предками являются звери и птицы, растения, даже камни, то теперь, по мере развития сознания, человек стал сравнивать окружающую природу с самим

собой, со своим внутренним миром. Он одушевил природу, стал верить, что существуют души деревьев и ручьев, гор и морей, растений и животных.

Но сравнение явлений природы со свойствами и деятельностью человека имело далеко идущие последствия. Человек конечен, смертен. Он рождается и умирает. Он создает вещи, которых не было, и сам же их разрушает. Из бесформенного комка глины человек лепит сосуд. Из руды он выплавляет металл и придает ему форму – превращает в боевой топор или наконечник стрелы. Он обтесывает камни и складывает из них жилище. Он бросает в землю зерна, и получается колосющееся поле. Не является ли и все существующее вокруг нас результатом деятельности какого-то неведомого творца? Не этот ли творец однажды преобразовал бесформенное вещество природы и создал из него небо и землю, воду и воздух, растения и животных, наконец, самого человека? Так постепенно возникало представление о первоначальном мировом хаосе (беспорядке) и космосе (упорядоченной вселенной). Слово «космос» у древних греков употреблялось как в значении «порядок», «строй», «красота», так и «вселенная».

Но вот вопрос: кто превратил хаос в космос? Кто же все-таки создал мир? Ответ на него древние люди нашли в фантастическом представлении о всемогущих богах, которые творят мир и управляют им.

Мы не будем здесь останавливаться на вопросе о возникновении веры в богов – это увело бы далеко в сторону. Скажем только, что главную роль в укреплении религиозной веры в богов-вседержителей сыграл первоначально страх людей перед таинственными силами природы, а затем и силами социальными, перед неограниченной властью земных владык, стоявших во главе первых государств, возникших на Земле, когда с первобытным равенством людей было давно покончено. Одни господствуют, другие им подчиняются. Одни правят, другие на них работают. Земной владыка, окруженный приспешниками, одним своим словом может изменять судьбу многих тысяч смертных, начинать войну и заключать мир, казнить и миловать. Такая власть одного человека была непонятна, она поражала и заставляла трепетать. В результате среди всех богов люди стали выделять одного – верховного владыку неба и земли, способного силой слова творить и преобразовывать мир.

Помните, в Библии: «И сказал бог: да будет свет. И стал свет. И увидел бог свет, что он хорош, и отделил бог свет от тьмы. И назвал бог свет днем, а тьму ночью. И был вечер, и было утро: день один» (Бытие. 1:3-5). В более ранних мифах боги, создавая мир, трудятся физически, а не словесно. Например, в одном из египетских мифов бог Шу отделил богиню неба Нут от бога земли Геба и поднял ее над собой, превратив в небесный свод. Сохранился древний рисунок, изображающий это «событие». В другом мифе, созданном жителями Шумера, говорится о том, что бог неба праотец Ану и богиня земли Ки были неразрывно соединены друг с другом, пока их старший сын Энлиль не надрезал медным ножом края небосвода, отделив навсегда небо от земли. Этот миф очень напоминает рассказ о сотворении мира у народа маори, обитающего на островах Тихого океана. По представлениям маори,

отделение неба от земли производит бог растительности Тане, подпирающий небо своими ветвями.

Конечно, эти сказания фантастичны. Но они позволяют нам узнать, как, по представлениям древних, устроен тот мир, который создают боги, какой вид имеет созданная богами Вселенная.

Первоначально небеса изображались весьма похожими на земной мир. Древние египтяне, например, когда-то считали, что небо – плоская равнина между холмами, через которую течет небесный Нил. Бог солнца Ра ежедневно путешествует по небу в своей солнечной ладье, как египтянин по земному Нилу. В гробницу фараона ставили поэтому огромную пятивесельную ладью, на которой земной царь должен был после смерти подняться на небо, к богу.

Древние вавилоняне долгое время верили, что небо представляет собой четырехугольный шатер с подвешенными к его нижней, обращенной к земле части лампами – звездами. Только после изобретения колеса небо, по представлениям древних вавилонян, превратилось в круглый свод, медленно поворачивающийся на своей оси.

А вот свидетельство Библии: «И сказал бог: да будет твердь посреди воды, и да отделяет она воду от воды... И создал бог твердь, и отделил воду, которая под твердью, от воды, которая над твердью. И стало так. И назвал бог твердь небом... И сказал бог: да соберется вода, которая под небом, в одно место, и да явится суша. И стало так... И назвал бог сушу землею, а собрание вод назвал морями... И сказал бог: да будут светила на тверди небесной... для отделения дня от ночи, и для знамений, и времен, и дней, и годов; и да будут они светильниками на тверди небесной, чтобы светить на землю. И стало так... И поставил их бог на тверди небесной...» (Бытие.1: 6-10, 14-15, 17).

В библейском рассказе, как видим, не говорится, из чего была изготовлена небесная твердь. В шумерской легенде о сотворении мира есть намек на то, что она была сделана из олова. Слово «аннаку», которым шумеры называли олово, прямо указывает, как считают ученые, на связь его с именем бога неба Ану. Объяснение этого обстоятельства довольно просто. Жители долины Двуречья находили оловянную руду в горах, окружающих Месопотамию. Высоко ценя этот металл, необходимый при выплавке бронзы, они сделали вывод, что кусочки олова - не иначе как обломки блестящего небесного свода.

У древних египтян небесный свод считался железным. Слова «биа ен пет», служившие для обозначения железа, буквально означают «небесная руда», т.е. руда, упавшая с неба. Дело в том, что древние египтяне познакомились с железом, представлявшим большую редкость в долине Нила, благодаря метеоритам, действительно упавшим с неба.

Современного человека поражает прежде всего само возникновение представления о какой-то небесной тверди, к которой прикреплены светила и которая отделяет некие «верхние» воды от «нижних». Чтобы понять это представление, надо выяснить, что было действительно известно нашим далеким предкам о мире.

Прежде всего, каждодневный опыт учил людей, что известная им часть мира имеет вид плоскости, постепенно возвышающейся к середине. Об этом говорило то, что где бы ни находились люди, поверхность земли плавно уходила вниз, за горизонт. Поэтому в большинстве древних космогонии земля имеет вид выпуклого диска или горы. В любом направлении за известной частью мира находились страны мало изведанные, а еще далее – и вовсе не изведанные. Но здравый смысл подсказывал, что, поскольку люди живут в центре мира, на самой возвышенной его части (а это ведь казалось всем людям, где бы они ни обитали), мир не может распространяться во все стороны бесконечно, неизведанные земли должны где-то кончиться. У большинства народов существовало поэтому представление о Мировом океане, омывающем мир.

Повседневные наблюдения говорили также, что земля неподвижна и, кроме земного мира, не может быть ничего сущего. Небесная сфера, или твердь, была при этом необходима, чтобы объяснить, откуда берется вода, падающая с небес в виде дождя, града или росы, и почему она все-таки не заливают землю. Представление о небесной тверди хорошо подкреплялось падением «небесных камней» – метеоритов.

Изо дня в день, из года в год человек убеждался на опыте, что солнце, луна, планеты и звезды движутся по небу, восходят на востоке и заходят на западе. Но если уж сложилось представление о небесной тверди, не было ничего проще как прикрепить их к этой сфере и заставить двигаться вместе с ней. Для опровержения такого взгляда нужно было, по крайней мере, представить себе истинные размеры Земли и других небесных тел, их взаимные расстояния, понимать, что такое относительность движения и в чем состоит природа тяготения. Все это было книгой за семью печатями для науки того времени.

Астрономия – одна из самых древних наук. Еще на заре человечества охотники искали дорогу к своему стойбищу, ориентируясь по звездам. Большой толчок к изучению небесных явлений дал переход людей от собирательства и охоты к земледелию и скотоводству. Сроки перегона скота и получения приплода определялись прежде всего по фазам луны. Сезоны в земледелии связывались с высотой солнца над горизонтом, с годовыми изменениями положения звезд на небе.

Так повседневные производственные нужды людей оказались тесно связаны с расположением небесных светил. Но объяснить научно эту связь человек в ту пору был еще не в силах. Поэтому он стал поклоняться солнцу и луне, планетам и звездам как могущественным и прекрасным богам. Религия тесно переплелась с наблюдательной астрономией, возникли так называемые «астральные», т.е. звездные, культы. И такие процессы совершались тех территориях нашей планеты, где люди переходили к оседлому образу жизни.

Историки древнего мира говорят, что уровень, достигнутый древней астрономией, был очень высок. Это верно. Но нельзя забывать, что астрономия была в ту пору чисто описательной наукой, бессильной что-либо

противопоставить религиозным представлениям об устройстве мира. От нее была совершенно скрыта действительная природа изучаемых ею явлений. Древние астрономы, например, знали множество созвездий, могли рассчитать время захода и восхода луны, солнца, планет, наиболее крупных звезд, предсказывать солнечные и лунные затмения и т.п. Но при этом они совершенно ничего не знали (и не могли знать) о том, что представляют собой Земля, планеты и звезды, какое действительное положение занимают они во Вселенной.

Поэтому размышления древних о природе небес строились главным образом на домыслах, обрастали фантастическими, часто религиозными образами. И не случайно, что в древнем мире наблюдением неба занимались, как правило, жрецы, служители религиозного культа.

Вселенная древних была очень маленькой и тесной. И это не удивительно: ведь люди, создавая свои представления о ней, не имели другого масштаба, кроме земного. Таким образом, древние представления о масштабах мира на деле показывают, как узок был мир практики в то время. У древних греков был миф о том, что когда бог огня Вулкан уронил на землю свою наковальню, она летела целых девять дней. Подсчеты, основанные на законах свободного падения тел, показывают, что небо древних греков находилось, если верить приведенной легенде, чуть дальше орбиты Луны – там, где, с нашей точки зрения, Вселенная только начинается.

Но именно древние греки сделали первые шаги к правильному пониманию мира. Они порвали с религиозными мифами и впервые попытались понять устройство и масштабы мира с позиций науки. Исходные данные для этого они получили из путешествий и наблюдений.

Древнегреческий математик Пифагор (VI-V в. до н.э.), много путешествовавший, первым высказал мысль о шарообразности Земли. Философ Аристотель (IV в. до н. э.) доказывал, что Земля – шар, ибо в южных странах на небе появляются новые созвездия, не видимые в северных, а чем дальше мы двигаемся к северу, тем все больше появляется на небосводе незаходящих звезд. Он ссылаясь также на то, что во время лунных затмений тень от Земли имеет на лунном диске круглую форму. Спустя много столетий во время кругосветного плавания Магеллана это доказательство шарообразности Земли вернуло мужество его морякам, которые, находясь почти три месяца в водах Тихого океана, пришли в отчаяние, думая, что никогда уже не вернутся домой и не увидят суши.

Древнегреческий историк Геродот рассказывал услышанную им во время посещения Египта легенду о путешествии финикийцев вокруг Африканского континента. Геродот не поверил легенде, так как в ней утверждалось, будто, огибая Африку с юга и плывя с востока на запад, путешественники видели солнце в полдень с правой стороны, т.е. на севере! «Этого не может быть!» – восклицает Геродот, хотя, с нашей точки зрения, такой рассказ был лучшим доказательством пребывания финикийцев в Южном полушарии.

Постепенно идея о том, что Земля – шар, висящий в пространстве и ни на что не опирающийся, все шире распространялась среди античных

мыслителей. Архимед писал: «Аристарх Самосский... полагает, что неподвижные звезды и Солнце не меняют своих мест в пространстве, что Земля движется по окружности вокруг Солнца, находящегося в ее центре».

Наконец, за 300 лет до нашей эры географ Эратосфен путем остроумного опыта попытался определить подлинные размеры земного шара. Заметив, что в день летнего солнцестояния в городе Сиене (теперь Асуан) солнце стоит в зените и поэтому освещает дно самого глубокого колодца, он измерил угол падения солнечных лучей в тот же день в Александрии. Зная расстояние между этими городами, Эратосфен легко вычислил длину окружности земного шара. Его расчеты оказались близки к современным.

Так шаг за шагом двигались люди к разгадке тайны мироздания. Однако на этом пути у них были два серьезных препятствия. Во-первых, люди не имели необходимых для наблюдения небесных тел приборов. Во-вторых, успехи античной науки были на много столетий приостановлены возникновением христианства.

Еще в древнегреческой философии возникло течение, резко противопоставлявшее небесное и земное. В то время как великий материалист древности Демокрит (V-IV вв. до н.э.) развенчивал веру в богов и отрицал божественность небесных светил, Платон (V-IV вв. до н.э.), философ-идеалист, говорил, что астрономия изучает на небе идеальный мир, соответствующий достоинствам обитающих там богов. Платон учил, что все небесные светила прикреплены к хрустальным сферам и движение их равномерно и совершенно. Все небесное, по учению Платона, вечно и неизменно. Это представление поддерживал и ученик Платона Аристотель. Он считал, что земной мир состоит из четырех элементов – огня, воздуха, воды и земли. Но этот изменяющийся «подлунный» мир простирается только до луны, за которой расположен мир совершенный и неизменный, где господствует пятый элемент – невесомый эфир. Латинское название пятого элемента – квинтэссенция – и до сих пор сохраняется в нашем языке как символ чего-то самого главного в каждой вещи, явлении.

Представления Платона и Аристотеля оказали сильное влияние на картину мира, созданную греческим астрономом Птолемеем во II в. до н.э. Птолемей пытался объяснить видимые движения по небосводу планет Солнечной системы – Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна. Как теперь известно, путь этих светил на нашем небе приобретает сложный вид потому, что мы наблюдаем их, сами находясь в движении вокруг Солнца. Два движения складываются и дают сложную видимую кривую. Птолемей же считал, что Земля находится в центре мира и не может двигаться. Поэтому он придумал сложную схему, согласно которой Солнце оказывается на третьем месте от Земли, а каждая планета движется не только вокруг Земли, но еще и по дополнительным орбитам (эпициклам), объясняющим видимые пути планет на земном небе.

Система Птолемея легла в основу христианской космологии. По учению христианской церкви, человек – царь природы. Ради него созданы Земля и Солнце, небеса и преисподняя. Но мир, окружающий нас, – мир временный,

необходимый только для того, чтобы человек мог очиститься от лежащего на нем греха. После смерти праведник переходит в иной, лучший, скрытый от наших глаз «духовный» мир, а грешник попадает в подземный ад. Поэтому в центре мира находится жилище человека – Земля, за ней следуют сферы Солнца и планет, далее расположена сфера неподвижных звезд, а еще дальше переводвигатель – начало, управляемое богом и приводящее небесные сферы в движение.

Христианская церковь господствовала в средневековом обществе, освящая феодальное угнетение и власть одних людей над другими. Систему земных отношений она перенесла на небеса. К каждой планетной сфере, по учению церкви, прикреплены разного рода «небесные силы»: серафимы, херувимы, архангелы; низший разряд небесного воинства – ангелы – отвечал за движение Луны.

Так, по мнению людей, выглядели небеса на протяжении многих лет господства христианской веры. Христианская космология, как и древние системы мира, не соответствовала действительности, но она хорошо отвечала религиозному представлению о мире и предназначении в нем человека, а благодаря птолемеевским эпициклам долгое время удовлетворяла практические потребности и не очень сильно расходилась с наблюдениями.

Рассмотренные нами этапы представлений человека о Земле и Вселенной являлись, таким образом, смесью наблюдений и домыслов. Небесный мир строился поэтому или по прямой аналогии с земным, или в прямом противопоставлении ему.

Но наука не может опираться только на здравый смысл, ограничивающийся рамками каждодневной обыденности. Она утверждает, что мир бесконечен в своих масштабах и свойствах, и то, что оказывается, бесспорно, правильным в окружающем человека земном шаре, неприменимо в мире мельчайших частиц материи - молекул и атомов или в мире бесконечно больших космических тел - звезд и галактик. Наблюдение и опыт, научные эксперименты, в конечном счете, общественная и производственная практика – вот единственно верные средства отличить истину от заблуждения, говорят ученые. Только эти средства могут подтвердить или опровергнуть смелые предположения человеческого разума.

Система Птолемея была поставлена под сомнение польским математиком и астрономом Николаем Коперником (1473-1543).

Выдающийся мыслитель, Николай Коперник в течение более чем 30 лет разрабатывал идею гелиоцентрической картины мира (от греческого «Гелиос» – «Солнце»), в соответствии с которой Земля оказывается рядовой планетой, в числе прочих обращающейся вокруг центрального светила – Солнца. Коперник решительно отбросил былые предрассудки о том, что Земля является центром мира и центром тяжести, вокруг которого якобы должны двигаться все небесные тела.

Трактат Коперника «Об обращении небесных сфер» вышел в свет лишь незадолго до его смерти, в 1543 г. Он произвел настоящий переворот в представлениях ученых о Вселенной. Коперник доказывал, что не Вселенная

движется вокруг неподвижной Земли, а, наоборот, Земля перемещается в космическом пространстве. Провозглашая идею относительности движения, великий польский ученый поставил вопрос о том, что видимое нашим взором должно быть понято с учетом движения того тела, откуда ведется наблюдение.

Но идеи Коперника были поначалу только гипотезой, не доказанной фактами. Ведь и в XVI в. астрономия не обладала приборами, способными помочь человеку постичь природу небесных тел. Все известные тогда астрономические инструменты имели значение для наблюдательной астрономии, помогали изучать видимые движения и положение звезд и планет на небосклоне. Эти наблюдения в конце концов тоже сыграли свою роль в создании подлинной картины мира, но они не могли рассказать людям об устройстве, размерах небесных тел и масштабах Вселенной.

Гипотеза Коперника противоречила христианскому учению о месте человека в мире. Она подрывала ту древнюю картину Вселенной, которая была закреплена в Священном писании (Библии). Однако до тех пор, пока гипотеза не была доказана, церковь не особенно тревожилась. Решительная борьба против коперниковских идей началась лишь после того, как итальянский ученый Галилео Галилей (1564-1642) направил в небо увеличительную трубу собственной конструкции.

Случилось это в конце 1609 г. Труба Галилея была, по сегодняшним представлениям, совсем маленькой: она увеличивала всего в 30 раз. Но открытия, сделанные Галилеем в течение нескольких месяцев, опрокинули все имевшиеся у людей представления о мире, его масштабах и устройстве.

Прежде всего оказалось, что небеса состоят из таких же материальных объектов, как и Земля: на Луне обнаружили горы, «моря» и долины; на Солнце – этом символе божественной чистоты – пятна (как теперь известно, возмущения солнечной атмосферы, создающие вихри на ее поверхности); Млечный Путь распался на бесчисленное множество отдельных звезд и т.д. Оказалось также, что неверна и теория о тяготении всех небесных тел к центру мира – Земле. Уже при первых наблюдениях Галилей обнаружил, что вокруг планеты Юпитер движутся четыре спутника и что, следовательно, во Вселенной помимо Земли могут быть другие центры притяжения.

Наблюдения Венеры обнаружили, что она проходит, подобно Луне, смену видимых фаз, приобретая вид то узкого серпика, то полного диска. Это было прямым доказательством ее обращения вокруг Солнца.

Так за несколько месяцев рухнула под ударами новых фактов вся средневековая картина мира. Недаром Галилея, совершившего этот научный подвиг, современники прозвали «Колумбом Вселенной». Отстаивая старые представления, церковь потребовала от Галилея, чтобы он отказался от «коперниканской ереси». Ему было запрещено заниматься астрономией. Кроме того, за Галилеем был установлен пожизненный надзор. Однако движение науки инквизиция не могла уже остановить. Новые открытия следовали одно за другим, и процесс этот, раскрывающий перед изумленным человеческим взором всю необъятную Вселенную, продолжается и сейчас. Таким образом, изучение мира, окружавшего человека, привело к расширению

его знаний о природе, к созданию целой системы наук, изучающих природу, к созданию естествознания.

Естествознание – система наук о природе, совокупность естественных наук, взятая как единое целое. Естествознание – одна из трёх основных областей человеческого знания (вместе с науками об обществе и мышлении). Предметом естествознания являются различные виды материи и формы их движения, проявляющиеся в природе, их связи и закономерности, основные формы бытия. Слово «естествознание» представляет собой сочетание двух слов – «естество» (природа) и «знание». В настоящее время под естествознанием понимают формализованное (физико-математическое) и неформализованное содержательное (например, биология, химия, география), конкретное (например, антропология) естествознание, т.е. точное знание обо всем, что действительно есть во Вселенной или, возможно, есть во Вселенной. Это знание часто можно выразить в виде математических формул.

По своему содержанию и по методу изучения явлений природы естествознание может быть разделено на эмпирическое и теоретическое, а по характеру своего объекта – на неорганическое и органическое. Неорганическое естествознание имеет своим предметом механические, физические, химические и иные явления. Органическое естествознание своим предметом изучения имеет явления жизни, или живую природу. Конечно, такое деление естествознания является довольно условным, так как достаточно сложно разделить неорганические и органические вещества, то есть вещества, относящиеся к живой и неживой природе.

Таким делением определяется внутренняя структура естествознания, классификация наук. В середине XIX в. целым рядом естествоиспытателей и философов, среди которых были Ф. Энгельс и химик Ф. Кекупе, на основе тщательного изучения истории развития естественных наук были выдвинуты идеи об иерархии наук в форме четырех последовательных ступеней: механика, физика, химия, биология. В настоящее время науки о природе (или науку о природе) подразделяют на такие более или менее самостоятельные разделы, как физика, химия, биология, психология. Механика включена в физику. Среди наук о природе появилась психология.

Физика имеет дело не только со всевозможными материальными телами, но и с материей вообще. Химия имеет дело со всевозможными видами субстанциональной материи, т.е. с различными веществами. Биология – со всевозможными живыми организмами. Психология изучает различные разумные существа. Но это деление достаточно условно, так как систематически возникают междисциплинарные проблемы, которые решают пограничные дисциплины (биофизика, биохимия, психофизика, физическая химия и т.д.).

Далее идет переход к общественным наукам и наукам о мышлении. Вся история естествознания показывает основу, на которой оно находится. Это логически обоснованная математика. Без математики невозможно решить

никакие проблемы естествознания. Особенно эффективна математика при системном подходе к изучению природы.

Между естественными и социальными науками располагаются технические науки (включая сельскохозяйственные и медицинские). Дифференциация наук и их интеграция в процессе развития человеческого общества привели к возникновению новых наук (квантовая механика, ядерная физика, биохимия, бионика, геохимия, космохимия и др.). Особое место занимает кибернетика, представляющая собой раздел технических и математических наук, но глубоко проникающая в другие естественные и общественные науки. Естественные науки вместе с науками о человеке и обществе являются составными частями общечеловеческой культуры. Известны многие литературные произведения, внесшие вклад в развитие естествознания. Такими являются диалоги древнегреческого философа Платона (428-348 гг. до н.э.), поэма «О природе вещей» Тита Лукреция Кара (1 век до н.э.), «Естественная история» Ж. Бюффона (1707-1788), труды М.В. Ломоносова.

Гуманитарные науки, литература, искусство, религия сильно влияют на развитие естественных наук, на формирование мировоззрения естествоиспытателей. Ниже, на схеме приведено соотношение между сферами науки, искусства, религии, образующими то, что называют культурой. Но жизнь протекает не только в рамках культуры. Область естественных наук рациональна, построена на строгом анализе и синтезе знаний, независимо от объекта исследования. Но и в ней проявляются такие качества или понятия, как интуиция, умение предсказывать явления или события, основываясь на мельчайших деталях. Наиболее ярко проявляется интуиция у профессионалов высокого класса.

Сфера искусства опирается на эмоциональное восприятие мира, но и здесь необходимо и знание свойств предмета и интуиция т.д.

Во взаимодействии науки, технологии, литературы, искусства возникают новые виды искусств. Так возникло книгопечатание, радио, кино, телевидение, компьютерная графика и др.

Каждый предмет природы является сложным образованием, т.е. состоит из каких-либо частей. Так, вещество может состоять из молекул, молекулы – из атомов, атом – из нуклонов и электронов, нуклоны или антинуклоны – из кварков или антикварков. Кварки в свободном состоянии не существуют и уже не имеют отдельных составных частей. Но по современным космологическим представлениям потенциально могут содержать в себе целые квазизамкнутые макромилы, имеющие собственные составные части. И это можно повторять до бесконечности. В этом состоит макромикросимметрия Вселенной, или циклическая замкнутость ее структур.

Аналогично и естествознание как система наук о природе состоит из основных частей, последовательно вложенных друг в друга: космология, физика, химия, биология, психология. Кроме того, естествознание включает в себя многие другие, более частные естественные науки (астрономию, географию и др.).

Химия, имеющая своим непосредственным основанием физику, сама является основанием биологии и оказывается характерным ключевым примером для последовательного развертывания всего естествознания по магистральному восходящему пути от исходной физики до психологии. Психология, занимая высшее место, потенциально циклически замыкается с исходной физикой:



Эти основные естественные науки резонно располагать на схеме не только по логическим этапам или по историческим эпохам их последовательного формирования, но и по характерным для данных наук значениям некоторой меры сложности M , которая для физики, химии и биологии принимает последовательные целочисленные значения $M = 0, 1, 2$. В пределе (для психологии) снова принимает нулевое значение $M = 0$. Искомая мера сложности, или так называемая мультиплетность M , имеет вполне определенный смысл и на самом деле принимает именно такие циклически замыкающиеся значения $M = 0, 1, 2, 0$ для однотипных по своей симметрии и дедуктивно определяемых по надлежащей математической индукции систем фундаментальных структурных элементов материи на всех четырех основных уровнях ее естественной самоорганизации: физическом (лептоны, кварки, антикварки), химическом (атомы), биологическом (аминокислоты, нуклеотиды) и психологическом (типичные разумные индивидуумы с характерными ментальными комплексами).

Надо подчеркнуть, что M – это не массив информации, которым располагает наука. Это уровневая величина, указывающая на уровень, занимаемый той или иной наукой. Исходное положение $M = 0$ для физики и совпадающий с ним предельный уровень $M = 0$ для психологии означают базисный, фундаментальный уровень этих наук в системе естествознания. Они оперируют минимальным числом принципов и законов природы, но принципов и законов наиболее общих, универсальных, причем взаимосвязанных друг с другом. Ведь все неисчерпаемое разнообразие природы основывается на фундаментальных физических принципах и на неразрывно связанном с ними столь же фундаментальном для космологии антропном принципе.

В каких же случаях совокупность частей может составлять нечто целое, а в каких нет?

Какие свойства должна иметь совокупность естественных наук, чтобы она могла рассматриваться как целое? Решение этого вопроса можно найти в системном подходе, или системном анализе изучаемых объектов. Суть системного подхода легче понять, рассматривая развитие химии в первой половине XIX в. В 1830-х гг. шведский химик И.Я. Берцеллиус выдвинул электрохимическую теорию химической связи, согласно которой молекулы образуются из атомов за счет электростатического притяжения разноименно

заряженных атомов или атомных групп. Так, например, хлорид натрия образуется при притяжении положительно заряженного натрия и отрицательно заряженного хлора: Na^+Cl^- . При этом каждый из этих элементов может существовать самостоятельно. Или сульфат натрия Na_2SO_4 состоит из двух оксидов Na_2O и SO_3 , которые за счет электростатического взаимодействия образуют данную молекулу. И в этом случае оба оксида могут существовать самостоятельно.

Но в 40-х гг. XIX в. крупнейший французский химик Шарль Жерар установил, что теория Берцеллиуса может быть применена только к редким примерам построения молекул. В подавляющем большинстве молекулы состоят из атомов и атомных групп, так прочно связанных, что их самостоятельное существование без существенного изменения их качественного состояния невозможно. Распад молекул на части приводит к качественно новым веществам. Так, метан CH_4 , теряя только один атом водорода, превращается в радикал метил, который в свободном состоянии существовать не может и образует этан: $\text{CH}_3 + \text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$. При потере двух атомов водорода образуется метилен CH_2 , также не существующий в свободном состоянии и образующий этилен C_2H_4 .

Молекулу Жерар назвал унитарной системой. Ученый также показал, что существует два вида множеств: множество суммативное, или аддитивное (полученное путем простого сложения) и множество системное, или просто система. В отличие от аддитивного множества, система представляет собой такое множество элементов, в котором все элементы не только тесно взаимосвязаны друг с другом, но влияют друг на друга и качественно преобразуют друг друга. Жерар привел убедительные примеры, подтверждающие это положение. Так, один и тот же элемент водород в составе различных молекул проявляет себя в совершенно различных качествах. В молекуле водорода он нейтрален и очень прочно связан со вторым атомом водорода: энергия связи Н-Н равна 432 кДж/моль. В молекуле бромистого водорода HBr водород представляет собой положительно заряженный катион H^+ , и энергия связи Н-Br составляет 358,9 кДж/моль. В гидриде натрия NaN водород является отрицательно заряженным ионом H^- , и энергия связи Na-H составляет всего 196,7 кДж/моль. Таким образом, включая один и тот же элемент, система делает его различным в зависимости от связанных с ним партнеров.

Открытие Жерара заинтересовало философов, которые с его помощью нашли объяснение диалектическому закону перехода количества в качество, или переходу количественных изменений в качественные. Сколько бы мы ни прибавляли камней к куче таких же камней, качество камней не изменится. Совсем другое дело наблюдаем в системе. Атомарный кислород O имеет одни свойства, молекулярный кислород O_2 имеет другие свойства, а озон O_3 имеет свойства, отличные от двух предшествующих. Следовательно, изменение качества под влиянием количественных изменений может происходить только в том случае, если объект имеет системный характер.

Таким образом, система – такая совокупность элементов, в которой существуют их взаимное влияние и качественное взаимное преобразование. Система представляет единое целое, из которого нельзя отнять ни одного элемента, не изменив при этом качества всего целого.

Участвуя в выработке естественно-научной (или физической) картины мира, естествознание своей теоретической частью (понятия, категории, законы, теории, гипотезы), а также разработкой приёмов и методов научного исследования тесно примыкает к философии. Оно влияет непосредственно на развитие философии, закономерно обуславливает смену форм материализма в зависимости от создающих эпоху естественно-научных открытий. С другой стороны, естествознание тесно связано с техникой и процессом производства. Тем самым естествознание выступает как своеобразная непосредственная производительная сила.

Общий ход развития естествознания – от непосредственного созерцания природы (в древности), через её аналитическое расчленение (XV-XVI вв.), закреплённое и абсолютизированное, к синтетическому воссозданию картины природы в её всесторонности, целостности и конкретности (XIX-XX вв.). В центре современного естествознания до середины XX в. стояла физика, нашедшая способы использования атомной и ядерной энергии, проникшая в области микромира, вглубь элементарных частиц. Физика стимулировала развитие других областей естествознания – астрономии, космонавтики, кибернетики, химии, бионики, биологии и др. Физика вместе с химией, математикой и кибернетикой помогает молекулярной биологии решать теоретические и экспериментальные задачи искусственного биосинтеза, способствует раскрытию материальной сущности наследственности. Физика помогла познанию природы химической связи, решению проблем космогонии и космологии.

В современном естествознании начинает лидировать уже не одна физика, а целая группа наук (молекулярная биология, информатика, микрохимия). Всё возрастающая роль естествознания в жизни общества особенно сказывается в современной научно-технической революции.

3. СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Современная наука представляет собой целостный динамически организованный и саморазвивающийся организм. Вместе с социально-практической основой происхождения и развития науки, с ее приложениями на практике в ней сильны также и тенденции собственной эволюции, продиктованные внутренними причинами. Такое совершенствование наук влияет как на научно-технический прогресс, так и на социальный. Традиционно принято считать, что наиболее активно на социальный прогресс влияют общественные науки, а естествознание – лишь на научно-технический прогресс. Вместе с тем современный уровень состояния естествознания, обретение им более глубоких взаимосвязей с другими науками, прямое

и опосредованное влияние на динамику производительных сил позволяют и ему включиться в решение общесоциальных задач. Наряду с материальным эффектом от применения достижений естествознания и математики образуется и другой, не менее значимый эффект, о котором писал известный физик В. Гейзенберг: «Само по себе... требование тщательности и трезвости (идушее от естествознания) уже принадлежит к упорядочивающим силам нашей эпохи».

Уровень развития производительных сил, особенно их характер, зависит, разумеется, не только от естествознания, но прежде всего от способа социального устройства, а нередко и от взглядов, формируемых господствующей идеологией. Однако и идеология, даже способная «очищаться» от субъективистских наслоений, не может не считаться с достижениями и прогнозами в области исследования производительных сил, с набором сконструированных и конструируемых наукой идеальных объектов, операций, отношений, которым предстоит так или иначе превратиться в реальность «второй» природы, в формы и типы искусственной среды обитания человека.

Стихийная стадия динамики производительных сил, первоначально выступающая в качестве определяющей, в условиях усиления субъективного фактора общественно-исторического процесса, оказывается все более подчиненной сознательной стадии, хотя и не всегда способной контролировать действие первой. Это естественно и, видимо, неустранимо, поскольку сознательное всегда диалектически дополняется подсознательным или преломляется в нем, а действительное как реализованное возможное вынуждает объективный процесс идти чаще всего по одному пути, отсекая при этом, как показывает история, не всегда самые неудачные варианты. Подобно тому, как, по Ф. Энгельсу, столкновение множества интересов, поступков людей рождает равнодействующую, иначе говоря, объективную социальную статистическую закономерность, так и действие сознательного фактора, сопряженного с бессознательным, а также с объективной неопределенностью, вносящей свои коррективы в создаваемый процесс, вызывает и некоторый отход от планируемых результатов, приводит к итогу, сплавленному из необходимого и случайного, подчиненному рациональному замыслу и не контролируемому им.

Однако положение дел при реализации народнохозяйственных, социальных и других планов, когда элемент стихийного неустраним, не является все-таки безнадежным. На помощь в борьбе со стихийностью, с целью поисков способов эффективного ее предвидения и контроля, приходят естествознание и математика. Вместе с принципиальным общим подходом к необходимости и случайности, характерным для научной философской их интерпретации, обретают значимость частнонаучные и общенаучные концепции, выросшие из этих наук. Речь идет, прежде всего, о теории вероятности, которая благодаря механике, физике, кибернетике, биологии обрела широкие приложения. Вероятностный подход, распространенный в естествознании, постепенно стал проникать в гуманитарные науки и практику, позволил придать статус научности статистике, прогнозированию,

проектированию, выявить некоторые основания для ориентации ученых и практиков в трудных или вовсе неопределенных ситуациях. Этот же подход внес коррективы и в философское понимание случайности. В сфере развивающейся науки статистические закономерности оказываются более масштабными и чаще привлекают к себе внимание исследователей, чем динамические. Всё это приводит к тому, что использование данного подхода в планировании социальных процессов сделает значимой поправку на их неопределенность, поможет точнее конструировать в них то, что по сути своей рукотворно.

Осознание того факта, что социальный и научно-технический прогрессы в настоящее время тесно связаны, взаимозависимы, помогает увидеть возрастающее влияние естествознания на социальный прогресс, на качество общественного устройства. Особенно это заметно на примерах решения проблем планирования, проектирования, экологии и др. Наиболее значимые, эффективные теоретические подходы к разрешению экологического кризиса, использование естественнонаучных концепций, математического эксперимента приводят к выводу о необходимости согласованного действия социальной и научно-технической компонент при построении любого общества.

При проектировании оптимальной структуры общества необходима более тесная связь между философами, управленческим аппаратом, экономистами и всех их вместе – с естествоиспытателями, кибернетиками, экологами, представителями общенаучного системно-структурного подхода.

Более того, «подсказка», идущая от кибернетики, теории систем, информатики, теории управления, опирающихся на математику, оказывается значительно эффективнее и онтологически предпочтительнее, чем другие, поскольку основывается на научном прогнозировании, конструировании, предвидении. Разумеется, нельзя отрывать естественнонаучный подход от гуманистических целей общественного развития, формирование которых в значительной мере зависит от гуманитарной сферы знания и деятельности. Однако и такие цели должны соизмеряться с объективными возможностями, иначе не избежать социальных утопий и деформаций как существующих, так и искомых общественных устройств.

Тем самым, плодотворное исследование и решение наиболее сложных и актуальных проблем строительства любого общества не может обойтись без широкого применения естествознания и математики, а собственно естественнонаучные проблемы не могут быть свободными от социальных задач, социальных условий бытия любой науки и научных сообществ. Поэтому наиболее важные результаты достижимы на пути интеграции всех наук.

Естествознание как система наук о природе в своем развитии претерпело ряд модификаций. Исторически разным предстает его объект, хотя это всегда природа. Различна и историческая роль этой системы в динамике взаимосвязи науки и практики. Современное осмысление естествознания предполагает выявление способов функционирования; структурного, предметного, методологического оснащения; а также эволюционной динамики его

концепций, исторических и логических взаимопереходов отражательных и конструирующих возможностей. Выбор наиболее актуальных вопросов для исследования зависит и от оценки роли внутренних механизмов в прогрессе отмеченного блока знаний или отдельных его дисциплин, и от сопряженных с ними внешних факторов. Развиваясь вначале под влиянием требований промышленности, данный блок обрел затем относительную самостоятельность, способность опережающего отражения запросов производства, определенный конституирующий статус в развитии производительных сил, в формировании «лика» цивилизации.

Материальный мир, взятый во всем многообразии, со стороны локальных и глобальных, частных и общих характеристик, назовем объектом естествознания. Это определение охватывает и общество, хотя отвлекается от его специфики. Исследуя главным образом материальную сторону общества, естествознание вступает в отношения с рядом гуманитарных дисциплин, с техническими науками. Участие естествознания в изучении общества позволяет говорить об объектном единстве общественных, естественных и технических наук.

Естествознание сегодня вплотную подошло также к исследованию святыня философии и психологии - к сознанию. Именно эта область считалась ранее недоступной наукам о материальном мире, поскольку материя и сознание представлялись лишь как исключаящие друг друга противоположности. Между тем, диалектическое понимание данных противоположностей состоит в признании их единства, взаимозависимости. В частнонаучном познании они выступали как «пересекающиеся», недоступные одной и той же специальной дисциплине. В настоящее же время идут поиски физико-биологических, даже физических оснований существования сознания.

От возможной квантовой «составляющей» человеческого организма (наряду с его социальной и биологической основой) может зависеть изменение импульса и энергии элементарной частицы в данном организме, что ведет к редукции волнового пакета и изменению вероятности результатов проведенного измерения. Тем самым явления, связанные с сознанием, при некоторых условиях ведут себя подобно физическим полям и в то же время могут существенно отличаться от них, представлять собой некую новую – отличную от частиц и полей – физическую реальность. Непосредственное осознание своего тела каким-то образом связано со способностью воспринимать физические характеристики микрочастиц, из которых составлено тело. Из-за возможности реализации маловероятных ситуаций оказывается возможным «самодвижение» тела.

Квантовые концепции сознания соединяют или отождествляют казалось бы совершенно несовместимые области – физическую квантовую реальность (материальное) и психическую (идеальное). Они устанавливают связи физики микромира, а вместе с нею и космологии, с биологией как теорией жизни, психологией и социальной теорией происхождения и сущности человека. Отвлекаясь от факта гипотетичности данной концепции, имея в виду хотя бы идеи «выразимости» области сознательного средствами физики, можно

расширить объективную сферу понятия сознания, а также физической картины мира, включив в нее не только физический универсум в целом, но и реальность корпускулярно-волнового типа (не сводимую к частицам и полям), возможно, ответственную за сознание. Средствами физики могут быть выражены не только некоторые химические, биологические, производственно-технические объекты и процессы, но и процессы либо предпосылки мышления.

Другой наукой, еще более активно вторгающейся в область сознания, является кибернетика. Как бы ни был абстрактен ее подход, однако благодаря ему создаются функциональные модели мышления, правдоподобность которых выявляется в ходе развития научного познания и практики. Кибернетика способствовала упрочению философской, а затем и биологической догадки о ведущем направлении биологической эволюции, приводящей к социальной форме движения материи. Поскольку живые организмы являются в конечном счете своеобразными информационными системами, то в естественном отборе выживают те из них, которые более эффективно перерабатывают информацию (другие условия существования таких систем принимаются равными). Так как уже экспериментально установлено, что переработка внешней информации идет за счет преобразования структур нервных импульсов, то данная переработка тем эффективнее, чем сложнее нервная система объекта, реагирующего на поступающую извне информацию. Это означает, что биологическая эволюция создает необходимые предпосылки для возникновения человека, а кибернетика, биология и теория информации в своем развитии и взаимодействии друг с другом отражают не только определенные формы единства живой природы (включая и человека), но и находят аналогию между принципом управления в живой природе и обществе, с одной стороны, и саморегулированием объектов неорганической природы – с другой.

В последние десятилетия XX в. происходит коренной сдвиг в способах, средствах, онтологических возможностях научных дисциплин в исследовании сознания. К прежним его дисциплинам присоединяются новые, и, видимо, этот процесс закономерен. Если мнение о квантовых основах сознания проблематично, эти концепции можно считать гипотетичными, то «самоорганизационные», кибернетические (т.е. генетические и функциональные) подходы стали явью. Представляет интерес оптимистическое заявление академика А.Н. Колмогорова: «Я принадлежу к тем крайне отчаянным кибернетикам, которые не видят никаких принципиальных ограничений в кибернетическом подходе к проблеме жизни и полагают, что можно анализировать жизнь во всей ее полноте, в том числе и человеческое сознание со всей его сложностью, методами кибернетики». Путем ряда убедительных соображений он даже предполагает, что возможно «создание искусственных живых существ, способных к размножению и прогрессивной эволюции, в высших формах обладающих эмоцией, волей и мышлением». Подобная точка зрения может восприниматься как фантастическая, однако возможно, что она имеет определенный рациональный смысл.

4. ТЕОРИЯ САМООРГАНИЗАЦИИ (СИНЕРГЕТИКА)

В течение последних трех столетий естествознание развивалось невероятно динамично. Горизонт научного познания расширился поистине до фантастических размеров. На микроскопическом конце шкалы масштабов физика элементарных частиц вышла на уровень изучения процессов, которые происходят за время около 10^{-23} с на расстояниях 10^{-15} см. На другом конце шкалы космология и астрофизика изучают процессы, происходящие за время порядка возраста Вселенной = 10^{18} с и радиуса Вселенной 10^{28} см. Недавно обнаружены астрономические объекты, свет от которых идет к нам чуть ли не 12 млрд. лет. Свет от этих объектов «вышел» тогда, когда до возникновения Земли оставалось еще 7 млрд. лет. Человек получает возможность заглянуть в самое начало «творения» Вселенной.

В современном обществе значительно возросла роль науки. На основе научного знания рационализируются, по сути, все формы общественной жизни. Как никогда близки наука и техника. Наука стала непосредственной производительной силой общества. По отношению к практике она выполняет программирующую роль. Новые информационные технологии и средства вычислительной техники, достижения генной инженерии и биотехнологии обещают в очередной раз коренным образом изменить материальную цивилизацию, уклад нашей жизни. Под влиянием науки (в том числе) возрастает личностное начало, роль человеческого фактора во всех формах деятельности.

Вместе с тем радикально изменяется и сама система научного познания. Размываются четкие границы между практической и познавательной деятельностью. В системе научного знания проходят интенсивные процессы дифференциации и интеграции знания, развиваются комплексные и междисциплинарные исследования, новые способы и методы познания, методологические установки, появляются новые элементы картины мира, выделяются новые, более сложные типы объектов познания, характеризующиеся историзмом, универсальностью, сложностью организации, которые раньше не поддавались теоретическому (математическому) моделированию. Одно из таких новых направлений в современном естествознании представлено *синергетикой*.

От моделирования простых систем к моделированию сложных

Классическое и неклассическое естествознание объединяет одна общая черта: их предмет познания — это простые (замкнутые, изолированные, обратимые во времени) системы. Однако такое понимание предмета познания является сильной абстракцией. Вселенная представляет собой множество систем. Но лишь некоторые из них могут трактоваться как замкнутые системы, т.е. как «механизмы». Во Вселенной таких «закрытых» систем меньшая часть. Подавляющее большинство реальных систем открыты. Это значит, что они обмениваются энергией, веществом и информацией с окружающей средой.

К такого рода системам относятся биологические и социальные системы, которые больше всего интересуют человека.

Человек всегда стремился постичь природу сложного, пытаясь ответить на вопросы: как ориентироваться в сложном и нестабильном мире? какова природа сложного и каковы законы его функционирования и развития? в какой степени предсказуемо поведение сложных систем?

В 70-е гг. XX в. начала активно развиваться теория сложных самоорганизующихся систем. Результаты исследований в области нелинейного (порядка выше второго) математического моделирования сложных открытых систем привели к рождению нового мощного научного направления в современном естествознании – синергетики. Как и кибернетика, синергетика – это некоторый междисциплинарный подход. В отличие от кибернетики, где акцент делается на процессах управления и обмена информацией, синергетика ориентирована на исследование принципов построения организации, ее возникновения, развития и самоусложнения.

Мир нелинейных самоорганизующихся систем гораздо богаче, чем закрытых, линейных систем. Вместе с тем «нелинейный мир» сложнее моделировать. Как правило, для (приближенного) решения большинства возникающих нелинейных уравнений требуется сочетание современных аналитических методов с вычислительными экспериментами. Синергетика открывает для точного, количественного, математического исследования такие стороны мира, как его нестабильность, многообразие путей изменения и развития, раскрывает условия существования и устойчивого развития сложных структур, позволяет моделировать катастрофические ситуации и т.п.

Методами синергетики было осуществлено моделирование многих сложных самоорганизующихся систем: от морфогенеза в биологии и некоторых аспектов функционирования мозга до флаттера крыла самолета, от молекулярной физики и автоколебательных процессов в химии до эволюции звезд и космологических процессов, от электронных приборов до формирования общественного мнения и демографических процессов. Основной вопрос синергетики – существуют ли общие закономерности, управляющие возникновением самоорганизующихся систем, их структур и функций.

Характеристики самоорганизующихся систем

Итак, предметом синергетики являются сложные самоорганизующиеся системы. Один из основоположников синергетики Г. Хакен определяет понятие самоорганизующейся системы следующим образом: «Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает какую-то пространственную, временную или функциональную структуру. Под специфическим внешним воздействием мы понимаем такое, которое навязывает системе структуру или функционирование. В случае же самоорганизующихся систем испытывается извне неспецифическое воздействие. Например, жидкость, подогреваемая снизу, совершенно

равномерно обретает в результате самоорганизации макроструктуру, образуя шестиугольные ячейки». Таким образом, современное естествознание ищет пути теоретического моделирования самых сложных систем, которые присущи природе, – систем, способных к самоорганизации, саморазвитию.

Основные свойства самоорганизующихся систем – открытость, нелинейность, диссипативность. Теория самоорганизации имеет дело с открытыми, нелинейными диссипативными системами, далекими от равновесия.

Открытость

Объект изучения классической термодинамики – закрытые системы, т.е. системы, которые не обмениваются со средой веществом, энергией и информацией. Напомним, что центральным понятием термодинамики является понятие энтропии. Оно относится к закрытым системам, находящимся в тепловом равновесии, которое можно охарактеризовать температурой T . Изменение энтропии определяется формулой: $dE = dQ/T$, где dQ – количество теплоты, обратимо подведенное к системе или отведенное от нее.

Именно по отношению к закрытым системам были сформулированы два начала термодинамики. В соответствии с первым началом, в закрытой системе энергия сохраняется, хотя и может приобретать различные формы. Второе начало термодинамики гласит, что в замкнутой системе энтропия не может убывать, а лишь возрастает до тех пор, пока не достигнет максимума. Согласно второму началу термодинамики, запас энергии во Вселенной иссякает, а вся Вселенная неизбежно приближается к «тепловой смерти». Ход событий во Вселенной невозможно повернуть вспять, дабы воспрепятствовать возрастанию энтропии. Со временем способность Вселенной поддерживать организованные структуры ослабевает, и такие структуры распадаются на менее организованные, которые в большей мере наделены случайными элементами. По мере того как иссякает запас энергии и возрастает энтропия, в системе нивелируются различия. Это значит, что Вселенную ждет все более однородное будущее.

Вместе с тем уже во второй половине XIX в. и особенно в XX в. биология, прежде всего теория эволюции Дарвина, убедительно показала, что эволюция Вселенной не приводит к понижению уровня организации и обеднению разнообразия форм материи. Скорее, наоборот. История и эволюция Вселенной развивают ее в противоположном направлении – от простого к сложному, от низших форм организации к высшим, от менее организованного к более организованному. Иначе говоря, старея, Вселенная обретает все более сложную организацию. Попытки согласовать второе начало термодинамики с выводами биологических и социальных наук долгое время были безуспешными. Классическая термодинамика не могла описывать закономерности открытых систем. И только с переходом естествознания к изучению открытых систем появилась такая возможность.

Открытые системы – это такие системы, которые поддерживаются в определенном состоянии за счет непрерывного притока извне вещества,

энергии или информации. Постоянный приток вещества, энергии или информации является необходимым условием существования неравновесных состояний в противоположность замкнутым системам, неизбежно стремящимся (в соответствии со вторым началом термодинамики) к однородному равновесному состоянию. Открытые системы – это системы необратимые; в них важным оказывается фактор времени.

В открытых системах ключевую роль – наряду с закономерным и необходимым – могут играть случайные факторы, флуктуационные процессы. Иногда флуктуация может стать настолько сильной, что существовавшая организация разрушается.

Нелинейность

Но если большинство систем Вселенной носит открытый характер, то это значит, что во Вселенной доминируют не стабильность и равновесие, а неустойчивость и неравновесность. Неравновесность, в свою очередь, порождает избирательность системы, ее необычные реакции на внешние воздействия среды. Неравновесные системы имеют способность воспринимать различия во внешней среде и «учитывать» их в своем функционировании. Так, некоторые более слабые воздействия могут оказывать большее влияние на эволюцию системы, чем воздействия, хотя и более сильные, но не адекватные собственным тенденциям системы. Иначе говоря, на нелинейные системы не распространяется принцип суперпозиции: здесь возможны ситуации, когда совместные действия причин A и B вызывают эффекты, которые не имеют ничего общего с результатами воздействия A и B по отдельности.

Процессы, происходящие в нелинейных системах, часто носят пороговый характер – при плавном изменении внешних условий поведение системы изменяется скачком. Другими словами, в состояниях, далеких от равновесия, очень слабые возмущения могут усиливаться до гигантских волн, разрушающих сложившуюся структуру и способствующих ее радикальному качественному изменению

Нелинейные системы, являясь неравновесными и открытыми, сами создают и поддерживают неоднородности в среде. В таких условиях между системой и средой могут иногда создаваться отношения обратной положительной связи, т.е. система влияет на свою среду таким образом, что в среде вырабатываются некоторые условия, которые в свою очередь обуславливают изменения в самой этой системе (например, в ходе химической реакции или какою-то другою процесса вырабатывается фермент, присутствие которого стимулирует производство его самого). Последствия такого рода взаимодействия открытой системы и ее среды могут быть самыми неожиданными и необычными.

Диссипативность

Открытые неравновесные системы, активно взаимодействующие с внешней средой, могут приобретать особое динамическое состояние – диссипативность, которую можно определить как качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне. Неравновесное протекание множества микропроцессов приобретает некоторую интегративную результирующую на макроуровне, которая качественно отличается от того, что происходит с каждым отдельным ее микроэлементом. Благодаря диссипативности в неравновесных системах могут спонтанно возникать новые типы структур, совершаться переходы от хаоса и беспорядка к порядку и организации, возникать новые динамические состояния материи.

Диссипативность проявляется в различных формах: в способности «забывать» детали некоторых внешних воздействий, в «естественном отборе» среди множества микропроцессов, разрушающем то, что не отвечает общей тенденции развития; в когерентности (согласованности) микропроцессов, устанавливающей их некий общий темп развития, и др.

Понятие диссипативности тесно связано с понятием параметров порядка. Самоорганизующиеся системы – это обычно очень сложные открытые системы, которые характеризуются огромным числом степеней свободы. Однако далеко не все степени свободы системы одинаково важны для ее функционирования. С течением времени в системе выделяется небольшое количество ведущих, определяющих степеней свободы, к которым «подстраиваются» остальные. Такие основные степени свободы системы получили название параметров порядка.

В процессе самоорганизации возникает множество новых свойств и состояний. Очень важно, что обычно соотношения, связывающие параметры порядка, намного проще, чем математические модели, детально описывающие всю новую систему. Это связано с тем, что параметры порядка отражают содержание оснований неравновесной системы. Поэтому задача определения параметров порядка — одна из важнейших при конкретном моделировании самоорганизующихся систем.

Закономерности самоорганизации

Главная идея синергетики – это идея о принципиальной возможности спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации. Решающим фактором самоорганизации является образование петли положительной обратной связи системы и среды. При этом система начинает самоорганизовываться и противостоит тенденции ее разрушения средой. Например, в химии такое явление называют автокатализом. В неорганической химии автокаталитические реакции довольно редки, но, как показали исследования последних десятилетий в области молекулярной биологии, петли положительной обратной связи (вместе с другими связями – взаимный катализ, отрицательная обратная связь и др.) составляют саму основу жизни.

Становление самоорганизации во многом определяется характером взаимодействия случайных и необходимых факторов системы и ее среды. Система самоорганизуется не гладко и просто, не неизбежно. Самоорганизация переживает и переломные моменты – точки бифуркации. Вблизи точек бифуркации в системах наблюдаются значительные флуктуации, роль случайных факторов резко возрастает.

В переломный момент самоорганизации принципиально неизвестно, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более высокий уровень упорядоченности и организации (фазовые переходы и диссипативные структуры – лазерные пучки, неустойчивости плазмы, флаттер, химические волны, структуры в жидкостях и др.). В точке бифуркации система как бы «колеблется» перед выбором того или иного пути организации, пути развития. В таком состоянии небольшая флуктуация (момент случайности) может послужить началом эволюции (организации) системы в некотором определенном (и часто неожиданном или просто маловероятном) направлении, одновременно отсекая при этом возможности развития в других направлениях.

Как выясняется, переход от Хаоса к Порядку вполне поддается математическому моделированию. И более того, в природе существует не так уж много универсальных моделей такого перехода. Качественные переходы в самых различных сферах действительности (в природе и обществе – его истории, экономике, демографических процессах, духовной культуре и др.) подчиняются подчас одному и тому же математическому сценарию¹.

Синергетика убедительно показывает, что даже в неорганической природе существуют классы систем, способных к самоорганизации. История развития природы – это история образования все более и более сложных нелинейных систем. Такие системы и обеспечивают всеобщую эволюцию природы на всех уровнях ее организации – от низших и простейших к высшим и сложнейшим (человек, общество, культура).

5. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭВОЛЮЦИОНИЗМ

Одна из важнейших идей европейской цивилизации – идея развития мира. В своих простейших и неразвитых формах (преформизм, эпигенез, кантонская космогония) она начала проникать в естествознание еще в XVIII в. Но уже XIX в. по праву может быть назван веком эволюции. Сначала в геологии, затем биологии и социологии теоретическому моделированию развивающихся объектов стали уделять все большее и большее внимание.

Но в науках физико-химического цикла идея развития пробивала себе дорогу очень сложно. Вплоть до второй половины XX в. в ней господствовала исходная абстракция закрытой обратимой системы, в которой фактор времени не играет роли. Даже переход от классической ньютоновской физики к неклассической (релятивистской и квантовой) в этом отношении ничего

не изменил. Правда, в классической термодинамике был сделан некоторый робкий прорыв – введено понятие энтропии и представление о необратимых процессах, зависящих от времени. Этим самым в физические науки была введена «стрела времени». Но, в конечном счете, и классическая термодинамика изучала лишь закрытые равновесные системы, а неравновесные процессы рассматривались как возмущения, второстепенные отклонения, которыми следует пренебречь в окончательном описании познаваемого объекта.

Проникновение идеи развития в геологию, биологию, социологию, гуманитарные науки в XIX – первой половине XX в. происходило независимо в каждой из этих отраслей познания. Философский принцип развития мира (природы, общества, человека) не имел общего, стержневого для всего естествознания (а также для всей науки) выражения. В каждой отрасли естествознания он имел свои (независимые от другой отрасли) формы теоретико-методологической конкретизации.

Только к концу XX в. естествознание нашло теоретические и методологические средства для создания единой модели универсальной эволюции, выявления общих законов природы, связывающих в единое целое происхождение Вселенной (космогенез), возникновение Солнечной системы и нашей планеты Земля (геогенез), возникновение жизни (биогенез) и, наконец, возникновение человека и общества (антропосоциогенез). Такой моделью является концепция **глобального эволюционизма**. В этой концепции Вселенная предстает как развивающееся во времени природное целое, а вся история Вселенной от Большого Взрыва до возникновения человечества рассматривается как единый процесс, в котором космический, химический, биологический и социальный типы эволюции преемственно и генетически связаны между собой. Космохимия, геохимия, биохимия отражают здесь фундаментальные переходы в эволюции молекулярных систем и неизбежности их превращения в органическую материю.

В концепции глобального эволюционизма подчеркивается важнейшая закономерность – *направленность развития мирового целого на повышение своей структурной организации*. Вся история Вселенной – от момента сингулярности до возникновения человека – предстает как единый процесс материальной эволюции, самоорганизации, саморазвития материи.

Важную роль в концепции универсального эволюционизма играет идея отбора: новое возникает как результат отбора наиболее эффективных формообразований, неэффективные же инновации отбраковываются историческим процессом; качественно новый уровень организации материи окончательно самоутверждается тогда, когда он оказывается способным впитать в себя предшествующий опыт исторического развития материи. Эта закономерность характерна не только для биологической формы движения, но и для всей эволюции материи. Принцип глобального эволюционизма требует не просто знания временного порядка образования уровней материи, а глубокого понимания внутренней логики развития космического порядка вещей, логики развития Вселенной как целого.

На этом пути очень важную роль играет так называемый антропный принцип. Содержание этого принципа в том, что возникновение человечества, познающего субъекта (а значит, и предваряющего социальную форму движения материи органического мира) было возможным в силу того, что крупномасштабные свойства нашей Вселенной (ее глубинная структура) именно таковы, какими они являются. Если бы они были иными, Вселенную просто некому было бы познавать. Данный принцип указывает на глубокое внутреннее единство закономерностей исторической эволюции Вселенной, Универсума и предпосылок возникновения и эволюции органического мира вплоть до антропосоциогенеза. Согласно этому принципу существует некоторый тип универсальных системных связей, определяющих целостный характер существования и развития нашей Вселенной, нашего мира как определенного системно организованного фрагмента бесконечно многообразной материальной природы. Понимание содержания таких универсальных связей, глубинного внутреннего единства структуры нашего мира (Вселенной) дает ключ к теоретическому и мировоззренческому обоснованию программ и проектов будущей космической деятельности человеческой цивилизации.

В современной науке идея глобального эволюционизма – это не только констатирующее положение, но и регулятивный принцип. С одной стороны, он дает представление о мире как о целостности, позволяет мыслить общие законы бытия в их единстве, а с другой – ориентирует современное естествознание на выявление конкретных закономерностей глобальной эволюции материи на всех ее структурных уровнях, на всех этапах ее самоорганизации.

* * *

В настоящее время не должно вызывать сомнения не только применение естествознания к исследованию любой области объективной действительности (включая всю материальную сферу общества, а также средства и результаты его практической деятельности), но и к исследованию субъективной действительности. Хотя естествознание, как и любые другие блоки наук, видит свой объект, свою реальность под доступным ему углом зрения, однако только в таком ракурсе и известен науке этот объект, т.е. материальный мир как целое либо отдельные его аспекты, фрагменты. Представления, обобщающие подобные точки зрения до их системной или синтетической целостности, не только опираются на данный блок наук, но и основываются на нем. Подобными обобщениями оказываются соответствующие научные картины мира, являющиеся сплавом философских соображений онтологического и методологического характера, фундаментальных теорий, а также конкретно-научных теорий с их эмпирической интерпретацией. Картина субъективного мира строится на основе философского познания, однако и она не обходится без естественнонаучных данных.

6. СПЕЦИФИКА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В СИСТЕМЕ НАУК И В ИССЛЕДОВАНИИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

У естествознания имеются определенные преимущества перед другими науками в исследовании почти всех областей действительности. Это обусловлено многими обстоятельствами. Прежде всего, тем, что оно изучает материальную сферу жизнедеятельности общества, природу, не только противостоящую ему (не зависимую от него), но и природу, задействованную им в практической деятельности, а также «сотворяемую», создаваемую в качестве искусственной среды. Приоритет материального в его взаимосвязи с творческой ролью сознания, практикой, обеспечивает преимущество естествознания в познании мира. Другой важной чертой данного блока наук является его теоретико-логическая строгость, стройность, высокая математизированность и доступность математизации, что позволяет ему быть примером для других областей знания при построении ими своих теорий. Разумеется, подражание здесь не всегда уместно, но есть ряд наук, для которых оно даже необходимо, в определенной мере эвристично, структурно оправданно.

Кроме того, в естествознании сформировались мысленный и натуральный, физический, типы эксперимента, затем они переросли в научно-производственный с его теоретико-прикладными возможностями, а в настоящее время – в машинный, или математический. Эксперимент применяют в познании объектов, трудно доступных либо вовсе не доступных иным средствам исследования, необходим в теоретическом конструировании предметов жизнедеятельности общества.

В эксперименте обрабатываются или создаются материальные структуры, которые затем так или иначе выступают в роли орудий для новых этапов познания либо преобразования вовлекаемых в соответствующий процесс объектов. Такие структуры становятся предметами-посредниками между субъектом познавательной или практической деятельности и «внешним, естественно возникшим предметом». Созданные в эксперименте, они несут на себе отпечаток объективного и субъективного, собственно природного и социального, специфично проявляют социально-практический характер естественнонаучного познания, его объективность и социальную «окрашенность», оказываются объективной формой «выражения познавательных норм, эталонов, объект-гипотез», превращаются в «структурообразующие компоненты познания».

Подобным качеством обладают и предметы-посредники в машинном эксперименте с той лишь разницей, что они как бы минуют этап превращения объективных форм в компоненты познания, а сразу выступают составной частью его логических структур. Машинный эксперимент основывается на численном или аналитическом решении математически поставленной задачи, иначе говоря, на математической модели, что не требует специального физического экспериментирования, а лишь предполагает обоснование правильности математической модели. Благодаря машинному эксперименту

открываются возможности оперативного реагирования на сложные ситуации получения труднодоступной информации, не прибегая к опасным для человека наблюдениям и т.д.

В отличие от физического эксперимента, в подготовке, проведении и результатах обработки которого наличествуют или преобладают естественноведческие мотивы, машинный эксперимент общенаучен, применим в любых ситуациях, где возможно построение математической модели. Однако сама форма эксперимента как метода научного познания возникла и развивалась в естествознании, обрела характерное для него методологическое и оперативное содержание, по принципу преемственности «снятое» и в последующих формах.

Заметными чертами преемственности естественнонаучного эксперимента в общенаучном являются стремление к чистоте опыта, к точности правил оперирования всеми его компонентами, широкое использование идеализации, абстрагирования. Однако представители гуманитарных наук, особенно описательных, не всегда готовы к осознанному применению идеализации и других научных абстракций. Они иногда наивно полагают, что анализируемые понятия в их науках обладают всей своей полнотой. Например, концепция научного коммунизма объявлялась ими теорией, а не абстрактной схемой; положение о высокой духовной культуре реального советского человека воспринималось как доказанное утверждение, а не абстракция (которая, к тому же, не стала научной, поскольку не поставлена на серьезные социальные опоры) и т.п. При таких ошибочных концепциях, выдаваемых в качестве теорий, при непонимании сущности и роли абстракций в социальном эксперименте невозможно эффективное его проведение. Правильный же подход должен повлечь за собой и более ответственное отношение к выдвигаемым концепциям, и более глубокое толкование инструментария, методологии естественно-научного эксперимента.

Еще одной выигрышной особенностью естествознания стало преодоление многими составляющими его науками своих объективных и методологических границ, выход их на общенаучный уровень. Особо надо отметить такие науки, как физика, кибернетика, этология, экология. Масштабы их эффективного применения превзошли границы вычлененных объектов, так или иначе охватили все другие области научного познания. В физике наряду с проникновением ее методов в химию, биологию, технику сформировались концепции, имеющие объяснительную и эвристическую значимость для исследования всех существенно важных сторон в динамике материального мира. Одной из таких концепций является упомянутая ранее многоплановая, разветвленная концепция состояний, далеких от равновесия. Ее современное содержание подготавливалось усилиями ряда выдающихся физиков и других ученых, а также группой математиков, создавших и развивших теорию катастроф. В их работах данная теория получает сегодня не только теоретическое развитие, но и нетрадиционную методологию.

На основе теорий состояний, далеких от равновесия, удалось понять или снять ряд противоречий, возникших в науке, сформулировать общий подход

к целой совокупности явлений природы и общества. Таким образом, возникла новая область знания, имеющая общенаучную значимость. Она не только обуславливает новую парадигму современной физики, но и революционизирует всю науку, изменяет некоторые уже устоявшиеся выводы о мире, поскольку позволяет изучить в нем более общие и глубокие взаимосвязи (коррелятивные, кооперативные, собственно временные, пространственно-временные и др.). Эти связи тем заметнее, чем дальше от равновесия их субстраты.

Чем дальше любая система от равновесного состояния, тем больший простор у нее для развития, тем сложнее ее структура. Причем усложнение структуры сопровождается увеличением числа и глубины неустойчивостей, вероятности бифуркации, т.е. разнообразия состояний, вариантов новой организации. В описании подобных процессов существенное значение приобретают понятия неопределенности, стохастичности, управления, кооперации, нелинейности и др. Чем больше отклонение от равновесия, тем выше единство процессов, даже протекающих в отдаленных областях и, на первый взгляд, не связанных друг с другом. Сами процессы в системах, далеких от равновесия, характеризуются нелинейностью и связанными с ней возможностями управляющего воздействия на систему и наличием обратных связей. Закономерности, выявляемые для любых систем, далеких от равновесия, обладают не только высокой общностью, но и широкой системностью, охватывают структуры, казалось бы, не имеющие родства, когда их изучали другие области знания. Более сложным и важным для науки состоянием системы являются ее открытость и отход от равновесия (или отсутствие равновесия), чем ее замкнутость и стремление к равновесию.

Концепция замкнутости системы становится по содержанию локальной (как, например, физическая теория замкнутых термодинамических систем), отчетливее выявляется и ее абстрактность, поскольку исследуется не процесс в целом, а отдельные его стороны, нередко идеализированные. Концепция же, строящаяся с учетом функциональной полноты неравновесных процессов и условий их протекания, способна описать мир в его структурном и динамичном многообразии, объяснить явления, о которых ранее не знали либо представляли их неадекватно. Ограниченность мира замкнутых систем, их стремление к физическому однообразию и в итоге к тепловой смерти либо хаосу сменяются безграничностью структурного разнообразия неравновесных систем.

Обнаруживаемые в соответствии с теорией систем, далеких от равновесия, устойчивости, появляющиеся в динамике неравновесного состояния и инициирующие поиск эффективных приложений в любой сфере человеческой деятельности, выступают моментом разнообразных, как правило, непредсказуемых модификаций с усложняющимися структурами. Иначе говоря, в данной теории имманентно представлено единство устойчивости и изменчивости, среди которых ведущей является последняя. В такой теории систем конкретизируется диалектика устойчивости и изменения, а принципы единства и развития получают общее, причем конкретное и нетривиальное содержание, обладающее высоким философским и мировоззренческим

потенциалом. Таким образом, теория принципиально неравновесных систем, возникнув в физике, математике, переросла в общенаучную дисциплину и стала весомым идеальным «конструктором» в технике.

В свое время кибернетика была лишь областью биологии и математики. Создание современных ЭВМ, компьютеров 4-го поколения и выше, информатики, обретение ею машинного статуса сделали кибернетику общенаучной дисциплиной и атрибутом техники. Современный научно-технический прогресс, можно сказать, определяется способностью использовать полученные в этой области знания и их практические приложения.

Об общенаучном характере современной кибернетики отчетливо свидетельствуют многочисленные определения ее функций, задач, объекта исследования. Какими бы разными они ни были, но почти всех их объединяет подход к этой науке как универсальной области знания. Приведем одно определение, в целом представляющееся нам наиболее оптимальным: «Объектом изучения кибернетики являются управленческие процессы и системы любой природы (включая живые организмы) в информационном аспекте». Кибернетические аспекты характерны для всех известных и так или иначе вовлеченных в познавательный процесс систем. К тому же многие из них, труднодоступные для познания другими дисциплинами, доступны кибернетике. Это означает, что данная наука выступает не только общенаучной ветвью знания, но и общенаучной методологией. Широкие же и эффективные ее (кибернетики) приложения в практике утверждают статус этой дисциплины и как отрасли, определяющей преобразование техники, производства, объективных коррелятов мышления, вместе с другими общими науками утверждающей новый стиль мышления - системный, ибо именно он присущ человеку, вооруженному электронными и другими сложными машинообразными комплексами.

Об общенаучное или, по крайней мере, региональности отдельных естественнонаучных дисциплин, таких как этология, экология, свидетельствует их значимость в исследовании некоторых сторон человеческого общежития. Казалось бы, этология как наука о поведении высокоорганизованных животных и их сообществ не может иметь прямого отношения к человеческому обществу. Однако непосредственная функциональная и, так сказать, генетическая связь социальности в животном и человеческом сообществах, присущие первому определенные черты, проявляемые в поведении групп людей, и наоборот, формируют условия для применения ряда идей о поведении животных в отношении человека. Аналогичное можно сказать и о валеологии – науке о здоровье.

В этологической и биологической литературе в целом все чаще проводятся некоторые аналогии между сообществами термитов, пчел, обезьян, морских котиков, с одной стороны, и специфическими взаимоотношениями человеческих индивидов – с другой. Названные вопросы еще не получили у нас сколько-нибудь удовлетворительного освещения, тем более решения, но за рубежом они давно поставлены и посильно решаются.

Возможно, что в скором времени произойдет смена отношения к ним. Для этого необходимы развитие собственно этологических, биологических исследований, а также пересмотр глубоко укоренившихся (со времен господства средневековых догм) представлений о человеке как «посланнике бога на Земле», о его абсолютном превосходстве над всем живым.

Хотя между представлениями об абсолютном превосходстве человека и современным философско-научным мировоззрением лежат работы классиков истории философии и убедительные научные изыскания, однако многие авторитеты в науке и идеологии не хотят всерьез отнестись к таким подходам в науке, как структурный, организменный, функциональный. Тем не менее данные подходы не уничтожают реальных преимуществ общества перед животным миром, но они подчеркивают и их определенную (функциональную, организационную и др.) аналогию. Современная этология и призывает разобраться в этом, тем более, что теория систем, далеких от равновесия, кибернетика, генетика, экология создают необходимые предпосылки.

Когда речь идет о превращении какой-либо отрасли естествознания в региональную или общенаучную, то не имеется в виду, что эта отрасль полностью отпочковалась от него. Почти в каждой из отделившихся наук, приобретших статус общенаучное или региональности, вместе с общим знанием существует и частное, характерное для специальных дисциплин. И в этологии, и в экологии, не говоря уже о физике, имеются комплексы проблем, задач, которые решаются этими науками как частными.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Вопросы для самостоятельной работы

1. Каково соотношение между естественнонаучной и гуманитарной культурами?
2. Что представляет собой естественнонаучная картина мира?
3. В чем состоит содержание основных научных революций?
4. Каковы основные формы и методы научного познания?
5. Каково соотношение естествознания и натурфилософии?
6. Какие основные исторические этапы развития науки вам известны?
7. В чем специфика античной науки?
8. Какие тенденции были характерны для развития естествознания с XVII по XX вв.?
9. Каковы представления о пространстве и времени в классической и релятивистской физике?
10. В чем состоят главные особенности современных представлений о микромире?
11. Что такое корпускулярно-волновой дуализм?
12. Каковы основные особенности модельных представлений в современной космологии?
13. Как вы понимаете суть антропного принципа в космологии?
14. Что такое открытые и закрытые системы?
15. В чем специфика понятия нелинейности в современной науке?
16. Что такое синергетика?
17. Приведите примеры самоорганизующихся процессов в природе и обществе.
18. Что представляет собой современная химия?
19. Каковы основные концепции происхождения и сущности жизни?
20. Как соотносятся эволюционное учение и генетика?
21. Каково место экологической проблематики в современной культуре?
22. В чем состоят основные особенности антропосоциогенеза?
23. Как вы понимаете соотношение понятий биосферы и ноосферы?
24. Что такое «аномальные явления»?
25. В чем смысл понятий редукционизм и холизм?
26. Каковы особенности постнеклассической науки?
27. Какие типы научной рациональности вам известны?
28. Можно ли говорить о конвергенции современного естественнонаучного и гуманитарного знания?

Методические рекомендации по выполнению заданий

Объем работы – не менее 10-12 листов текста формата А4 через два интервала.

Работа должна включать:

1. Титульный лист с указанием названия института и факультета, фамилии и инициалов автора работы, названия учебного предмета, места (города) и года написания;
2. В основной части должны быть представлены ответы на каждый из вопросов контрольной работы с обязательным указанием перед каждым ответом использованного источника; объем ответа на любой вопрос должен быть не менее 0,5 страницы.

Задания

Тема 1. Естественнонаучная и гуманитарная культура.

1. Каковы различия между естественнонаучной и гуманитарной культурами?
2. Что называется объяснением, пониманием и предсказанием в науке?

Тема 2. Естественнонаучная картина мира.

1. Дайте определение понятию «научная картина мира».
2. Какие основные исторические научные картины мира вам известны?
3. Как соотносятся понятия «научная парадигма» и «научная революция»?

Тема 3. Концепция современной физики.

1. Каковы представления о пространстве и времени в классической физике и специальной теории относительности?
2. В чем состоят особенности квантовой парадигмы?
3. В чем сходство и в чем различие научных представлений о микромире и макромире?

Тема 4. Современная космология.

1. Какие этапы в своем развитии прошла научная космология?
2. Каковы космологические модели Вселенной?
3. В чем суть антропного принципа в космологии?

Тема 5. Возникновение и эволюция жизни.

1. Каковы исторические формы постановки проблемы происхождения жизни?
2. Какие уровни функционирования биологических структур вам известны?
3. В чем смысл концепции эволюционного происхождения жизни?
4. Что такое биосфера и ноосфера? В чем сущность экологической проблемы?

Тема 6. Проблема происхождения человека и генетика.

1. Что такое антропогенез? Каково соотношение его биологических и социальных факторов?
2. Каковы основные положения современной теории наследственности?
3. Что понимается под термином «биоэтика»?

Тема 7. Концепция самоорганизации в современной науке.

1. В чем суть процессов самоорганизации в живой и неживой природе?
2. Какова трактовка современной синергетической парадигмы?
3. Видите ли вы специфику процессов самоорганизации в социальной реальности?

Темы рефератов по курсу

1. Астрономическая картина мира.
2. Развитие идеи атомизма от Демокрита до наших дней.
3. Великие географические открытия и их роль в построении научной картины мира.
4. Механическая картина мира: триумф и упадок.
5. Планеты Солнечной системы.
6. Солнечная активность и ее влияние на происходящие на Земле процессы.
7. Научный метод познания окружающего мира.
8. Что и как мы видим?
9. Великие загадки Земли.
10. Как увидеть невидимое?
11. Религиозная картина мира.
12. Фантастика как метод интеллектуального научного поиска.
13. Наука и псевдонаука.
14. Искусство как метод формирования картины мира.
15. Возможности компьютерного моделирования.
16. Виртуальная реальность и ее роль в научном познании.
17. Память человека и ее возможности.
18. Мозг, разум и поведение.
19. Особенности переработки информации человеком.
20. Происхождение человека: эволюционизм и креационизм.
21. Пространство и время: их основные свойства и возможность описания.
22. Связь геометрии и физики.
23. Четырехмерный мир Минковского.
24. Научная деятельность А.Эйнштейна.
25. Роль «Математических начал натуральной философии» И.Ньютона в науке.
26. Электродинамическая картина мира.
27. Динамическая Вселенная.
28. Дао физики.
29. Квантовофизическая картина мира: успехи и проблемы.
30. Природа «аномальных» явлений.
31. Пси-явления и окружающая среда.
32. Биоинформационные контакты.
33. Биополе как канал восприятия.
34. Проблема НЛО.
35. Жизнь, смерть и бессмертие.
36. Перспективы научно-технической эволюции человечества.
37. Жизнь как космическое явление.
38. Антропный принцип в современной науке.
39. Концепция Большого взрыва в космологии.
40. Наука и телеология.
41. Инерция парадигмального сознания.
42. Самоорганизация как механизм творческого мышления.
43. Порядок и динамический хаос в сложных системах.

44. Синергетика на перекрестке культур.
45. Самоорганизация как источник и основа эволюции систем.
46. Кибернетика и синергетика.
47. Современная химическая картина мира.
48. Концепция химической эволюции и биогенезис.
49. Формирование биологической картины мира.
50. Концепция Вернадского о биосфере и феномен человека.
51. Особенности синтетической теории эволюции.
52. Человек в научной картине мира.
53. Исторические типы научной рациональности.
54. Человеческие измерения постнеклассической науки.
55. Формирование единой науки в техногенной цивилизации.

ПЛАНЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Исторические этапы развития естествознания.

Вопросы для обсуждения:

1. Возникновение науки. Наука и «преднаука».
2. Натурфилософия и наука в эпоху античности, средневековья и Возрождения.
3. Особенности классической науки.
4. Естествознание XX века: неклассика и постнеклассика.

Тема 2. Естественнонаучная картина мира как целостный обобщенный образ природы.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие «научная картина мира» (НКМ).
2. Исторические типы и виды НКМ.
3. НКМ и научные теории.
4. Картина мира, научная парадигма и научная революция.
5. Человек в научной картине мира.

Тема 3. Микро-, макро- и мегамир: единство и различие.

Вопросы для обсуждения:

1. Проблема изучения физической реальности «вширь» и «вглубь».
2. Развитие представлений о фундаментальных типах взаимодействий.
3. Концепция супервзаимодействия и единство физического знания.
4. История становления космологических и космогонических знаний.
5. Идея глобального эволюционизма и антропный принцип.

Тема 4. Проблема происхождения и сущности жизни.

Биосфера и ноосфера.

Вопросы для обсуждения:

1. Понимание генезиса жизни на Земле с позиций науки, религии и философии.
2. Разнообразие научных гипотез о происхождении жизни.
3. Сущность жизни и русский космизм.
4. Уровни организации живых систем. Генетика и эволюция. Онтогенез и филогенез.
5. Биосфера: эволюция, ресурсы, пределы устойчивости. Антропогенные воздействия на биосферу, экологический кризис и пути его преодоления.
6. Понятие ноосферы: его сущность и продуктивность использования.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ (ЭКЗАМЕНУ)

1. Проблема двух культур: конфронтация или сотрудничество?
2. Научный метод. Уровни, формы и методы научного познания.
3. Исторические этапы развития естествознания.
4. Естествознание: классика и современность.
5. Естествознание XX века.
6. Особенности постнеклассического естествознания.
7. Научная картина мира.
8. Исторические типы и виды научных картин мира.
9. Научная парадигма.
10. Научная революция: смена парадигм и картин мира.
11. Фундаментальные парадигмы классического естествознания.
12. Фундаментальные парадигмы естествознания XX века.
13. Концепция взаимодействия в современной физике.
14. Микро-, макро- и мегамир: единство и различие.
15. Динамические и вероятностные закономерности. Детерминизм и индетерминизм.
16. Концепция глобального эволюционизма.
17. Антропный принцип в космологии.
18. Концепция самоорганизации в современной науке.
19. Синергетическая парадигма.
20. Основные идеи и концепции химии.
21. Жизнь как космическое явление.
22. Проблема происхождения и сущности жизни.
23. Концепции физико-химической и эволюционной биологии.
24. Биосфера и ноосфера.
25. Экология и глобальные проблемы современности.
26. Концепция антропосоциогенеза.
27. Особенности «аномальных явлений».
28. Истина и вера в науке и культуре.
29. Проблема «точности» в науке: естествознание и социогуманитарное знание.
30. Гуманизация и гуманитаризация современного естествознания.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Найдыш В.М.* Концепции современного естествознания. – М., 1999.
2. *Рузавин Г.И.* Концепции современного естествознания. – М., 1997.
3. *Канке В.А.* Концепции современного естествознания. – М., 2001.
4. *Солопов Е.Ф.* Концепции современного естествознания. – М., 1999.
5. *Горелов А.А.* Концепции современного естествознания. – М., 2000.
6. *Дубнищева Т.Я.* Концепции современного естествознания. – М., 2000.
7. *Биология в познании человека.* – М., 1989.
8. *Вайнберг С.* Первые три минуты. – М., 1981.
9. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. – М., 1989.
10. *Гайденко П.П.* Эволюция понятия науки. – М., 1980.
11. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. – М., 1989.
12. *Глобальный эволюционизм.* – М., 1994.
13. *Гумилев Л.Н.* Этногенез и биосфера Земли. – М., 1990.
14. *Девис П.* Суперсила. – М., 1989.
15. *Единство научного знания.* – М., 1988.
16. *Естествознание: системность и динамика.* – М., 1990.
17. *История биологии. С древнейших времен до начала XX века.* – М., 1972.
18. *История биологии. С начала XX века до наших дней.* – М., 1976.
19. *Карпинская Р.С., Лисеев И.К., Огурицов А.П.* Философия природы: коэволюционная стратегия. – М., 1995.
20. *Клейн М.* В поисках истины. – М., 1987.
21. *Князев В.Н.* Концепция взаимодействия в современной физике. – М., 1991.
22. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М., 1994.
23. *Климонтович Л.Ю.* Без формул о синергетике. – Минск. 1986.
24. *Концепции самоорганизации: становление нового образа научного мышления.* – М., 1994.
25. *Кузнецов В.И., Идлис Г.М., Гутина В.Н.* Естествознание. – М., 1996.
26. *Кун Т.* Структура научных революций. – М., 1975.
27. *Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Потанов А.Б.* Синергетика – новые направления. – М., 1989.
28. *Льоцци М.* История физики. – М., 1972.
29. *Медников Б.М.* Аксиомы биологии. – М., 1986.
30. *Моисеев Н.Н.* Человек и ноосфера. – М., 1990.
31. *Моисеев Н.Н.* Быть или не быть... человечеству? – М., 1999.
32. *Мэрион Дж.Б.* Физика и физический мир. – М., 1975.
33. *Найдыш В.М.* Научная революция и биологическое познание. – М., 1987.
34. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. – М., 1990.
35. *Новиков И.Д.* Эволюция Вселенной. – М., 1979.
36. *О специфике биологического познания.* – М., 1987.
37. *Пригожин И.* Конец определенности. – М., 2000.
38. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М., 1986.

39. Проблемы гуманитаризации математического и естественнонаучного знания. – М., 1991.
40. *Розенталь И.Л.* Элементарные частицы и структура Вселенной. – М., 1984.
41. Русский космизм. – М., 1993.
42. Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994.
43. *Силк Дж.* Большой Взрыв. – М., 1982.
44. Синергетика и образование. – М., 1996.
45. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М., 2000.
46. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М., 2002.
47. *Сноу Ч.П.* Две культуры. – М., 1973.
48. *Соловьев Ю.И.* История химии. – М., 1983.
49. *Степин В.С., Кузнецова Л.Ф.* Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. – М., 1994.
50. *Спасский Б.И.* Физика для философов. – М., 1989.
51. *Тейяр де Шарден.* Феномен человека. – М., 1972.
52. *Фейнберг Е.Л.* Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке. – М., 1992.
53. *Фейнман Р.* Характер физических законов. – М., 1987.
54. Физика в системе культуры. – М., 1996.
55. *Хакен Г.* Синергетика. – М., 1985.
56. *Хакен Г.* Принципы работы головного мозга: синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. – М., 2001.
57. *Хокинг С.* От Большого Взрыва до черных дыр. Краткая история времени. – М., 1990.
58. *Эйнштейн А.* Физика и реальность. – М., 1965.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Оригинал-макет издательства «Хронос-Пресс»
Техническое редактирование НИЦ ДОТ ИСГЗ

Формат 60*90/16. Бумага газетная. Гарнитура New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,01. Тираж 1000 экз. Заказ №

Научно-исследовательский центр дистанционных образовательных технологий
Института социальных и гуманитарных знаний (НИЦ ДОТ ИСГЗ)
420012, г. Казань, ул. Достоевского, д. 10.
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных материалов
в типографии ОАО «Щербинская типография».
117623, г. Москва, ул. Типографская, д. 10. Тел. 659-2327