УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П.М. МАШЕРОВА»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра экологии и охраны природы

В.Л.Волков

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

«История естествознания»

для специальности 1-21 01 01 – «Теология»

Витебск 2012

Репозиторий ВГУ

Составитель:
Волков В.Л. Ст. преподаватель кафедры экологии и охраны природы
УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

Рецензенты:
Литвенкова И. А. Зав. кафедры экологии и охраны природы
УО «ВГУ им. П.М. Машерова»**,** кандидат биологических наук.

Репозиторий ВГУ

Естествознание – наука о явлениях и законах природы. На современном этапе развития естествознание включает большое количество направленийй: физику, химию, биологию, биохимию, геохимию, астрономию, генетику, экологию и др. Естествознание охватывает широкий спектр вопросов о разнообразных свойствах объектов и явлений природы, которые можно рассматривать как целостную систему. Успехи естествознания, особенно с XVII–XVIII вв., надолго сделали принципы естествознания эталоном рациональности. Изучение природы было естественным стремлением человека познать окружающий мир и стало основой практической деятельности. Основные понятия, само представление о закономерностях изменения явлений, способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к природе, понимание ее места в мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были и по сей день являются основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время естественнонаучные знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

Основные мировоззренческие и методологические принципы современного естествознания, ведущие направления их развития и положение в общекультурной картине мира предлагаются для изучения в курсе «История естествознания».

В пособии освещены основные этапы и тенденции развития естествознания. УМК включает типовую и учебную программу курса, лекционный материал, задания доля семинарских занятий, вопросы к зачету, список основной и дополнительной литературы. Данный учебно-методический комплекс рекомендован для студентов дневной и заочной форм обучения (1 курс), обучающихся по специальности 1-33 01 01 «Теология».

Оглавление

1.	ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	3
	Цели и задачи дисциплины	3
	Требования к уровню освоения содержания курса	3
	Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины	3
2.	Содержание разделов и тем учебной дисциплины	3
	Типовая учебная программа курса	
	Учебная программа курса	6
3.	Теоретический раздел электронного учебно-методического комплекса «История естествознания»	21
	Лекция 1	22
	Лекция 2	35
	Лекция 3	57
	Лекция 4	69
	Лекция 5	75
	Лекция 6	85
	Лекция 7	93
	Лекция 8	130
	Лекция 9	135
	Лекция 10	
	Лекция 11	167
4.	Практический раздел электронного учебно-методического комплекса «История естествознания»	177
5.	БЛОК КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»	178
	Тесты по дисциплине «История естествознания»	
	Темы рефератов	211
	Вопросы для зачета	
6.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
7	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	

Репозиторий ВГУ

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Естествознание – наука о явлениях и законах природы. На современном этапе развития естествознание включает множество отраслей: физику, химию, биологию, биохимию, геохимию, астрономию, генетику, экологию и др. Естествознание охватывает широкий спектр вопросов о разнообразных свойствах объектов и явлений природы, которую можно рассматривать как целостную систему. Успехи естествознания, особенно с XVII–XVIII вв., надолго сделали принципы естествознания эталоном рациональности. Изучение природы было естественным стремлением человека познать окружающий мир и стало основой практической деятельности. Основные понятия, само представление о закономерностях изменения явлений, способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к природе, понимание ее места в мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время естественнонаучные знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

Цели и задачи дисциплины:

Цель курса – сформировать у студентов систему опорных знаний об эволюции взглядов человека на мир и природу с древнейших времен до нашего времени, на естествознание, как особую область познания природы и его роль в прогрессивном развитии общества.

Задачи курса:

1. ознакомить студентов с основными этапами развития естествознания;
2. сформировать представление о закономерностях и факторах, определивших развитие естествознания;
3. осветить основные научные открытия в области естествознания, их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;
4. осветить взаимодействие естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
5. осветить основные концепции и проблемы современного естествознания;
6. раскрыть историю естествознания в Беларуси, современное состояние естественных наук и их роль в решении важнейших народно - хозяйственных задач.

Требования к уровню освоения содержания курса

При изучении курса «История естествознания» студенты должны ***знать:***

1. основные этапы развития естествознания;
2. иметь представление о закономерностях и факторах, определивших развитие естествознания;
3. знать основные научные открытия в области естествознания, их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;
4. понимать закономерность взаимодействия естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
5. знать основные концепции и проблемы современного естествознания;
6. уметь раскрыть историю естествознания в Беларуси, современное состояние естественных наук и их роль в решении важнейших народно - хозяйственных задач.

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами

Репозиторий БГУ

необходимо для изучения дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Раздел, тема
1	Основы медицинских знаний	Естественно-научные взгляды античных философов История медицины
2	Философия	История философии. «Антология», «Познание». «Наука как социальный институт».
3	Информационные современные технологии	Информационные технологии – определяющий фактор постиндустриального общества.
4	Основы экологии и энергосбережения	Взаимодействие общества и природы. Роль науки в решении экологических проблем.

2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Репозиторий ВГУ

.Учебная программа курса

Учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор УО «ВГУ им. П. М. Машерова»
проф. А. П. Солодков
«_25_» _06_____ 2009 г.

Регистрационный № УД_-24-023/р.

История естествознания

Учебная программа

для специальности 1-21-01-01 «Теология»

Факультет - исторический

Кафедра - экологии и охраны природы
Курс - 1
Семестр – 1
Лекции – 22 час.
Практические (сем.) занятия – 10 час.
Всего аудиторных часов – 32 часа
СРК – 2 часа

Всего часов по дисциплине – 52

Экзамен – нет
Зачет – 1 сем.
Курсовая работа - нет

Форма получения высшего образования - очная

Авторы-составители: канд. Биол. наук, доцент А.М. Дорофеев, магистр биол. наук, препод. М.С. Тухфатуллина.

2009г.

Репозиторий ВГУ

Программа составлена на основе учебной программы курса «История биологии и экологии» для специальности 1-33 01 01 «Биоэкология», утвержденной УО ВГУ им. П.М. Машерова

Рег. № УД_____/баз.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры экологии и охраны природы « 04 » мая 2009 г. (протокол № 11).

Заведующий кафедрой
А.М.Дорофеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим Советом УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

« » 20 г. (протокол №)

Председатель _____
(подпись)

Репозиторий ВГУ

1. Пояснительная записка

1.1. Цель преподавания дисциплины: сформировать у студентов систему опорных знаний об эволюции взглядов человека на мир и живую природу с древнейших времен до нашего времени, на биологию как науку о жизни и ее развитие в историческом аспекте, роль в прогрессивном развитии общества.

1.2. Построение и содержание курса «История биологии и экологии» предполагает при его изучении решение следующих задач:

- ознакомить студентов с основными этапами развития естествознания;
- сформулировать представление о закономерности и факторах определивших развитие естествознания;
- осветить основные научные открытия в области естествознания и их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;
- осветить взаимодействие естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
- раскрыть историю развития естествознания в Беларуси, его современное состояние и роль в решении важнейших народно-хозяйственных задач;
- осветить основные концепции современного естествознания.

1.3. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины.

№ п/п	Наименование дисциплины	Раздел, тема
1.	История древнего мира	Естественно-научные взгляды античных философов
2.	Основы медицинских знаний	История медицины
3.	Информационные современные технологии	Информационные технологии – определяющий фактор постиндустриального общества
4.	Основы экологии и энергосбережения	Роль науки в решении экологических проблем

Репозиторий ВГУ

2. Содержание учебного материала.

2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий.

№	Тема	Содержание	Объем в часах
1.	Естествознание – совокупность наук о природе.	Наука, как часть духовной культуры. Факторы, определяющие развитие науки. Естествознание и его место в системе наук. Предмет и задачи курса. Методы научного познания в естествознании. Роль в формировании научного мировоззрения и общественном прогрессе. Процесс естественно-научного познания, его специфика и формы. Научное открытие и доказательство.	2
2.	Естествознание в античную эпоху.	Первоначальные представления человека о природе. Значение практического опыта в ее познании. Древнейшие центры цивилизации. Основные формы взаимодействия с природой. Античный период в истории естествознания.	2
3.	Естествознание в эпоху средневековья.	Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании. Искусство как отражение видения мира и живой природы. Предпосылки бурного развития естествознания и биологии в эпоху Просвещения. Лейбниц и его идея «лестницы существ». И. Ньютон. Накопление биологических знаний, развитие описательной зоологии, первые классификации и систематизации растений и животных. Изобретение микроскопа. Возникновение анатомии и систематики растений. Первые сводки о животных. Система живой природы К. Линнея. Естественная история Ж. Бюффона. Исследования беспозвоночных животных, открытие регенерации и оплодотворения у низших позвоночных. Изучение ископаемых организмов. Анатомия человека в трудах А. Везалия, У. Гарвея, М. Мальпиги , А. Левенгука, Р.де Граафа. Первые экспериментальные работы по биологии русских ученых М. Тереховского и А. Шумлянского. Отец физиологии А. Галлер. Учение о рефлексах в работах И. Прохаска. Преформизм и эпигенез в эмбриологии животных. Микроскопические исследования	2

Репозиторий ВГУ

		зародышевого развития К.Ф. Вольфа. Креационизм и трансформизм, как первые гипотезы развития живой природы. Господство метафизического мировоззрения. Концепция постоянства видов и преформизм. Идеалистическая трактовка целесообразности в природе. Французский материализм XVIII в. Природа Беларуси в трудах иностранных и отечественных путешественников и ученых XVI – XVIII вв. Биологические и экологические представления в Беларуси XVIII в. Основные биологические открытия XV – XVIII вв.	
4.	Естествознание в эпоху возрождения.	Формирование естественных наук в I-ой пол. XIX в. Их роль в промышленной революции. Кризис метафизического мировоззрения. Развитие анатомии и морфологии животных. Вклад Ж. Кювье и Э.Ж. Сент-Илера. Открытие зародышевых листков М. Пандером, открытие яйцеклетки у млекопитающих и теория зародышевых листков К. Бэра. Клеточная теория Т. Шванна. Формирование гистологии в трудах Я. Пуркине и И. Мюллера. Теория эволюции Ж. Б. Ламарка, К. Ф. Рулье – первый русский эволюционист. Теория эволюции Ч. Дарвина. Ее значение в развитии биологии. Перестройка палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии и систематики животных. Последователи Ч. Дарвина в России (В.О. и А.О. Ковалевские, И.И. Мечников) и Западной Европе (Л. Долло, Ф. Мюллер, Э. Геккель, Т. Гексли и др.). Развитие физиологии человека и животных – научной основы медицины и ветеринарии. Формирование микробиологии. Исследования этиологии и возбудителей инфекционных болезней Р. Коха и Л. Пастера. Фагоцитарная теория иммунитета И.И. Мечникова и гуморальная теория П. Эрлиха. Открытие вирусов. Формирование почвенной микробиологии (С.Н. Виноградский). Выделение цитологии в самостоятельную науку. Создание светового микроскопа. Открытие митоза. Разработка проблемы мейоза и оплодотворения. Открытие двойного	2

Репозиторий ВГУ

		оплодотворения у растений (С.Г. Навашин). Формирование экологических понятий. Возникновение экологии. Экология в трудах Э. Геккеля, К. Ф. Рулье, Н. А. Северцова.	
5.	19 век – век классического естествознания.	Основные этапы развития биологии в XX в. Развитие биохимии и молекулярной биологии. Исследования строения белков и углеводов, нуклеиновых кислот. Разработка теории катализа. Открытие антибиотиков. Рентгеноструктурный анализ нуклеиновых кислот и белка. Новые методы исследования: ультроцентрифугирование, хроматография, рентгеноструктурный анализ. Развитие зоологии. Теоретические работы А.Н. Северцова, Э. Майера, И. Шмальгаузена, В. Догеля. Разработка проблем систематики, зоогеографии, протистологии, паразитологии. Развитие ботаники. Теория строения растений. Новые методы систематики и системы растений. Разработка теории вида. Достижения физиологии человека и животных. Изучение процессов координации. Теория функциональных систем. Рефлекторная регуляции тонуса, функций коры и органов чувств, вегетативной нервной системы, кровообращения и дыхания. Открытие нейромедиаторов, адреналина, тироксина, паратгармона. Возникновение этологии. Развитие классической генетики. Создание хромосомной теории наследственности. Открытие искусственного и химического мутагенеза. Популяционная генетика. Исследование генетической роли нуклеиновых кислот. Открытие двойной спирали ДНК, репликации и обратной транспирации. Дифференциальная активность генов. Методы генной инженерии. Жизнеобеспечение человека и продление его жизни.	2
6.	Теория эволюции Ч. Дарвина и ее роль в развитии естествознания.	Гипотезы о возникновении жизни. Устаревшие концепции: Самозарождение; Панспермия; Теория стационарного состаяния. Современные представления о происхождении жизни: Генобиоз и голобиоз; Теория Опарина-Холдейна. Полицентрическая концепция жизни. Биологическое разнообразие как феномен	2

Репозиторий БГУ

		Земли и проблемы его сохранения. Биотехнология, биоэнергетика, альтернативные источники энергии, обеспечение продовольственными ресурсами. Рациональное использование и воспроизводство биологических ресурсов. Утилизация отходов. Развитие экологии и ее роль в решении проблем устойчивого развития современного общества и охране биосферы.	
7.	Естествознание 20 века.	Развитие физики, математики, химии, наук о Земле в 20 столетии. Главнейшие открытия. Успехи в в изучении строения атома, радиоактивности, структуры Земли. Космические исследования.	2
8.	Успехи современной биологии.	Оценка современного уровня состояния биологии, ее роли в жизни общества. Дальнейшее развитие биологии и экологии: классических и новых наук. Дальнейшая дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследований. Уровни биологических исследований. Теоретическая биология. Биология развития. Космическая биология. Разработка проблемы происхождения, эволюции и уровней жизни. Перспективы биологии и экологии в обеспечении устойчивого развития современного общества и охраны природы.	2
9.	Концепции и основные проблемы современного естествознания, пути их решения.	Естествознание и устойчивое развитие общества. Экологический кризис, его проявление и пути выхода. Биотехнологии. Рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.	2
10.	История естествознания в Беларуси.	Представления о природе Беларуси иностранных и отечественных путешественников и ученых 16-17 веков. Естественно-научные исследования 19-20 веков. Освоение Полесья.	2
11	Естествознание в Беларуси в 20 – 21 веках.	Биологические исследования в Беларуси в XX ст. Роль НАН Беларуси и высших учебных заведений. Основные научные центры и школы. Достижения ученых биологов и экологов Беларуси. Разработка теории и практики	2

Репозиторий ВГУ

		рационального использования биоресурсов, сельского, охотничьего и рыбного хозяйства, медицины и ветеринарии. Разработка научных основ охраны живой природы, Сети охраняемых природных территорий.	
12	Итого		22

2.2. Практические (семинарские) занятия, их тематика и объем в часах.

№	Тема	Содержание	Часы
1.	Естествознание – совокупность наук о природе.	Естествознание, как область познания природы. Место в системе наук. Факторы, определяющие развитие науки. Методы и средства исследований. Первоначальные знания о природе у древних людей. Значение опыта.	2
2.	Естествознание в эпоху античности.	Античная натурфилософия. Главнейшие центры цивилизации. Ионийский центр в Греции. Милетская школа и ее представители. Древнеримский центр.	2
3.	Естествознание в средние века, эпоху Возрождения.	Социально-экономические условия в эпоху феодализма. Первые университеты. Естествознание в России. Открытия русских ученых.	2
4.	Концепции и основные проблемы современного естествознания.	Естествознание и устойчивое развитие общества. Экологический кризис, его проявление и пути выхода. Биотехнологии. Рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.	2
5.	Естествознание в Беларуси в 20 веке.	Биологические исследования в Беларуси в XX ст. Роль НАН Беларуси и высших учебных заведений. Основные научные центры и школы. Достижения ученых биологов и экологов Беларуси. Разработка теории и практики рационального использования биоресурсов, сельского, охотничьего и рыбного хозяйства, медицины и ветеринарии. Разработка научных основ охраны живой природы, Сети охраняемых природных территорий.	2
6.	Итого		10

Репозиторий БГУ

2.4. Курсовая работа.

Учебным планом не предусмотрена.

2.5. Самостоятельная контролируемая работа студентов и ее объем

№ п/п	Наименование	Содержание	Объем в часах
1.	Основные этапы развития естествознания.	Историческая периодизация естествознания. Социально-экономические факторы. Основные научные школы и представители. Главнейшие научные открытия. Интеграция и дифференциация наук. Современные методы исследования. Роль естественных наук в обеспечении устойчивого развития общества.	1
2.	Естествознание в Беларуси XX-XX1 вв.	История естествознания в Беларуси. Современное состояние. Основные научные центры и школы. Открытия белорусских ученых. Роль белорусской науки в решении народных хозяйственных проблем.	1

Репозиторий ВГУ

3. Учебно-методическая карта

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудит. часов				Матер. обеспеч. занятия (наглядные, методические пособия	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	пакт. (сем.) занятия	Лаб.занятия	Упр. сам. раб.			
1	Естествознание – совокупность наук о природе.	2	1	-	-	1,7,10, 11,13	1,7,8,15,16	реферат, собеседование
2	Естествознание в античную эпоху.	2	1	-	-	1,13,14	1,3,4,7,9,10	реферат, собеседование
3	Естествознание в эпоху средневековья.	2	1	-	1	13, 14	7, 9,10	реферат, собеседование
4	Естествознание в эпоху возрождения.	2	1	-	-	2,4,5,13,14	1,3,4,5,7,10, 11	реферат, собеседование
5	19 век – век классического естествознания.	2	2	-	1	7,6,8,9, 13,14	2,3,4,6,7,10,14	реферат, опрос, собеседовани

Репозиторий ВГУ

								е
6	Теория эволюции Ч. Дарвина и ее роль в развитии естествознания.	2	-	-	-	13, 14	2,3,4,6,7,10,14	реферат, опрос, собеседование
7	Естествознание 20 века.	2	1	-	-	12,13,14	9,4,14,15,16	реферат, опрос, собеседование
8	Успехи современной биологии.	2	1	-	-	1,6,8,9	12,13,16	реферат, опрос, собеседование
9	Концепции и основные проблемы современного естествознания, пути их решения.	2	1	-	-	12,13	12,13,16	реферат, опрос, собеседование
10	История естествознания в Беларуси.	2	-	-	-	8,9	12,13,16	реферат, опрос, собеседование
11	Естествознание в Беларуси в 20 – 21 веках.	2	1	-	-	9,10	13,16	реферат, опрос, собеседование
Всего		22	10	-	2			

Репозиторий ВГУ

4. Информационная (информационно-методическая часть)

4.1. Основная и дополнительная литература

№ п/п	Перечень литературы	Год издания
	Основная	
1.	История биологии с древнейших времен до начала XX в. Под ред. С.Р. Микулинского. М.	1972
2.	История биологии с начала XX в. до наших дней. Под. ред. Л.Л. Бляхера. М.	1975
3.	Бабий Т.П. и др. Биологи (биографический справочник). Киев.	1984
4.	Сорокина Т.С. История медицины. Мн.	1988
5.	Полянский Ю.И. Клеточная теория, современность, перспективы. М.	1989
6.	Сойфер В.Н. Очерки истории молекулярной генетики. М.	1970
7.	Петров К.М. Общая экология. СПБ.	1998
	Дополнительная	
8.	Рожанский И.Д. Античная наука. М.	1980
9.	Естественнонаучные представления древней Руси. М.	1978
10.	Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. М.	1998
11.	Вермель Е.М. История учения о клетке. М.	1970
12.	Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.	2002
13.	Соломатин В.А. История и концепции современного естествознания. М.	2002
14.	Академия наук Белорусской ССР. Мн.	1979
15.	Атлас науки Республики Беларусь. Мн.	2004
16.	О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2006 г. Мн.	2007

4.2.а Перечень наглядных и методических пособий, указаний, материалов

№	Перечень пособий
	I. Таблицы и схемы
1.	Схема развития науки.
2.	Доказательства эволюции.
3.	Палеонтологические ряды В.А. Ковалевского.
4.	Происхождение многоклеточных.
5.	Родословное древо.
6.	Схема космического корабля и его автономных систем жизнеобеспечения.
7.	Биосфера. Биогеохимические циклы.
8.	Схема генетического кода.

Репозиторий ВГУ

9.	Схема строения молекулы белка.
10	Схема социального (антропогенного) обмена веществ.
	II. Карты
11	Центры античной цивилизации
12	Охраняемые природные территории и объекты Беларуси.
13	Портреты выдающихся ученых биологов и деятелей естествознания
14	Коллекции и натуральные объекты по ботанике, зоологии и палеонтологии

4.2.б. Методические материалы с использованием компьютерных технологий (CD и DVD записями)

1.Жизнь древнего человека.
2.Эпоха Возрождения.
3.Хозяйство и культура восточных славян.
4.Чарльз Дарвин – страницы жизни.
5.Биологическое разнообразие Земли.
6.Биосфера.
7.Покорение Космоса.
8.Генетический код.
9.Охраняемые природные территории Беларуси.
10.Наука Беларуси – сельскому хозяйству.

Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности на 2009/2010 уч. год.

Дисциплина, опирающаяся на Историю биологии		**Предложения об изменениях материала и т. д.**	**(прот. №, дата) каф., разработ. программу**
Ботаника	Ботаники	Изложение истории развития ботаничес	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)

Репозиторий ВГУ

		кой науки вести с учетом освещения ее в соответствующих разделах ботанических дисциплин	
Зоология	Зоологии	Изложение истории развития зоологической науки вести с учетом освещения ее в соответствующих разделах зоологических дисциплин	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)
Философия	Философии	Изложение естественнонаучных взглядов античных философов и концепций современной биологии вести с учетом их	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)

Репозиторий ВГУ

		изучения в курсе философии	

Дополнения и изменения в рабочей программе
на 20 - 20 уч. год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Протокол № от «____» _____ 20 г.
Заведующий кафедрой _____
(Ф.И.О., подпись)

Внесенные изменения утверждаю
Декан факультета _____
(Ф.И.О., подпись)

«___» _____ 20 г.

Репозиторий ВГУ

Дополнения и изменения в рабочей программе
на 20 - 20 уч. год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Протокол № от «____» _____ 20 г.
Заведующий кафедрой _____
(Ф.И.О., подпись)

Внесенные изменения утверждаю
Декан факультета _____
(Ф.И.О., подпись)

«___» _____ 20 г.

Репозиторий ВГУ

Естествознание – наука о явлениях и законах природы. На современном этапе развития естествознание включает множество отраслей: физику, химию, биологию, биохимию, геохимию, астрономию, генетику, экологию и др. Естествознание так же охватывает широкий спектр вопросов о разнообразных свойствах объектов и явлений природы, которую можно рассматривать как целостную систему. Изучение природы всегда было естественным стремлением человека познать окружающий его мир и стало основой для повседневной практической деятельности. Основные понятия и само представление о закономерностях изменения явлений, а так же способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к природе, понимание ее места в мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были и остаются основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время естественнонаучные знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

В курсе даются основные концепции развития современного естествознания. Понятие «концепция» включает в себя основополагающие идеи, принципы, что позволяет получить фундаментальные знания о природе и на их основе более детально изучить специализированные дисциплины профильной подготовки. Концептуальное мышление и восприятие естествознания необходимо для студентов естественных и гуманитарных факультетов, так как оно показывает роль естествознания в современной жизни и приложимость его принципов и законов к разнообразным сферам теоретической и практической деятельности человека.

Лекция 1
Тема: Естествознание – совокупность наук о природе.
План:
1.Наука как часть духовной культуры.
2.Факторы, определяющие развитие науки.
3.Естествознание и его место в системе наук.
4.Предмет и задачи курса.
5.Методы научного познания в естествознании.
6.Роль в формировании научного мировоззрения и общественном прогрессе.
7.Процесс естественно – научного познания, его специфика и формы.
8.Научное открытие и доказательство.

ВВЕДЕНИЕ

Естествознание – наука о явлениях и законах природы. На современном этапе развития естествознание включает множество отраслей: физику, химию, биологию, биохимию, геохимию, астрономию, генетику, экологию и др. Естествознание охватывает широкий спектр вопросов о разнообразных свойствах объектов и явлений природы, которую можно рассматривать как целостную систему. Успехи естествознания, особенно с XVII–XVIII вв., надолго сделали принципы естествознания эталоном рациональности. Изучение природы было естественным стремлением человека познать окружающий мир и стало основой практической деятельности. Основные понятия, само представление о закономерностях изменения явлений, способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к природе, понимание ее места в мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время естественнонаучные знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

Репозиторий ВГУ

Основные мировоззренческие и методологические принципы современного естествознания, ведущие направления их развития и положение в общекультурной картине мира предлагаются для изучения в курсе «Концепции современного естествознания». Однако подробное изложение естественнонаучных знаний, накопленных во всех отраслях естествознания, – необходимый, но сложный процесс, для решения которого в данном курсе используем принцип концептуальности изложения научного материала.

Понятие «концепция» включает в себя основополагающие идеи, принципы, что позволяет получить фундаментальные знания о природе и на их основе более детально изучить специализированные дисциплины профильной подготовки. Концептуальное мышление и восприятие естествознания необходимо для студентов естественных, технических и гуманитарных факультетов, так как оно показывает роль естествознания в современной жизни, приложимость его принципов и законов к разнообразным сферам теоретической и практической деятельности человека.

ПРЕДМЕТ И СТРУКТУРА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Термин «естествознание» происходит от соединения слов «естество», то есть природа, и «знание». Таким образом, дословное толкование термина – знание о природе.

► Естествознание в современном понимании – наука, представляющая собой комплекс наук о природе, взятых в их взаимосвязи. При этом под природой понимается все сущее, весь мир в многообразии его форм.

Наука. Функции науки

► Наука – это особый рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке или математическом доказательстве.

Науку рассматривают как сферу исследовательской деятельности, направленную на производство новых знаний о природе, обществе и человеке, включающую в себя все условия этого производства: ученых с их знаниями и способностями, научные учреждения и специальное оборудование, методы научно-исследовательской работы, систему научной информации.

Возникнув в Европе после философии и религии, в современном виде наука сформировалась в XVI–XVIII вв. Причина возникновения науки – соединение в своеобразном типе европейской культуры восточной чувственности с греческой рациональностью. Активно развиваясь, к началу XVIII в. наука заняла доминирующее место в культуре человеческой деятельности. С тех пор значение науки неуклонно возрастает. Если в начале XIX в. развитие науки зависело от развития производства, то к концу столетия ситуация изменилась: развитие науки стало предшествовать развитию производства.

В XX в. объем научной информации удваивался каждые 10–15 лет. В настоящее время наука охватывает около 15 тыс. дисциплин, которые разделяются на фундаментальные и прикладные, естественные и общественные. **Изменился и статус ученого. До конца XIX в. научные исследования велись в университетах, где ученый добывал средства к жизни преподавательской работой. В настоящее время ученый – это особая профессия.** С разделением науки на фундаментальную и прикладную, произошедшим в XX столетии, теоретические исследования стали непосредственно влиять на производство. Наука превратилась в важную производительную силу общества.

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

Наука как отрасль культуры.

Наука решает частные проблемы и дает относительные ответы на частные вопросы, которые подтверждаются опытом. При этом в науке никогда не имеется достаточных оснований для уверенности в том, что достигнута истина.

Как сфера человеческой деятельности наука имеет специфические черты.

Репозиторий ВГУ

Универсалъностъ – сообщает знания, истинные для тех условий, при которых они получены.

Обезличенностъ – конечные результаты научного познания не зависят от национальности ученого, от места его проживания или индивидуальных особенностей.

Систематичностъ – наука имеет определенную взаимосвязанную структуру, а не является бессвязным набором частей.

Фрагментарностъ – наука делится на отдельные дисциплины, поскольку изучает не бытие в целом, а различные фрагменты реальности и ее параметры.

Общезначимостъ – научные знания могут быть использованы всеми людьми. Наука оперирует единым языком терминов и понятий.

Незавершенностъ – процесс научного познания бесконечен, так как научное знание не может достичь абсолютной истины.

Преемственностъ – новые знания определенным образом соотносятся со старыми знаниями.

Критичностъ – всякое знание относительно, любые результаты могут быть поставлены подсомнение и пересмотрены.

Достоверностъ – любые научные выводы основаны на результатах, прошедших разностороннюю проверку.

Внеморалъностъ – научные истины нейтральны в морально-этическом плане. Нравственные оценки могут относиться либо к деятельности по получению знания, либо к деятельности по его использованию.

Рационалъностъ – разработка теорий, выходящих за рамки эмпирического уровня, на основе законов логики.

Чувственность – научные результаты признаются достоверными только после того, как они эмпирически проверены с использованием чувственного восприятия.

Кроме того, для науки характерны свои методы исследований, использование приборов и оборудования, особый язык.

Таким образом, специфика науки как отрасли культуры заключается в следующем:

♦ наука познает реальность посредством изучения отдельных ее частей;

♦ результаты науки требуют эмпирической проверки.

Наука как способ познания мира

Наиболее развитой формой познания в настоящее время является наука. Она познает объективные законы изучаемых явлений. Благодаря этому наука обладает предсказательной функцией, позволяет предвидеть ход событий. Формула науки: знать, чтобы предвидеть; предвидеть, чтобы действовать со знанием дела. Наряду с наукой существует вненаучное познание, занимающее важное место в жизни человека. На практике вненаучные формы познания часто бывают незаменимы. Среди них наиболее распространено **обыденное познание.**

Под обыденным познанием понимают неспециализированную познавательную деятельность человека в процессе его жизнедеятельности. Результатом обыденного познания является жизненно-практическое знание. Такое знание не требует для своего усвоения и передачи специальной подготовки. При этом жизненно-практическое знание является ключевым во взаимопонимании людей и образует основу любого другого знания, в том числе и научного. Помимо обыденного, к вненаучному относят многочисленные специализированные виды практического познания и знания – например, практическое животноводство, растениеводство и т.д.

Результатом обыденного познания, так же как и научного, может быть объективное знание о мире. При этом научное и обыденное познание имеют ряд важных отличий:

1. Характер объекта познания. Обыденный опыт имеет дело с целым объектом и всем комплексом его внешних связей. В науке объект познают посредством изучения его

Репозиторий ВГУ

частей и нахождения связей между ними, при этом на теоретическом уровне имеют дело не с самими объектами, асихидеализированными моделями.

2. Системностъ и обоснованностъ – признак, отличающий научное знание от обыденного. Научные знания выстраиваются в систему посредством логического выведения одних утверждений из других.

3. Проверка достоверности полученных знаний. Достоверность обыденного знания может быть установлена только опытом или в процессе производства. Наука использует специфическое средство проверки знаний – эксперимент.

4. Исполъзование специалъной аппаратуры. В отличие от обыденного познания наука нуждается в специальных орудиях и средствах исследования – научной аппаратуре (инструментах, приборах, оборудовании).

5. Исполъзуемый язык. В процессе обыденного познания пользуются обычным, разговорным языком. В науке помимо разговорного используется особо разработанный язык специфических терминов, символов, схем, формул.

6. **Необходимостъ особой подготовки.** В отличие от обыденного познания занятия наукой требуют особой подготовки – теоретической, практической, методической.

Переход к научному познанию был длительным. К этапу зарождения и начального развития научного познания можно отнести период примерно с VII–V вв. до н. э., когда в Древней Греции возник интерес к пониманию мира в целом, до XVI–XVIII вв. – времени возникновения науки. Познавательной предпосылкой науки явилось развитие критических функций разума и абстрактного мышления. Еще в древнем мире человек стал выделять себя из мира природы, почувствовал себя активной силой. Возникшее в дальнейшем общественное разделение труда способствовало накоплению рациональных знаний, а значит, и развитию научного способа познания.

Научное познание иначе называют научным исследованием. Наука – не только результат научного исследования, но и само исследование. Она имеет определенную структуру. Выделяют два уровня научного исследования – эмпирический и теоретический.

► Эмпирическое исслелование (отгреч. empeiria –опыт) – это опытное познание.

► Теоретическое исслелование (от греч. theoria – рассматриваю, исследую) представляет собой систему логических высказываний, включающих в себя математические формулы, схемы, графики и др., образованные для установления законов природных, технических и социальных явлений.

На основе эмпирических исследований могут быть сделаны эмпирические обобщения. На основе эмпирических обобщений формулируется гипотеза (от гр. hypothesis – основание, предположение) – научное предположение. Для формулировки гипотезы, объясняющей эмпирические факты, необходимо все предшествующее знание, касающееся данной проблемы. Научное предположение остается гипотезой до эмпирического подтверждения. После выдвижения определенной гипотезы с целью ее проверки исследование опять возвращается на эмпирический уровень. Для проверки научной гипотезы проводятся новые эксперименты. Если гипотеза выдерживает эмпирическую проверку, то она приобретает статус закона или закономерности, если нет – считается опровергнутой, и поиски иной, более приемлемой, гипотезы продолжаются.

Совокупность нескольких законов, относящихся к одной области знания, называется теорией. В случае, если теория в целом не получает убедительного эмпирического подтверждения, она может быть дополнена новыми гипотезами. Подтвержденная на практике теория считается истинной до тех пор, пока не будет предложена новая теория, лучше объясняющая известные эмпирические факты, а также новые эмпирические факты, которые стали известны уже после принятия первоначальной теории и оказались противоречащими ей. Основной смысл, суть той или иной теории, выражается в концепции. Когда теория еще не выработана, а имеется только главная идея для объяснения определенных событий, то такую идею тоже называют концепцией.

Репозиторий ВГУ

► Концепция (от лат. conceptio – понимание, система) – это определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, процесса, явления либо ведущий замысел, конструктивный принцип научной деятельности.

Таким образом, каждая теория или гипотеза имеет свою концепцию, свой смысл и свой принцип научной деятельности.

Наука как социальный институт

В XVII–XVIII вв. в Европе были созданы первые научные общества, академии, начали издаваться научные журналы. Наука сложилась как социальный институт. Стремительным развитием всех отраслей науки характеризуется XX в. В этот период времени осуществлялось строительство крупных исследовательских институтов и лабораторий, оснащенных разнообразными приборами, вычислительной и иной техникой. Еще более интенсивными темпами развитие науки происходит в настоящее время.

Внимание государства к науке в истории общества росло по мере того, как возрастали ее социальные функции. На протяжении четырех столетий наука завоевывала одну общественную позицию за другой. Срастаясь со всеми формами материального и духовного производства, политической и идеологической жизнью общества, наука превратилась в непосредственную производительную силу, в важнейший компонент научно-технического прогресса. Поэтому общество, заботящееся о своем будущем, заинтересовано в увеличении финансовых затрат на развитие науки.

О масштабах научной сферы жизни современного общества свидетельствует численность ученых в мире. Если в начале XIX в. количество ученых составляло около 1 тыс. человек, к началу XX в. – уже порядка 100 тыс. человек, то к началу XXI в. численность научных работников в мире составила свыше 5 млн человек. Девяносто процентов всех ученых, когда-либо живших на планете, – наши современники. Согласно статистическим данным, удвоение объема научной информации в современном обществе происходит каждые 10–15 лет. Более 90 % всех важнейших научно-технических достижений человечества приходится на XX – начало XXI в.

Система современного научного знания включает около 15 тыс. дисциплин, научных журналов насчитывается несколько сотен тысяч. В авангарде науки идут фундаментальные исследования. Высокими темпами развивается прикладная наука, основанная на экспериментальной, опытно-промышленной базе. Современные научные исследования требуют существенных материальных вложений. Например, строительство синхрофазотрона, необходимого для проведения исследований в области физики элементарных частиц, требует миллиардов долларов. Особенно дорогостоящими являются космические исследования. В развитых странах на науку сегодня затрачивается 2–3% валового национального продукта. Но без этого невозможны ни достаточная обороноспособность страны, ни ее производственное могущество.

В истории мировой науки российская наука всегда занимала одно из ведущих мест. В конце 80-х гг. XX в. вСССР было около 1,5 млн научных работников, что составляло примерно одну четверть ученых всего мира. Из них около 40 % занимались проблемами технических наук, порядка 30 % составляли специалисты в области естественных наук и медицины, а 30 % от общей численности советских ученых работали в гуманитарных научных областях.

После развала СССР, ввиду низких материальных вложений и российская,и белоруская наука находились в тяжелом состоянии, вследствие чего имела место массовая эмиграция ученых. С начала 90-х гг. прошлого столетия, то есть за неполные 20 лет, россию покинули около 1,5 млн специалистов. Анологичные процессы имели место и в нашей стране. Согласно статистическим данным, заработная плата исследователей в фундаментальной науке в промышленно развитых странах Запада в 40–50 раз выше, чем в России, а годовые расходы на фундаментальную науку в США, например, в 8 раз больше. Тем не менее в настоящее время ситуация начала стабилизироваться, многие ученые предпочитают оставаться в Беларуси, а не уезжать за рубеж. Это связано с позитивным

Репозиторий ВГУ

экономическим развитием страны, с увеличением государственных и частных инвестиций в научную сферу.

Экономический подъем Беларуси невозможен без опережающего развития науки. Поэтому в настоящее время наука является одним из приоритетных направлений в деятельности государства.

Естествознание – комплекс наук о природе

Естествознание, как указывалось ранее, – это совокупность наук о природе, взятых в их взаимосвязи. Однако данное определение не отражает в полной мере сущности естествознания, поскольку природа выступает как единое целое. Это единство не раскрывается ни одной частной наукой, ни всей их совокупностью. Множество специальных естественнонаучных дисциплин своим содержанием не исчерпывает всего, что мы подразумеваем под природой: природа глубже и богаче всех имеющихся теорий.

Понятие природы трактуется по-разному. В самом широком смысле под природой понимается все сущее, весь мир в многообразии его форм. Природа в этом значении стоит в одном ряду с понятиями материи, Вселенной. Наиболее употребительно толкование понятия «природа» как совокупности естественных условий существования человеческого общества. В данной трактовке характеризуются место и роль природы в системе исторически меняющегося отношения к ней человека и общества. В более узком смысле под природой понимают объект науки, а точнее – совокупный объект естествознания.

Современное естествознание развивает новые подходы к пониманию природы как единого целого. Это выражается в представлениях о развитии природы, о различных формах движения материи и разных структурных уровнях организации природы, в расширяющемся представлении о типах причинных связей. Например, с созданием теории относительности существенно видоизменились взгляды на пространственно-временную организацию объектов природы; развитие современной космологии обогащает представления о направлении естественных процессов; развитие экологии привело к пониманию глубоких принципов целостности природы как единой системы.

► В настоящее время под естествознанием понимается точное естествознание, то есть такое знание о природе, которое базируется на научном эксперименте, характеризуется развитой теоретической формой и математическим оформлением.

Для развития специальных наук необходимо общее знание природы, комплексное осмысление ее объектов и явлений. Для получения таких общих представлений каждая историческая эпоха вырабатывает соответствующую естественнонаучную картину мира.

Исторические этапы познания природы

Процесс познания человеком природы начался еще в глубокой древности, но интенсивно стал развиваться в античный период. Важную роль в дальнейшем становлении естествознания как науки сыграли основанные на наблюдениях великие догадки древних философов.

Так, родоначальник античной натурфилософии Фалес сумел предсказать солнечное затмение, наблюдавшееся в Греции в 585 г. до н э. Эмпедокл, живший в VI в. до н. э., объяснил причину солнечного затмения прохождением Луны между Солнцем и Землей. Эмпедокл также высказал удивительную догадку о том, что свет распространяется с огромной скоростью и мы просто не замечаем длительности его распространения. Помимо работ в области астрономии Фалес известен также своими трудами по географии и физиологии, а Эмпедокл прославился не только как философ, но и как врач, физик и физиолог. Широко известны достижения античности в математике (Евклид, III в. до н. э., Пифагор, VI в. до н. э.), механике (Архимед, III в. до н. э.), астрономии (Птолемей, II в. до н.э.).

В средневековье процесс познания природы находился в полной зависимости от богословия. В этот период развивались астрология, алхимия, магия и другие виды оккультного знания. Тем не менее постепенно накапливались новые факты и оттачивалась

Репозиторий ВГУ

логика теоретического мышления. Например, возникновению и развитию научной химии, несомненно, способствовали работы средневековых алхимиков.

Историю алхимии обычно начинают с IV в. н. э. В течение примерно тысячелетия алхимики пытались с помощью химических реакций, протекающих в сопровождении специфических заклинаний, получить философский камень, способствующий превращению любого вещества в золото, приготовить эликсир долголетия, создать универсальный растворитель. В качестве побочных продуктов их деятельности появились многие открытия, решения практически важных задач. Были созданы технологии получения красок, стекол, лекарств, сплавов. Алхимические исследования, не состоявшиеся теоретически, в дальнейшем явились основой для развития экспериментального естествознания.

Особую роль в развитии процесса познания природы в X–XII вв. сыграли мыслители арабско-мусульманского мира, сохранившие связь с античной натурфилософией: ирано-таджикский философ и врач Ибн-Сина (Авиценна), ирано-таджикский математик, астроном, поэт и мыслитель Омар Хайям. Таким образом, в античный и средневековый периоды были созданы предпосылки для развития научного естествознания.

Становление естествознания в современном его понимании, по мнению историков науки, прошло три стадии и в конце XX в. вступило в четвертую стадию.

Первая стадия научного естествознания – натурфилософия, зародившаяся в позднем средневековье, относится к эпохе Возрождения (XV–XVI вв.). Этот период характеризуется получением знаний путем наблюдения, а не эксперимента, преобладанием догадок, а не опытно воспроизводимых выводов. При этом натурфилософия несет в себе глубокую конструктивную идею необходимости союза естествознания и философии, что прослеживается во всей последующей истории естествознания. Так, картина мироздания Дж. Бруно представляет собой воспроизведение философской модели античных атомистов на основе данных астрономических наблюдений. Итальянский философ доказывал, что у Вселенной нет центра, она беспредельна и состоит из бесконечного множества звездных систем. Теоретические положения и выводы, сделанные Дж. Бруно, базируются не столько на опытных данных, сколько на философском положении о целостности и непротиворечивости картины мира.

Таким образом, несмотря на неразвитость естествознания, стадию натурфилософии отличает важная методологическая основа – синтез философских и естественнонаучных идей. Именно благодаря философскому подходу к осмыслению естественнонаучных знаний создаются научные картины мира, которые вырабатываются наукой каждой исторической эпохи.

Вторая стадия развития естествознания – аналитическое естествознание (XVII – конец XIX в.) – связана с формированием и систематическим развитием экспериментально-теоретических исследований. Натурфилософское познание природы превратилось в современное естествознание, в систематическое научное познание на базе экспериментов и математического изложения полученных результатов. На стадии аналитического естествознания была получена основная масса достижений в изучении природы. Среди них – открытие законов классической механики, закона всемирного тяготения, периодического закона, разработка теории химического строения органических соединений, теории эволюции живых организмов.

Возникли и начали интенсивное развитие естественные науки: физика, химия, биология, география, геология. Накопление знаний требовало более детального изучения объектов, что вело к дифференциации соответствующих наук. Так, химия разделилась на органическую и неорганическую, затем появились физическая и аналитическая химия. В биологии были выделены ботаника, зоология, анатомия, физиология. При этом внимание ученых было обращено главным образом на исследование объектов природы в сравнении с исследованиями процессов. Так, в химии изучали главным образом элементный состав и строение молекул веществ, и только к концу XIX в. ведущее место стало занимать учение о химических реакциях. В этот период преобладал подход к рассмотрению природы как

Репозиторий ВГУ

неизменной во времени, то есть вне эволюции, а ее разных сфер – вне связи друг с другом. Несмотря на то что естествознание постепенно проникалось идеями эволюционного развития, данный подход просуществовал в науке вплоть до середины XIX в.

Таким образом, стадию аналитического естествознания характеризуют следующие особенности:

♦ тенденция к возрастающей дифференциации естественных наук;

♦ преобладание эмпирических (то есть полученных посредством эксперимента) знаний над теоретическими;

♦ преимущественное исследование объектов природы в сравнении с исследованиями процессов;

♦ подход к рассмотрению природы как неизменной во времени, а ее разных сфер – вне связи друг с другом.

Третья стадия – синтетическое естествознание (конец XIX – конец XX в.).

На стадии синтетического естествознания возрастает роль теоретических знаний, интенсивно исследуются как природные объекты, так и процессы. Эволюционный подход к познанию природы становится методологической основой синтетического естествознания. Этот период развития науки характеризуется ясным пониманием целостности природы и неразрывной взаимосвязи отдельных ее частей. Например, любой живой организм можно рассматривать как механическую систему и как систему термодинамическую. Одновременно жизнь рассматривается как множество непрерывно протекающих химических реакций. При этом важно понимать, что данные подходы имеют относительный характер. Живой организм – единое целое, и потому подход к его изучению должен быть комплексным. Одним из результатов комплексного подхода к изучению природы как единого целого стало возникновение экологии – науки о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой.

Необходимость комплексного изучения природных объектов и явлений, с одной стороны, и одновременно растущая дифференциация наук—с другой, привели к необходимости создания синтетических дисциплин. Так на стыке смежных наук – биологии, химии, физики – появились физическая химия, биохимия, физико-химическая биология. Таким образом, главной отличительной особенностью синтетического естествознания является ориентация на создание синтетических научных дисциплин.

В конце XX столетия естествознание вступило в четвертую стадию своего развития, которую называют интегральным естествознанием. Интегральное естествознание характеризуется не столько продолжающимися процессами синтеза двух-трех смежных наук, сколько масштабным объединением разных дисциплин и направлений научных исследований. Примером таких новых интегральных научных направлений является кибернетика.

Кибернетика – это наука об общих принципах управления в машинах, живых организмах и обществе. Это интегральная наука, возникшая на стыке ряда специальных дисциплин – теории автоматов, техники связи, математической логики, теории информации и др.

Другим примером масштабной научной интеграции является синергетика, претендующая на роль общей теории развития. Синергетика – новое направление междисциплинарных научных исследований процессов возникновения порядка из беспорядка (самоорганизации) в открытых системах физической, химической, биологической и другой природы. Существенную роль в процессе научной интеграции выполняют такие общенаучные методы исследования, как математизация естествознания, разработка принципов системных исследований, использование новейших информационных технологий.

Таким образом, современный этап в развитии естествознания отличают ясное понимание целостности природы, эволюционный подход к ее изучению и к осмыслению результатов исследований, интенсивно идущие процессы интеграции разных научных

Репозиторий ВГУ

направлений. Усиливающаяся тенденция к интеграции естественных наук позволяет предположить, что в дальнейшем на какой-то более глубокой основе будут объединены все науки о неживой и живой природе. Естествознание, вероятно, будет выступать как единая и многогранная наука о природе.

Структура современного естествознания

Современное естествознание представляет собой раздел науки, основанный на воспроизводимой эмпирической проверке гипотез и создании теорий или эмпирических обобщений, описывающих природные явления. Совокупный объект естествознания – природа. Предмет естествознания – факты и явления природы, которые воспринимаются нашими органами чувств непосредственно или опосредованно, с помощью приборов.

Задача ученого состоит в том, чтобы выявить эти факты, обобщить их и создать теоретическую модель, включающую законы, управляющие явлениями природы. Например, явление тяготения – конкретный факт, установленный посредством опыта; закон всемирного тяготения – вариант объяснения данного явления. При этом эмпирические факты и обобщения, будучи установленными, сохраняют свое первоначальное значение. Законы могут быть изменены в ходе развития науки. Так, закон всемирного тяготения был скорректирован после создания теории относительности.

Основной принцип естествознания гласит: знания о природе должны допускать эмпирическую проверку.

Это означает, что истиной в науке признается то положение, которое подтверждается воспроизводимым опытом. Таким образом, опыт является решающим аргументом принятия той или иной теории.

Современное естествознание представляет собой сложный комплекс наук о природе. Оно включает в себя такие науки, как биология, физика, химия, астрономия, география, экология и др. Естественные науки различаются предметом своего изучения. Например, предметом изучения биологии являются живые организмы, химии – вещества и их превращения. Астрономия изучает небесные тела, география – особую (географическую) оболочку Земли, экология – взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой. Каждая естественная наука сама является комплексом наук, возникших на разных этапах развития естествознания. Так, в состав биологии входят ботаника, зоология, микробиология, генетика, цитология и другие науки. При этом предметом изучения ботаники являются растения, зоологии – животные, микробиологии – микроорганизмы. Генетика изучает закономерности наследственности и изменчивости организмов, цитология – живую клетку. Химия также подразделяется на ряд более узких наук: органическая химия, неорганическая химия, аналитическая химия. К географическим наукам относят геологию, землеведение, геоморфологию, климатологию, физическую географию. Дифференциация наук привела к выделению еще более мелких областей научного знания. К примеру, биологическая наука зоология включает в себя орнитологию, энтомологию, герпетологию, этологию, ихтиологию и т. д. Орнитология – наука, изучающая птиц; энтомология – насекомых; герпетология – пресмыкающихся; этология – наука о поведении животных; ихтиология изучает рыб.

Современная тенденция развития естествознания такова, что одновременно с дифференциацией научного знания идут противоположные процессы – соединение отдельных областей знания, создание синтетических научных дисциплин. При этом важно, что объединение научных дисциплин происходит как внутри различных областей естествознания, так и между ними. Так, в химической науке на стыке органической химии с неорганической и биохимией возникли химия металлоорганических соединений и биоорганическая химия соответственно. Примерами меж научных синтетических дисциплин в естествознании могут служить такие дисциплины, как физическая химия, химическая физика, биохимия, биофизика, физико-химическая биология.

Репозиторий ВГУ

Однако современный этап развития естествознания – интегральное естествознание – характеризуется не столько продолжающимися процессами синтеза смежных наук, сколько масштабным объединением разных дисциплин и направлений научных исследований, причем тенденция к масштабной интеграции научного знания неуклонно возрастает.

В естествознании различают науки фундаментальные и прикладные. Фундаментальные науки – физика, химия, астрономия – изучают базисные структуры мира, а прикладные занимаются применением результатов фундаментальных исследований для решения как познавательных, так и социально-практических задач. Например, физика металлов и физика полупроводников являются теоретическими прикладными дисциплинами, а металловедение, полупроводниковая технология – практическими прикладными науками. Таким образом, познание законов природы и построение на этой основе картины мира – непосредственная, ближайшая цель естествознания. Содействие практическому использованию этих законов – конечная его задача.

От общественных и технических наук естествознание отличается по предмету, целям и методологии исследования. При этом естествознание рассматривается как эталон научной объективности, поскольку эта область знания раскрывает общезначимые истины, принимаемые всеми людьми. К примеру, другой крупный комплекс наук – обществознание – всегда был связан с групповыми ценностями и интересами, имеющимися как у самого ученого, так и в предмете исследования. Поэтому в методологии обществознания наряду с объективными методами исследования приобретает большое значение переживание изучаемого события, субъективное отношение к нему. Естествознание имеет существенные методологические отличия и от технических наук, обусловленные тем, что целью естествознания является познание природы, а целью технических наук – решение практических вопросов, связанных с преобразованием мира.

Однако провести четкую грань между естественными, общественными и техническими науками на современном уровне их развития нельзя, поскольку существует целый ряд дисциплин, занимающих промежуточное положение или являющихся комплексными. Так, на стыке естественных и общественных наук находится экономическая география, на стыке естественных и технических – бионика. Комплексной дисциплиной, которая включает и естественные, и общественные, и технические разделы, является социальная экология.

Таким образом,

► современное естествознание представляет собой обширный развивающийся комплекс наук о природе, характеризующийся одновременно идущими процессами научной дифференциации и создания синтетических дисциплин и ориентированный на интеграцию научных знаний.

Естествознание является основой для формирования научной картины мира.

► Под научной картиной мира понимают целостную систему представлений о мире, его общих свойствах и закономерностях, возникающую в результате обобщения основных естественнонаучных теорий.

Научная картина мира находится в постоянном развитии. В ходе научных революций в ней происходят качественные преобразования, старая картина мира сменяется новой. Каждая историческая эпоха формирует свою научную картину мира.

Методы естественнонаучных исследований

Научное знание представляет собой систему, имеющую несколько уровней познания, различающихся по целому ряду параметров. В зависимости от предмета, характера, типа, метода и способа получаемого знания выделяют эмпирический и теоретический уровни познания. Каждый из них выполняет определенные функции и располагает специфическими методами исследования. **Эмпирические знания – результат непосредственного взаимодействия исследователя с реальностью в наблюдении или эксперименте.** На эмпирическом уровне происходит не только накопление фактов, но и их первичная систематизация, классификация, что позволяет выявлять эмпирические правила, принципы и

Репозиторий ВГУ

законы, которые преобразуются в наблюдаемые явления. На этом уровне исследуемый объект отражается преимущественно во внешних связях и проявлениях. Сложность научного знания определяется наличием в нем не только уровней и методов познания, но и форм, в которых оно фиксируется и развивается**. Основными формами научного познания являются факты, проблемы, гипотезы и теории**. Их значение – раскрывать динамику процесса познания в ходе исследования и изучения какого-либо объекта. Установление фактов является необходимым условием успешности естественнонаучных исследований. Для построения теории факты должны быть не только достоверно установлены, систематизированы и обобщены, но и рассмотрены во взаимосвязи. **Гипотеза – это предположительное знание, которое носит вероятностный характер и требует проверки.** Если в ходе проверки содержание гипотезы не согласуется с эмпирическими данными, то оно отвергается. Если же гипотеза подтверждается, то можно говорить о ней с той или иной степенью вероятности. В результате проверки и доказательства одни гипотезы становятся теориями, другие уточняются и конкретизируются, третьи отбрасываются, если их проверка дает отрицательный результат.

Научная теория – обобщенная система знаний, дающая целостное отображение закономерных и существенных связей в определенной области объективной реальности. Основная задача теории заключается в том, чтобы описать, систематизировать и объяснить все множество эмпирических фактов.

Теории классифицируют как описательные, научные и дедуктивные.

-В описательных теориях исследователи формулируют общие закономерности на основе эмпирических данных. Описательные теории не предполагают логического анализа и конкретности доказательств (физиологическая теория И. Павлова, эволюционная теория Ч. Дарвина и др.).

-В научных теориях конструируют модель, замещающую реальный объект. Следствия теории проверяются экспериментом (физические теории и др.).

-В дедуктивных теориях разработан специальный формализованнный язык, все термины которого подвергаются интерпретации. Первая из них – «Начала» Евклида (сформулирована основная аксиома, потом к ней добавлены положения, логически выведенные из нее, и все доказательства проводятся на этой основе).

Процесс познания окружающего мира представляет собой решение разного рода задач, возникающих в ходе практической деятельности человека. Эти проблемы решаются путем использования особых приемов – методов.

►Метолы науки – совокупность приемов и операций практического и теоретического познания действительности.

Общие методы познания касаются любой дисциплины и дают возможность соединить все этапы процесса познания. Эти методы используются в любой области исследования и позволяют выявлять связи и признаки исследуемых объектов. В истории науки исследователи к таким методам относят метафизический и диалектический методы. Частные методы научного познания – это методы, применяющиеся только в отдельной отрасли науки. Различные методы естествознания (физики, химии, биологии, экологии и т. д.) являются частными по отношению к общему диалектическому методу познания. Иногда частные методы могут использоваться за пределами тех отраслей естествознания, в которых они возникли. Например, физические и химические методы используются в астрономии, биологии, экологии. Часто исследователи применяют комплекс взаимосвязанных частных методов к изучению одного предмета. Например, экология одновременно пользуется методами физики, математики, химии, биологии. Частные методы познания связаны с особенными методами. Особенные методы исследуют определенные признаки изучаемого объекта. Они могут проявляться на эмпирическом и на теоретическом уровнях познания и быть универсальными.

Среди особенных эмпирических методов познания выделяют наблюдение, измерение и эксперимент.

Репозиторий ВГУ

Наблюдение представляет собой целенаправленный процесс восприятия предметов действительности, чувственное отражение объектов и явлений, в ходе которого человек получает первичную информацию об окружающем мире. Поэтому исследование чаще всего начинается с наблюдения, и лишь потом исследователи переходят к другим методам

Измерение – это определение количественных значений (характеристик) изучаемых сторон или свойств объекта с помощью специальных технических устройств. Большую роль в исследовании играют единицы измерения, с которыми сравниваются полученные данные.

Эксперимент – более сложный метод эмпирического познания по сравнению с наблюдением. Он представляет собой целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на интересующий объект или явление для изучения его различных сторон, связей и отношений. В ходе экспериментального исследования ученый вмешивается в естественный ход процессов, преобразует объект исследования. Специфика эксперимента состоит также в том, что он позволяет увидеть объект или процесс в чистом виде. Основная задача эксперимента заключается в проверке гипотез и выводов теорий, имеющих фундаментальное и прикладное значение. В экспериментальной работе при активном воздействии на исследуемый объект искусственно выделяются те или иные его свойства, которые и являются предметом изучения в естественных либо специально созданных условиях. В процессе естественнонаучного эксперимента часто прибегают к физическому моделированию исследуемого объекта и создают для него различные управляемые условия.

Экспериментальные средства подразделяются по содержанию на следующие системы:

♦ систему, содержащую исследуемый объект с заданными свойствами;

♦ систему, обеспечивающую воздействие на исследуемый объект;

♦ измерительную систему.

В любом естественнонаучном эксперименте выделяют такие этапы:

♦ подготовительный этап;

♦ этап сбора экспериментальных данных;

♦ этап обработки результатов.

Подготовительный этап представляет собой теоретическое обоснование эксперимента, его планирование, изготовление образца исследуемого объекта, выбор условий и технических средств исследований. Результаты, полученные на хорошо подготовленной экспериментальной базе, как правило, легче поддаются сложной математической обработке. Анализ результатов эксперимента позволяет оценить те или иные признаки исследуемого объекта, сопоставить полученные результаты с гипотезой, что очень важно при определении правильности и степени достоверности окончательных результатов исследования.

Для повышения достоверности полученных результатов эксперимента необходимы:

♦ многократная повторность измерений;

♦ совершенствование технических средств и приборов;

♦ строгий учет факторов, влияющих на исследуемый объект;

♦ четкое планирование эксперимента, позволяющее учесть специфику исследуемого объекта.

Среди особенных теоретических методов научного познания выделяют процедуры абстрагирования и идеализации.

Среди особенных универсальных методов исследований выделяют анализ, синтез, сравнение, классификацию, аналогию, моделирование. Процесс естественнонаучного познания совершается так, что мы сначала наблюдаем общую картину изучаемого объекта, при которой частности остаются в тени. При таком наблюдении нельзя познать внутреннюю структуру объекта. Для ее изучения мы должны разделить изучаемые объекты.

Репозиторий ВГУ

Анализ – одна из начальных стадий исследования, когда от цельного описания объекта переходят к его строению, составу, признакам и свойствам. Анализ – метод научного познания, в основе которого лежит процедура мысленного или реального разделения объекта на составляющие его части и их отдельное изучение. Невозможно познать сущность объекта, только выделяя в нем элементы, из которых он состоит. Когда путем анализа частности исследуемого объекта изучены, он дополняется синтезом.

Синтез – метод научного познания, в основе которого лежит объединение выделенных анализом элементов. Синтез выступает не как метод конструирования целого, а как метод представления целого в форме единственных знаний, полученных с помощью анализа. Он показывает место и роль каждого элемента в системе, их связь с другими составными частями. Анализ фиксирует в основном то специфическое, что отличает части друг от друга, синтез – обобщает аналитически выделенные и изученные особенности объекта. Анализ и синтез берут свое начало в практической деятельности человека. Человек научился мысленно анализировать и синтезировать лишь на основе практического разделения, постепенно осмысливая то, что происходит с объектом при выполнении практических действий с ним. Анализ и синтез являются компонентами аналитико-синтетического метода познания.

При количественном сопоставлении исследуемых свойств, параметров объектов или явлений говорят о методе сравнения. Сравнение – метод научного познания, позволяющий установить сходство и различие изучаемых объектов. Сравнение лежит в основе многих естественнонаучных измерений, составляющих неотъемлемую часть любых экспериментов. Сравнивая объекты между собой, человек получает возможность правильно познавать их и тем самым правильно ориентироваться в окружающем мире, целенаправленно воздействовать на него. **Сравнение** имеет значение, когда сравниваются действительно однородные и близкие по своей сущности объекты. Метод сравнения выделяет отличия исследуемых объектов и составляет основу любых измерений, то есть основу экспериментальных исследований.

Классификация – метод научного познания, который объединяет в один класс объекты, максимально сходные друг с другом в существенных признаках. Классификация позволяет свести накопленный многообразный материал к сравнительно небольшому числу классов, типов и форм и выявить исходные единицы анализа, обнаружить устойчивые признаки и отношения. Как правило, классификации выражаются в виде текстов на естественных языках, схем и таблиц.

Аналогия – метод познания, при котором происходит перенос знания, полученного при рассмотрении какого-либо объекта, на другой, менее изученный, но схожий с первым по каким-то существенным свойствам. Метод аналогии основывается на сходстве предметов по ряду каких-либо признаков, причем сходство устанавливается в результате сравнения предметов между собой. Таким образом, в основе метода аналогии лежит метод сравнения.

Разнообразие методов научного познания создает трудности в их применении и понимании их роли. Эти проблемы решаются особой областью знания – методологией. Основной задачей методологии является изучение происхождения, сущности, эффективности, развития методов познания.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое наука, функции науки?
2. Какие специфические черты характеризуют науку и в чем состоит отличие науки от обыденного познания?
3. Какие уровни научного исследования выделяют?
4. В чем отличие концепции от закона, теории и гипотезы?
5. Что изучает естествознание? Какие этапы выделяют в развитии естествознания?
6. В чем заключается разница между фундаментальными и прикладными науками?
7. Что понимают под научной картиной мира?

Репозиторий ВГУ

8. В чем заключается единство эмпирического и теоретического знания?
9. Что составляет основу научной теории?
10. Дайте определение методам науки. Какие из них вы знаете?

Лекция 2
Тема: Естествознание в античную эпоху.
План:

1.Первоначальные представления человека о природе. Значение практического опыта в ее познании.
2.Древнейшие центры цивилизации. Основные формы взаимодействия с природой.
3.Античный период в истории естествознания.
4.Ионийский, афинский, александрийский и древнеримский центры.
5.Основные натурфилософские школы и их концепции устройства мира.

Роль и значение мифов в становлении науки и естествознания

Попытки отыскать корни современного естествознания отправляют нас в глубины веков, к истокам знания — к древней мифологии. Австрийский философ Карл Поппер (1902-1994) не раз сопоставлял науку и миф, видя миф в основе чуть ли не любой научной теории. Само рождение науки он представлял как критику мифа, порождающую новый миф, все более и более рациональный (от латинского ratio — рацио — разум). Таково было, например, рождение идеи о Солнечной системе, впервые возникшей у Анаксимандра в VI в. до н. э., предположившего, что Земля неподвижно висит (или парит) в пространстве. Однако и более древние мифы носили космогонический и антропоморфный характер: толковали единое происхождение мира и жизни, причем иногда настолько изощренно, что некоторые их идеи едва начинают только сейчас проникать в современную науку (как говорят: «новое — хорошо забытое старое»). Такова, например, индийская идея циклического мироздания, в котором разные боги живут в разных временах! Какими бы ни были некоторые мифы несостоятельными, было бы неразумно выбирать из них только аналоги нашим идеям, отбрасывая остальные. Первоначально, как и любые сказочные повествования, миф воспринимался целиком в качестве истины, а потом, по прошествии времен, также целиком вставал в ряд классической литературы в качестве вымысла (вспомните, например, «Легенды и мифы Древней Греции» Н. Куна).

Мифы, безусловно, не научные трактаты, основывающиеся на логике, а посему полны ряда логических и семантических недостатков, анализ, выявление, преодоление и искоренение которых способствовали развитию методов творческого, аналитического научного мышления.

Создание мифологического образа (мифологемы) уже и есть объяснение окружающего мира. Самое простое, но и, обратим специально ваше внимание, опасное, — придумывать мифологемам рациональное толкование. Но следует помнить, что великий китайский мыслитель Конфуций говорил: «Изучение наук без размышления — бесполезно, размышление без изучения — опасно». Поскольку любой миф полон противоречий, то ответ мифологов прост: миф отвечает на определенный вопрос и вне него равнодушен к противоречиям. Это равнодушие мифа к противоречию первый и, можно сказать, главный его недостаток, он не исправляется рациональным толкованием мифа, а его исключение искажало бы целостность повествуемого сюжета. Миф, по большому счету, не несет познавательной (эвристической) ценности, поэтому с ним нельзя спорить логически, ему можно противопоставлять только другой миф, как нечто также целостное. Для логики мифа характерно petitio principii, т. е. подмена основания, на котором «доказательство покоится на

Репозиторий ВГУ

предрешенном основании или на молчаливом допущении, требующем еще доказательства». Это недостаток мифа примем во внимание, как отмечалось, во-первых.

Во-вторых, столь же важно, как на недостаток, указать на символичность мифа. Миф оперирует с символом, знаком, как с реальной сущностью, не отличает объект от его знака, не желая сопоставлять ни размеры, ни какие-либо другие характеристики объектов, ни соответствие следствия причине. Например, Геракл — символ несокрушимой силы, поэтому он может бороться с гигантом и победить, хотя сам не гигант, ничем не выделяется среди обычных людей. Также другой пример: произвольно меняются размеры в пещере циклопа Полифема, приютившего у себя Одиссея и его команду; его овец Одиссей хочет взять на свой небольшой корабль, т. е., как будто, размеры их обычны, но затем воины прячутся у них в шерсти под брюхом, т. е. овцы вырастают до слоновьих размеров.

В-третьих, миф не отличает происхождение от сущности, описывает историю вопроса вместо ответа на сам вопрос, полагает родословную самым важным объектом повествования, более важным, чем наличные свойства (кстати, по этому признаку, безусловно, мифологичными следует считать как Книги Ветхого, так и Книги Нового Заветов, например, «Бытие», «Числа», «От Матфея святое благовествование» и др.).

В-четвертых, миф моделирует реальность вместо ее анализа: сходство путает с тождеством, любой конфликт трактует как смертную борьбу (гипертрофирует ситуацию).

В-пятых, логику выявления признаков миф подменяет расчленением объекта (например, Гефест разрубает голову Зевсу, чтобы тот родил мудрость — Афину).

В-шестых, миф ставит выше мифическое (сакральное) время, чем текущее (профанное): все важное для судеб мира миф помещает в прошлое, обеспечивая тем самым вторичную сакрализацию времени — сказанное давно умершими авторами рассматривается как нечто особо важное, как опровержение новых данных.

И наконец, в-седьмых, миф выражает безусловную (заранее предопределенную, предрешенную) систему ценностей: враг героя заслуживает любой кары, он, можно сказать, генетически, не может быть прав. Следует указать, что список недостатков мифов можно продолжать и продолжать, но уже отмеченного вполне достаточно, чтобы развивать на критике мифов новую логику и стиль мышления.

Поразительно, и этого не следует забывать никогда, что «дологическое мышление», как отмечал французский философ, этнограф и мифолог, автор теории такого мышления Люсьен Леви-Брюль (1857-1939), не только характерно для первобытного общества, но, более того, «логическое и первобытное мышление сосуществуют во все времена». Постигая, развивая логику научного мышления вместо логики мифотворчества, следует всегда помнить, что основные стереотипы мышления вечны и сосуществуют параллельно, нисколько не меняясь в прогрессирующем обществе. Одним из таких устойчивых стереотипов мышления, небезопасных в современную эпоху, является уверенность в превосходстве западного рационального, формального, знакового знания и мышления над восточным интуитивным, мистическим, целостным знанием и мышлением, когда-то имевшим зачатки и в западной (греческой) мысли (Гераклит). Преодоление этого стереотипа (заблуждения), без всякого сомнения, будет способствовать новому подъему науки, точнее, без его преодоления подъем просто невозможен.

Естествознание, выросшее в процессе переработки древней мифологии, является продуктом человеческой цивилизации (цивилизаций). Оно несет в себе черты единства происхождения как самого мира (Вселенной), так и самого человека (независимо от того, где человек жил и. живет, какой имел и имеет сейчас цвет кожи или к какой расе относится, на каком языке говорил и говорит), но имеет, хотим мы этого или не хотим, определенные национальные и культурные корни и особенности.

Репозиторий ВГУ

Английский историк Арнольд Тойнби (1889-1975) выделял в человеческой истории 13 самостоятельных цивилизаций, русский социолог и философ Николай Данилевский (1822-1885) — 11 цивилизаций, немецкий историк и философ Освальд Шпенглер (1880-1936) — всего 8 цивилизаций: вавилонскую, египетскую, народа майя, античную, индийскую, китайскую, арабскую, западную. Мы выделяем здесь только те цивилизации и те периоды в истории человечества, которые сыграли наиболее выдающуюся роль в возникновении, становлении и развитии натурфилософии и естествознания. В основном это, конечно, античная греко-римская и западная цивилизации и главные их периоды — античное время, средневековье, Возрождение (Ренессанс), Новое время и Новейшее время.

Так, в античное время, в которое начинается формирование будущей европейской философии и науки, наблюдается тенденция обращения мудрецов, мыслителей к природе, космосу. Но эта нарождающаяся философская тенденция коренным образом отличается от предшествующей мифологической направленности описания. Возникновение новой тенденции связано с определенным уровнем абстрактного (рационального) мышления, которое способно отразить действительность иным образом, чем при помощи аллегории или мифологической персонификации. Возникает стремление рационально ответить на вопросы, что является основным принципом, началом мира (космоса) и какие принципы, начала или силы определяют его развитие.

Вопрос о первоначале мира (бытия, сущего) являлся основополагающим в древнегреческой онтологии и остался ей в наследие от мировоззренческой проблематики мифологии. Но если мифология решала этот вопрос по принципу — кто родил сущее?, то новые мыслители и мудрецы ставили вопрос по принципу поиска субстанционального начала мира — из чего и от кого все произошло? Так в греческой философии и лексике появились два новых термина для обозначения первоосновы, первопринципа, из которого возникает все остальное: первый, stoicheion (стойхейон), термин, означающий элемент, ядро, основу в логическом смысле слова, и второй, arche (архэ, архе), термин, означающий первоматерию, праматерию, исходное состояние вещей, древнейшую форму в историческом смысле слова. Впервые сознательно вопрос о первоосновах всего сущего — стойхейоне, стихиях, элементе и архе, праматерии, был поставлен Фалесом Милетским, основателем милетской (ионийской) школы. Позднее в Элладе возникли и сформировались и другие научные школы, о которых речь пойдет ниже.

Античные ближневосточные цивилизации

Вавилоно-ассирийская цивилизация. Античные государства Передней (Западной) Азии и восточного побережья Средиземного моря (Шумер, Аккад, Вавилон(ия), Ассирия, Персия, Финикия — государства на территории нынешних Ирака, Ирана, Сирии, Ливана), наряду с Египтом, в 4-1-м тыс. до н. э. явились колыбелью сначала древнегреческой, затем арабской (ближневосточной и среднеазиатской) и позднее западной (западноевропейской) культуры и науки, естествознания, в том числе. Заселение же этих территорий относится к 10-6 тыс. до н. э.

Вавилоно-ассирийской цивилизации 4-1-го тыс. до н. э. на той же территории Южного Двуречья (между реками Тигр и Евфрат) предшествовала шумерская, самая ранняя цивилизация на Земле. Некоторые историки считают Шумер местом библейского Эдема, рая на Земле. В Шумере, опережая египтян на 300 лет, в 3300 г. до н. э. возникает письменность — клинопись, первейший и необходимейший элемент рождения и формирования культуры народа. На дошедших до нас десятках тысяч клинописных табличках имеются доказательства достижений в области обучения, образования, управления государством, права, строительства, медицины, металлургии, музыки, математики и естественных наук. Действительно, в четвертом тысячелетии шумерский город Урук (существующий и поныне)

Репозиторий ВГУ

был самый крупный и как город и как культурный центр не только в Двуречье (Месопотамии), но и во всем тогдашнем мире.

Ранняя шумерская литература с ее поэмами и легендами предвосхитила легенды и мифы Древней Греции и библейские истории. Как и в других цивилизациях, все — от музыки, скульптуры, вооружения до болезней, урожая, вплоть до таланта, мудрости — все в Шумере определялось и совершалось божественной силой. Четыре бога (Ан — создатель небес, Энлиль — создатель воздуха, Энки — создатель вод и Инанна — бог плодородия и войн) стояли на вершине иерархии богов. В честь богов шумеры, возводя храмы на платформах, располагали жилье богов ближе к небу, ставя со временем один храм на другой, проявляя образцы высочайшего инженерного искусства. В этом они во многом сходятся с другими народами: древние египтяне строили гигантские пирамиды для своих царей (фараонов) — богов; индейцы Центральной и Северной Америки свои храмы воздвигали на высоких холмах из камней и земли; Моисей принес Десять Заветов (Заповедей) с горы Синай (см. «Пятая книга Моисеева. Второзаконие»). Это примеры того, что стереотип «дологического мышления» не искореним в веках.

Как таковая, вавилоно-ассирийская культура возникла после падения Шумера к началу 2 тысячелетия до н. э. под натиском западно-семитских кочевников. Последние были потомками народов, до 5-го тыс. до н. з. населявших северную Сахару, затем перешедших через Нил на Аравийский полуостров и позднее проникших в Двуречье и Сирийскую степь. Одна группа семитских племен (аккадцев) в Южном Двуречье пришла в соприкосновение с шумерами и, в конечном итоге, подчинила их себе; с ними связана дальнейшая история Аккада, Вавилонии, Ассирии. Другая группа, разделившись на две подгруппы, одной подгруппой проникла на территории Палестины, Сирии, Северной Месопотамии — это были амориты, ханаанеи, затем финикийцы, евреи и арамеи. Другая подгруппа южно-семитских народов, заселявшая тогда Аравийский полуостров, объединилась не позже начала 1-го тыс. до н. э. под названием арабы. Выход арабов за пределы Аравийского полуострова в VII веке н. э. рассматривается как крупнейшая волна расселения семитов, давшая миру то, что принято называть арабской цивилизацией). Бурно развивающаяся хозяйственная практика и, как следствие, необходимость иметь способы определения площадей полей, объемов зернохранилищ, расчетов норм при копке каналов, искусственных водоемов, в строительстве зданий и во многом другом, вызвали совершенствование уже ранее созданной шумерами шестидесятиричной позиционной системы счета, положившей начало составлению первых вычислительных таблиц: деления и умножения чисел, квадратов и кубов чисел и их корней. (Шестидесятиричная система счисления частично дошла и до нашего времени: именно этой системой пользуемся мы и сейчас, когда оперируем градусами и часами, минутами и секундами.)

Вавилоняне уже тогда могли решать квадратные уравнения, знали «теорему Пифагора» и располагали методами нахождения всевозможных «пифагоровых» чисел (более чем за тысячу лет до Пифагора), были сведущи в планиметрии и стереометрии, черчении планов полей, местностей, зданий.

В области химии им были известны рецепты изготовления бронзы, глазури, многокрасочных поливов на керамике, в металлургии с середины 3-го тысячелетия им были известны литье, ковка, чеканка, изготовление золотой и серебряной проволоки, филигрань. В медицине проводимые хирургические операции включали ампутации, сращивание переломов, удаление бельма с глаза, их врачами составлялась анатомия человеческого тела, систематизировались болезни и соответствующие лекарства для их лечения.

Велись астрономические и метеорологические наблюдения, были выделены планеты Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, были описаны созвездия, был введен лунный календарь, а солнечный год состоял из 12 лунных месяцев, имевших 29 или 30 дней. Из-за того, что солнечный и лунный годы расходятся на 11 дней, время от времени, для устранения

Репозиторий БГУ

этого несоответствия вводился дополнительный месяц. Вавилонские астрономы также установили некий особый промежуток времени — сарос, по истечении которого солнечные и лунные затмения повторяются в той же последовательности, что и раньше. Продолжительность сароса современная астрономия оценивает в 6585 1/3 суток, т. е. 18 лёт и 101/3 или 111/3 суток (в зависимости от числа високосных лет в рассматриваемый период). В течение одного сароса бывает 43 затмения Солнца и 28 затмений Луны.

Космологические представления вавилонян основывались на мифах древних народов Месопотамии (Двуречья), согласно которым плоская земля лежит на поверхности мировых вод, окружающих ее и выступающих наружу, на поверхность земли, в виде колодезной и речной воды. Эти воды отделены от небесных вод «Плотиной небес» (вот как сказывается жизнь народа в условиях ирригационного земледелия, где жизнь зависит от плотины), на которой покоится несколько твердых небосводов — небеса Солнца, Луны, планет и неподвижных звезд.

В результате падения Ассирии в конце VII века до н. э., а затем и завоевания Вавилона державой Ахеменидов (539 до н. э.) и его вхождения в государство Селевкидов (в конце IV века до н. э.) вавилоно-ассирийская культура растворилась сначала в персидской, а позже и в эллинистической культуре.

Египетская цивилизация. Отсчет этой цивилизации начинается в 10-м тысячелетии до н. э. Завершается египетская цивилизация первоначально греко-римским периодом, когда Древний Египет становится частью эллинистического мира (332 г. до н. э. — 395 г. н. э.), а затем периодами византийского, с 395 г., и, наконец, арабского мира, с 642 г. в середине последних периодов; после римского завоевания Цезарем Августом в 30 г. до н. э. начинается неотвратимый губительный распад некогда одной из самых могущественных цивилизаций. Исчезает практически все и вся — тот древний египетский народ, его культура и даже его язык. Остаются, однако, загадочные письмена, возникшие в XXX веке до н. э. Их разгадка оказалась возможной, благодаря счастливой находке во время египетской кампании Наполеона Бонапарта в 1798 году Розеттского камня — стелы. На камне оказались высеченными три параллельных текста: два с египетскими иероглифическими традиционными и скорописными письменами и третий текст — на греческом языке. Дешифровал египетские письмена молодой француз Ж.-Ф. Шампольон в 1821 году. (Кстати, древнеегипетские писцы писали иероглифы черной краской, а новый абзац всегда начинали красной краской — отсюда дошедшее до нас выражение «красная строка»).

Одно из величайших впечатляющих достижений египтян — древние пирамиды, о которых арабская пословица гласит: «Человек страшится времени, а время страшится пирамид». Тайны их возраста и технологии строительства не раскрыты до сих пор. Создание таких циклопических сооружений требовало основательных знаний о пространстве, времени, Вселенной, не говоря уже о владении строительными технологиями. Так, некоторые шотландские исследователи считают, что в формах пирамиды Хуфу (Хеопса в греческом написании) заложены божественные числа. Ими подсчитано, что если высоту пирамиды, выраженную в дюймах, помножить на десять в девятой степени (так соотносятся между собой высота пирамиды и сторона практически идеального квадрата в ее основании), то получится расстояние от Земли до Солнца! И еще один, среди многих других, загадочный парадокс пирамиды — ее периметр, исчисленный в шотландских «пирамидных» дюймах, равен числу 365,25 (число календарных дней в году), помноженному на 1000!

Однако, как бы там ни было, уже с 4-го тыс. до н. э. египтяне овладевают выплавкой меди, с 3-го тыс. — стекла, со 2-го тыс. — бронзы, с середины 2-го тыс. — железа, затем золота и серебра.

Весьма компетентны были древние египтяне в химии (многие считают, что само слово khemeia идет от древнего названия Египта — Kham). Помимо способов обработки металлов, они знали золочение, окрашивание шелка в разные цвета, выделку стекла,

Репозиторий ВГУ

искусственное высиживание цыплят, добывание из растений врачебного масла, приготовление опия, пива, тростникового сахара; умели дистиллировать жидкости и добывать различные кислоты и щелочи.

Ежегодные разливы Нила, начало которых совпадало с восхождением над горизонтом звезды Сириус, положили начало зарождению астрономии и календаря уже в 4-м тыс. до н. э. Для измерения времени использовались солнечные и водяные (клепсидры) часы. Появляются успехи в математике, в основном в арифметике, в счете, вычислениях площадей прямоугольников, треугольников, круга, поверхностей и объемов простой и усеченной пирамид. Возникают элементарные алгебраические представления, решаются уравнения с двумя неизвестными.

Сотворение мира и людей описаны в ряде древнеегипетских мифов, главным персонажем которых является бог Солнца — Ра, вышедший и поднявшийся из бутона лотоса, явившегося в предвечном водном хаосе. Из уст Ра вышли первые боги, а из его слез возникли первые люди. По представлениям египтян, Земля-Геб — мужчина, а Небо-Нут — женщина. Первоначально Геб и Нут составляют единое целое и в союзе рождают Солнце — Ра, а затем возникают бессчетные звезды и главные Боги египетского пантеона — Осирис, Исида, Нефтида, Сет. Один из эпитетов Нут — «огромная масса звезд». Ночью плывут эти звезды по Нут до края неба. Они поднимаются, и их видят (люди), днем они плывут внутри нее, не поднимаются, и поэтому их люди не видят. Такой была своеобразная космология древних египтян.

Античная Эллада (Древняя Греция)

Космоцентризм античной древнегреческой натурфилософии. Основополагающим признаком (характеристикой) древнегреческой, как, впрочем, и китайской и индийской, натурфилософии и естествознания был космоцентризм. Каждый ученый того времени являлся одновременно, или даже скорее, философом, мысля абстрактными и отвлеченными от конкретных фактов категориями, стремился представить все мироздание в целом. Это проявилось во всех космогонических идеях, прежде всего, в концепции самого космоса.

В древности у эллинов космос означал «порядок», «гармонию» (а противоположный ему термин «хаос» — «беспорядок») и первоначально применялся к обозначению воинского строя и государственного устройства. Но в VI-V вв. до нашей эры появляется понимание космоса как Вселенной, как места вселения человека, доступного умозрительному осмыслению. Это означало, что образ космоса наделялся либо качествами, присущими живым существам (как огромного человекоподобного организма), либо социальными, общественными качествами. Космос являлся как бы макрочеловеком, а человек — микрокосмом. Это объединяло человека и космос в единое целое, упорядочивало и гармонизировало весь мир (природу, Вселенную). Человек, как микрокосм единой Вселенной, воплощает в себе все те силы и «стихии», которые образуют космос.

«Стихии» или «элементы» стали развитием следующего этапа античной натурфилософии. Учения о первоэлементах (стихиях, началах) появляются в Древней Греции как самостоятельные сущности благодаря крепнущему космоцентризму. Рождение и организация таких первоэлементов, как огонь, воздух, вода, земля, как правило, происходят под действием божественных сил — родителей. Идея о первоэлементах в естествознании актуальна и сегодня и далеко не исчерпана.

Естествознание Древней Греции (Эллады). Под названием Эллада (от греч. — Hellas) понимается территория древнегреческих государств, занимавших юг Балканского полуострова, острова Эгейского моря, побережье Фракии, западную береговую полосу

Репозиторий ВГУ

Малой Азии и распространивших свое влияние в период греческой колонизации (VIII-VI вв. до н. э.) на территории Южной Италии, восточной Сицилии, южной Франции, на северное побережье Африки, проливы и побережья Черного и Азовского морей. С 146 г. до н. э. Греция (Эллада) фактически оказалась под властью Рима, а с утверждением Римской империи в 27 г. до н. э. была превращена в римскую провинцию Ахайя. С IV в. н. э. Греция составила государственное и культурное ядро Восточной Римской империи — Византии.

Эллинистические учения о первоэлементах (ионийская или милетская школа). Первый из известных мировых философов, философ Древней Греции (Эллады) Фалес из Милета (625-547 гг. до н. э.), скорее был грек, чем, как не исключают многие, финикиец из знатного рода, и был тем первым в истории мировой цивилизации человеком, которого по праву можно считать не только отцом греческой философии (так его называл Аристотель), но и праотцом греческой, западноевропейской и мировой науки. Сочинения Фалеса до нас не дошли, но широко цитировались в трудах более поздних древнегреческих мыслителей (Геродота, Ксенофана, Аристотеля), с его именем связывают многочисленные философские размышления и научные открытия в астрономии, математике, метеорологии и географии. Его смело можно назвать первым среди людей ученым, и, как ученый, он высказал первое фундаментальное предположение о главнейшей составляющей материи, полагая, что началом (стихией, первоэлементом) всего существующего является вода или влага. Фалес высказал это вслед за Гомером, который в «Илиаде», и Гесиодом, который в «Теогонии», говорят, что источником возникновения всего сущего являются титан Океан и нимфа Тефида. Аристотель предполагал, что свое воззрение Фалес вывел из наблюдений, что пища всех существ влажная, семя прорастает во влажной среде, умирающее всегда высыхает, вода — основа всякой жидкости, земля плавает на воде и т. д.

В ту пору философов называли физиками, фисиолога-ми (от греческого слова phisis (физис, фисис, иногда фю-сис) — природа; в античной медицинской практике понятие природа означало органическое произрастание, применявшееся к растениям, животным и человеку (сравните с современным словом физиология)), пытавшихся познать сущность, субстанциональную основу природы. Аристотель позднее следующим образом резюмировал понятие природа: «...природою в первом и основном смысле является сущность..., а именно сущность вещей, имеющих начало движения в самих себе, как таковых». Следует особо принять во внимание, что phisis происходит от греческого глагола, означающего рождаю. (Кстати, в этимологии и семантике русского слова природа, как уже отмечалось ранее, лежит тот же глагол — рождать).

Фалес известен также как астроном (полагают, что он предсказал солнечное затмение 28 мая 585 г. до н. э., ввел 360-дневный 12-месячный календарь), как математик (впервые измерил высоту пирамиды по ее тени), как создатель учения о душе, созвучное современным представлениям об информационном поле, сохраняющем все события прошлого и настоящего и содержащее события будущего.

Ученик Фалеса Анаксимен (585-525 гг. до н. э.) за первоэлемент признавал воздух. Сущностные различия воды, огня и земли он свел к разреженности и уплотнению воздуха: разряжаясь, воздух становится огнем, сгущаясь — ветром, затем облаком, далее водой и, наконец, землей и камнем. Земля, будучи плоской, парит, подобно листу, в воздухе. Солнце, Луна и звезды тоже плоские и движутся по воздуху так быстро, что, разогревшись, начинают светиться.

Другой ученик Фалеса Анаксимандр (610-547 гг. до н. э.) не признавал первоначалом какую-либо конкретную сущность, а таковой считал нечто неопределенное, которое он назвал апейроном (беспредельное, бесконечное), понимая под этим бесконечное «беспокойство» материальной субстанции, т. е. как движение чего-то того, что бесконечно в пространстве, материально по сути, неопределенно в ощущениях. Анаксимандр также явился зачинателем космологии, полагая, что Земля — центр Вселенной, которую опоясывают три

Репозиторий ВГУ

огненных кольца: солнечное, лунное и звездное. Земля, по его мнению, пребывает в мировом пространстве, ни на что не опираясь. Эта мысль Анаксимандра, возможно, самое значительное достижение ионийской (милетской) школы.

Учения об элементах придерживался также Гераклит из Эфеса (520-460 гг. до н. э.). Деятельное начало он приписывал огню. Известно его высказывание: «Этот космос, один и тот же для всех, не создал никто из богов, никто из людей, но он всегда был, есть и будет вечно живой огонь, мерно возгорающийся, медленно угасающий». Говоря о Гераклите, следует отметить его склонность к диалектическому видению мира. Так, Платон писал: «Согласно Гомеру, Гераклиту... все вещи движутся, словно потоки. А из стремительного движения и взаимосмешения рождается все, о чем мы говорим, что оно существует, но название это неправильно: ничто никогда не есть, но всегда становится». По Гераклиту, все возникает в силу противоположностей вещей, и все течет, подобно реке (самые знаменитые высказывания Гераклита: «Все течет, все меняется» и «Нельзя дважды войти в одну и ту же реку».). Космос рождается из огня и снова сгорает в нем. Диалектика изменчивости элемента огня, его пневма (огненная энергия) была затем популярна у многих философов, в том числе у Аристотеля два века спустя.

Завершение идеи ионийской школы получили в трудах Эмпедокла (483-423 гг. до н. э.) и Анаксагора (500-428 гг. до н. э.). Если ионийцы, различая активное (движение) и пассивное (материю), не смогли их разграничить, то упомянутые выше философы сумели этого добиться. Так, Анаксагор за активное начало принял ум, а Эмпе-докл — любовь и вражду, в качестве пассивного Анаксагор считал гомеомерии или маленькие частички, сходные с теми веществами, которые из них получаются, а Эмпедокл принял сразу все четыре стихии — огонь, воздух, воду и землю, которые, смешиваясь друг с другом, образуют все богатство природы. В развиваемой концепции были огрехи, противоречивость учения Эмпедокла проявлялась, например, в том, что, признавая существование движения, он вместе с тем отрицал наличие пустоты в космосе; все вещи могут лишь меняться местами, но непонятно тогда, как в заполненном сплошь пространстве может осуществляться движение. Но многое было воспринято положительно: ум или разум у Анаксагора сделался основным концептуальным понятием в философии Платона, а впоследствии и в философии, скорее теософии, Августина Блаженного (354-430 гг.), у которого благо христианского бога состояло не только в добре, но и в его разумности.

Любопытна космологическая концепция Анаксагора в изложении раннехристианского автора Ипполита в книге «Опровержение всех ересей»: «Он считал ум как творящую причину, материю как становящуюся. Все вещи были вперемешку, а ум пришел и упорядочил. Материальные начала, по его словам, бесконечны, а малость их тоже бесконечна. Все вещи были приведены в движение умом, и подобное сошлось с подобным. Часть из них под действием кругового движения получила постоянное место на небе: плотное, влажное, темное, холодное и все тяжелое сошлось в середину (когда они затвердели, из них возникла Земля), а то, что этому противоположное: горячее, светлое, сухое и легкое — устремилось вдаль эфира». Такова картина становления космоса по Анаксагору.

Элейская школа физиков-логиков. Родоначальником • этой школы был Ксенофан из Элей (580-485 гг. до н. э., по другим данным, ок. 570-470 гг.), Богом которого была вся Вселенная в целом (все есть одно, — говорил он, вглядываясь в звездное небо, в передаче этой его мысли Аристотелем), но не в чувственном ее восприятии, а в формально-логическом осмыслении, т. е. возникающей из логических рассуждений, ставших основой качественного анализа естественных явлений. Ключом к пониманию Ксенофаном бытия (Бога, космоса, сущего, универсума) является геометрическая сфера, поверхность которой хотя и ограничена в пространстве, но, вместе с тем, и бесконечна. Действительно, все точки бесконечной плоскости могут быть спроецированы на сферу конечного радиуса.

Репозиторий ВГУ

Предложенное Ксенофаном соединение противоположностей — конечного и бесконечного, а также соединение движения и покоя порождают парадоксальную ситуацию. Спекулируя на предельно широких понятиях сущего и не сущего, т. е. бытия и ничего, Ксенофан порождает некоторую языковую форму, предтечу формальной логики. В качестве материального начала (первоэлементов) Ксенофан выбирает землю и воду.

Близкие к этим мыслям были по смыслу и форме идеи Парменида (540-470 гг. до н. э.). Он считал, что мир вечно существовал, никогда не возникал и никогда не исчезнет в будущем; он неподвижен, шарообразен и однороден; он есть одно целое. Он отождествлял сущее (Бога, бытие) и ум (разум, сознание), считая его недоступным для чувственного восприятия: «Ибо мыслить — то же, что быть. Можно лишь то говорить и мыслить, что есть». Указанные тогда характеристики мира относятся скорее к мышлению, чем к реальному миру вещей. Декарт через 2 тысячи лет скажет: «Я мыслю, следовательно, существую».

Парменид доказывал, что бытие не могло возникнуть ни из бытия (поскольку ему не предшествовало никакое другое бытие), ни из небытия (поскольку небытие это ничто); значит, бытие вечно и должно существовать всегда или никогда. Он был уверен в том, что изменения невозможны, и относил видимые изменения за счет иллюзорности наших чувств. Эта философия породила понятие неразрешимого вещества — носителя изменяющихся свойств, понятие, ставшее одним из основных понятий западной философии и науки. (Попытка примирения взглядов Гераклита и Парменида привела вскоре к понятию атома). Древнегреческий историк Плутарх (ок. 46 — ок. 127) про него написал: «Он сочинил и космогонию; и рассказал, как путем смешения элементов, светлого и темного, возникают все явления». Земля у Парменида никуда не движется, она находится в центре космоса и остается постоянно в равновесии вследствие равного расстояния от всех точек периферии космоса, но иногда может колебаться (что, кстати, проявляется как землетрясение).

Аналогично Пармениду рассуждал и Мелисс Самосский (510-440 гг. до н. э.), высказываясь так: «Если сущее есть, то оно вечно, поскольку из ничего не может возникнуть нечто». Парменид и его школа первыми вскрыли противоречие между двумя картинами мира в сознании человека; одна из них — это та, которая получена посредством органов чувств, через наблюдение, другая — та, которая получена с помощью разума, логики, рационального мышления. Особо отчетливо это проявилось у Зенона (490-430 гг. до н. э.), самого яркого представителя элейской школы. О его взглядах на физику явлений известно мало, поскольку он больше полагался на мышление, чем на чувственное восприятие.

Особую известность получили так называемые апории (затруднения) Зенона об отсутствии движения. Вот, например, апория «стрела». Все, что находится в равном самому себе пространстве, покоится, так как движение может быть только откуда-то куда-то. Выпущенная из лука стрела в каждый момент времени находится в равном себе пространстве, и, следовательно, в эти моменты времени она покоится. Но тогда она покоится в течение всего времени, пока летит. Таким образом, движущаяся стрела на самом деле никуда не летит и все время только покоится. Также абсурден бег Ахиллеса, пытающегося догнать и перегнать черепаху. Особую известность имеет апория дихотомия (буквально — разрубание, разделение надвое), в которой Зенон демонстрирует невозможность движения из-за необходимости совершить бесконечное число делений какого-либо отрезка для достижения его противоположного конца. Поразительно, но в тот же древний век китайский мыслитель софист Хуэй Ши высказал два таких положения: «Если от палки длиной в один чи (около 0,33 м — авт.) отрезать половину ежедневно, то даже через десять поколений не истощится ее длина» и «В стремительном полете наконечника стрелы есть мгновение, когда он не движется и не стоит на месте». Почувствуйте разницу прагматичного китайского и абстрактного греческого мышления.

Репозиторий ВГУ

Выводы Зенона оказываются противоречащими нашим ощущениям, спекуляция идет на физическом понятии движения, которое всегда происходит в пространстве и времени. Дробя пространство до бесконечности, Зенон забывал дробить до бесконечности и время. Упускаемые из вида соотношения между пространством и временем во всех этих случаях регулируются такой динамической величиной, как скорость, а возникающие от деления бесконечные суммы конечных величин оказываются на самом деле конечными величинами. Проблемы деления и обратного их суммирования, поставленные в апориях Зенона, привели впоследствии, в Новое время, к исчислению бесконечно малых (дифференциального исчисления), интегральному исчислению и исчислению конечных и бесконечных сумм. Но само несовершенство логического анализа Зенона опутало на два тысячелетия такие важнейшие характеристики движения, как скорость и ускорение.

Пифагорейская школа. Имя Пифагора (570-496 гг. до н. э.) известно каждому, кто учился в школе. Пифагор — это не имя или фамилия, а прозвище, которое значит — убеждающий речью. Этот великий античный эллинский философ и математик, современник Фалеса, был тем, кто впервые ввел слова «философия» (фило — любовь, софия — мудрость) и «космос», а также был первым математиком Древней Греции. Для большинства он известен по знаменитой «теореме Пифагора», выражающей метрику евклидова пространства (геометрии), т. е. устанавливающую правило вычисления расстояния между двумя точками на плоскости.

В основе учения Пифагора и его учеников о Вселенной лежало число («Самое мудрое в мире — число», — говорил Пифагор). Космос у пифагорейцев символически выражался тетрактидой («четверицей») — суммой первых четырех чисел: 1 + 2 + 3 + 4 = 10, содержащей основные музыкальные интервалы — октаву (2 : 1), квинту (3 : 2) и кварту (4 : 3). Единица была основой числа и одновременно в качестве точки она являлась образующей геометрических объектов: двойка символизировала линию, тройка — плоскость (треугольник), четверка — пространственный объем (пирамиду). Шар являлся самой прекрасной (совершенной) из пространственных фигур, и круг — из плоских. Красоту и сложность внешне однообразного натурального ряда чисел они пытались передать через симметрию геометрических фигур, тем самым рассматривали их алгебраические свойства, которыми сейчас занимается теория групп, созданная Э. Галуа в начале XIX века. Пифагорейцы называли свой способ анализа арифметическим.

Вот пример мощи его аналитического ума, взятый из книги Папюса, посвященной учению о тайном, сокровенном: «Одна музыкальная струна, — говорит Пифагор, — издает звуки такие же, как и другая струна двойной длины, если сила, ее натягивающая, в четыре паза больше; так точно притяжение планеты превышает в четыре раза притяжение другой планеты, находящейся от нее на вдвое большем расстоянии. В общем, чтобы музыкальная струна звучала в унисон с более короткой струной того же рода, сила ее натяжения должна быть увеличена пропорционально квадрату ее длины. Таким образом, чтобы тяготение одной планеты было равно тяготению другой, более близкой к Солнцу, она должна быть увеличена пропорционально своего расстояния к Солнцу. Если предположить, что от Солнца к каждой планете проведены струны, то для достижения созвучия пришлось бы увеличить или уменьшить силу натяжения, сообразно силе притяжения каждой из них» (курсив везде мой. — В. С). Поразительно, но, во-первых, Пифагором за 2000 лет (!) до Ньютона сформулировано основное положение (если вообще не полностью все) закона всемирного тяготения - квадратичная зависимость (но не обратная, а прямая зависимость) от расстояния. Во-вторых, Солнце у Пифагора занимает центральное положение среди всех небесных светил, задолго до подобных мыслей у Аристарха Самосского и Коперника. Из исследованного музыкального сходства отношений Пифагор извлек свое учение о «гармонии сфер», которого придерживались многие великие мыслители и ученые античности, в том числе Евдокс, Гиппарх, Аристотель и Птолемей. Нельзя также не упомянуть и того, что Пифагор первым указал на шарообразность Земли.

Репозиторий ВГУ

Главным является то, что мир пифагорейцев прерывен (дискретен), в нем возможно движение, и началом мира, наряду с числом, была принята пустота. Именно в пустом пространстве они двигали точку, чтобы образовалась линия, затем двигали линию, чтобы образовалась плоскость. Точка, линия и плоскость, некие абстрактные (идеальные) телесные сущности, выделялись на пустом пространственном фоне. Кстати, это все несовместимо с воззрениями элейской школы логиков, которая не признавала ни пустоты, ни движения.

Аристотель впоследствии критиковал пифагорейцев за принятие в качестве начал (первоэлементов) чистых математических сущностей, не принимал он также основополагающим пифагорейский умозрительный мир чисел и геометрических фигур. В единице, десятке, семерке (а в Китае всегда была популярна пятерка, в Индии — число 24, Зороастр верил в число 3 и т. д.) Аристотель не усматривал никакого конструктивного начала, поэтому боролся с пифагореизмом. Логика Аристотеля, тесно соприкасающаяся с диалектикой, софистикой и риторикой, по своей природе противостояла математике, которой поклонялись пифагорейцы.

Школа атомистов. В V-IV вв. до н. э. на смену концепции милетских «стихий», как первоначала мира приходит новая концепция — атомизм. Согласно Аристотелю, первые атомисты — Левкипп (500-440 гг. до н. э.) и Демокрит (460-270 гг. до н. э.) утверждали, что «первичные элементы по числу бесконечны, по величине неделимы, из одного не возникает многое, из многого — одно, но все порождается путем их сочетания и переплетения. В каком-то смысле эти философы также считают все вещи числами и состоящими из чисел, хотя они не говорят этого определенно». И, далее, о сущности их учения Аристотель выразился в «Метафизике» так: «Они признают элементами телесность и пустоту, называя одно из них сущим (бытием), другое не сущим (небытием)... Бытие нисколько не больше не существует, чем небытие, поскольку пустота не менее реальна, чем телесность. Материальной причиной вещей они называют и то и другое. Так же, как те, кто признает основную сущность единой, а все остальные выводит из ее свойства, принимая разреженное и плотное за причину свойств, так и Левкипп с Демокритом утверждают, что различия атомов являются причинами этих свойств. А этих различий они указывают три: форма, порядок и положение. Так как сущее, говорят они, различается «очертанием, соприкасанием и поворотом»; из них очертание есть форма, соприкасание — порядок и поворот — положение. Действительно, А отличается от N формой (очертанием. — Авт.), AN и NA — порядком (соприкасанием — Авт.), N и Z — положением (поворотом -Авт.). А вот вопрос о движении, откуда оно и как сообщалось вещам, это они, подобно другим, легкомысленно обошли». Последнее замечание Аристотеля о легкомысленности атомистов не совсем справедливо, поскольку Демокрит считал само наличие пустоты, достаточным основанием для возникновения движения.

«Атомы (неделимые) вечны и неизменны, ибо они не могут испытывать те изменения, которые воспринимают люди», — говорил много позднее древнеримский врач и философ Гален (ок. 129-216 гг.). Изменчивость свойств, которые мы воспринимаем, проистекает от непрерывного движения атомов. Движение атомисты причисляли к первичным началам, таким как пустота, множественность. Демокрит, отвергая возможность прямого познания через ощущения, утверждал, что только атомы и пустота действительно истинны, все остальное лишь наши представления (ощущения, переживания). Бытие, по Демокриту, — это атомы, которые движутся в пустоте (небытии).

Атомисты, как и физики-логики (элеаты), разграничивали чувственный и умственный опыт. Демокрит, видимо, осознавал, что атомы — это скорее теоретические конструкции, чем реально существующие объекты. Если логики утверждали, что мир — это единое, сферической формы, неизменное бытие, то атомисты, напротив, утверждали, что мир — это множественное, любой формы, изменяющееся бытие. Атомы Демокрит часто называл идеями. «Идея» по-гречески «то, что видно», но «видно» именно умственному взору (теоретически)!

Репозиторий ВГУ

То, что было как будто упущено Левкиппом и Демокритом (согласно мнению Аристотеля), именно причина движения, изменения в мире атомов, ввел в атомистику Эпикур (324-270 гг. до н. э.). Он прямо высказал мысль, что причиной изменения направления движения атомов могут быть внутренние свойства атомов. В противовес элейцам Эпикур учил, что все чувственное — истинное, так как всякое ощущение исходит из реально существующего. Эпикуру также принадлежит принцип концептуального релятивизма: для объяснения одного и того же природного явления может существовать несколько теорий; любая теория верна, если она не противоречит чувственному опыту. Заслуга античного атомизма в том, что он соединил в одной картине рациональные моменты двух противоположных учений — учений Гераклита и Парменида: мир вещей текуч, изменчив, а мир атомов, из которых состоят вещи, неизменен, вечен.

Концепция атомизма — одна из самых эвристических, плодотворных и неисчерпаемых программ в истории естествознания и науки. Она сыграла основополагающую роль в развитии представлений о структуре материи и о ее структурных уровнях. Атомизм и сейчас остается одним из краеугольных оснований естествознания, современной физической картины мира.

Аттическая школа. Учение Платона. Самый выдающийся мыслитель Древней Греции — Платон (427-347 гг. до н. э.) в естествознании продолжил методологическую (читай — математическую) линию Пифагора. Он учился у Сократа, затем у Кратила, последователя Гераклита и Парменида, у пифагорейцев. Он соединил учения Гераклита, Пифагора и Сократа: о чувственно воспринимаемом он рассуждал по Гераклиту, об умопостигаемом — по Пифагору, а об общественном — по Сократу. Из прошлого не признавал Платон только атомизма Демокрита. Оба, являясь представителями конструктивной и дискретной (фактически математической) картины сущностей мира, использовали принципиально различные подходы: Демокрит, в основном, опирался на представления, взятые из материального мира физических тел, тогда как Платон пользовался понятиями, поставляемыми из мира идеальных сущностей и, в частности, математикой (недаром на вратах его Академии было написано: «Пусть не входит никто, не знающий геометрии»).

По Платону, мир чувственных вещей не есть мир истинно сущего; чувственные вещи возникают и погибают; в них нет ничего прочного и неизменного. Подлинная сущность чувственных вещей, их причины — бестелесные формы, постигаемые умом. Эти причины (формы, основы, первоначала) вещей он называл видами или, гораздо реже, идеями (по-русски «идея» — это мысль, сущность, понятие, образ, причина, модель, замысел, план). Платоновские идеи существуют не субъективно в нашем сознании, а объективно, т. е. они являются реальным бытием вещей, истинным их существованием, в то время как сами материальные вещи по-настоящему не существуют (в точности, как сегодняшняя ситуация в мире элементарных частиц с кварками и глюонами, принципиально не наблюдаемыми микрообъектами, в силу так называемой концепции конфаймента (пленения)).

Если мыслить категориями атомистов, то для них мир идей — это мир пустоты, т. е. небытие, ничто; согласно же учению Платона, именно материя есть абсолютное небытие, пустота, ничто, и, лишь соединяясь с идеями, она проявляет себя в качестве таковой, так что идея есть совершенное существование объекта (материи), его истинное бытие (его сущность).

Основываясь на вышеуказанных положениях, Платон нарисовал впечатляющую картину истинного мира — мира идей, представляющего собой иерархически упорядоченную структуру. Мир же вещей, в котором мы живем, возникает, подражая миру идей, из мертвой, косной материи; создателем всего выступает Бог-демиург, само созидание подчинено математическим закономерностям, которые Платон однозначно установил, тем самым математизируя мир, что явило собой великое провидение в естествознании в будущие века (века Нового и Новейшего времени).

Репозиторий ВГУ

В те же античные времена платоновская природа (физика) представляла собой набор умозрительных (теоретических) рассуждений о связи строения вещества и космоса с геометрическими фигурами (другой математики во времена Платона и Аристотеля не было). Так, следуя положениям Пифагора, природным элементам сообщалась пространственная мера пяти правильных многогранников — тетраэдра (пирамида) для огня, гексаэдра (куб) для земли, октаэдра для воды, икосаэдра для воздуха и всему космосу — форма додекаэдра (эти пять Платоновых тел позже, в Средневековье, сыграли решающую роль в творческих исканиях Иоганна Кеплера).

Итог творчества Платона в том, что:

? природный мир есть упорядоченный космос и упорядоченный человеческий разум, что открывает возможность рационального анализа эмпирического мира;

? умозрительный (теоретический) анализ обнаруживает некий вневременной порядок во всем, а сущность данного нам мира может быть выражена в количественных отношениях действительности;

? познание сущности мира требует от человека созидательного развития его познавательных способностей, итогом познания становится духовное освобождение человека.

Аттическая школа. Натурфилософия и естествознание Аристотеля. Величайшим ученым и философом античности был Аристотель (384-322 гг. до н. э.), ученик Платона (во многом не соглашавшийся с ним), учитель и воспитатель Александра Македонского (356-323 гг. до н. э.). Последнее обстоятельство дало немецкому философу Карлу Марксу основание назвать его «Александром Македонским греческой философии», хотя Аристотель, как нетрудно догадаться, в сравнениях не нуждается. Творчество Аристотеля беспрецедентно велико и разнообразно, им были охвачены все доступные для его времени отрасли знания. Чтобы понять физику и космологию Аристотеля, необходимо познакомиться с его логикой. Само слово логика появилось впервые у Зенона (336-262 гг. до н. э.) из Китиона, основателя стоицизма, которую в свое время Аристотель понимал как аналитику, т. е. теорию умозаключений. Его аналитика есть основной метод познания, в котором, прежде всего, нужно уметь определить сущность предмета.

Аристотель рассматривал самые разнообразные способы доказательства. Если через определение можно раскрыть сущность простых вещей, то через умозаключение (вывод) осуществляется анализ сложных вещей, связывающих материю и форму. Характеристика указанного логического метода дается Аристотелем в терминах субъект (сущность) и предикат (свойства), в результате чего задача всякого доказательства сводится к выводу (умозаключению) того, что некоторый предикат принадлежит данному субъекту. Этот вывод (умозаключение) в логике Аристотеля называется силлогизмом (с греч. — исчисление). Определения и силлогизмы связаны, каждое, категориями род (общее) и вид (частное). Так, например, при определении вещи род соответствует материи и возможности существования вещи, а вид — это ее форма и действительность. По отношению к понятию силлогизма Аристотель указывал, что «нельзя, следовательно, вести доказательство, переходя из одного рода в другой, как, например, нельзя геометрические положения доказать арифметическим способом». Исследуя проблему доказательства (что будет исключительно важно для понимания всего последующего материала учебного пособия), Аристотель вводит три вида недоказуемых начал — аксиомы, предположения и постулаты. Аксиомы — это недоказуемые положения, распространяющиеся сразу на несколько родов наук. Например, указывает Аристотель, аксиомой является положение: две величины остаются равными, если у них отнять равные части. Вообще, аксиомы формулируются в рамках философии; она (как род) охватывает частные науки (как виды); поэтому все аксиомы философии будут справедливы, например, для физики. Предположениями Аристотель называет положения (начала), которые сами по себе доказуемы, но в пределах данного рассуждения принимаются

Репозиторий ВГУ

без доказательства. Предположения всегда оговариваются условиями. Если это условие не признается, то предположение переходит в разряд постулатов.

Совокупность аксиом, предположений, постулатов, определений, силлогизмов — все это сфера, главным образом, умозрительной деятельности, предмет дедуктивной науки, которая разворачивается по направлению от общего к частному. Однако существует обратный познавательный процесс от частного к общему, что является предметом индуктивной науки. Под частным, или даже единичным, Аристотель понимал, прежде всего, чувственно воспринимаемое, то есть то, что поставляет нам физика (природа). Отсюда индукция позволяет навести мосты между опытным знанием и теоретическим. Цель науки Аристотель видел в полном определении предмета, достигаемой только путем соединения дедукции и индукции: 1) знание о каждом отдельном свойстве должно быть приобретено из опыта; 2) убеждение о том, что это свойство -существенное, должно быть доказано умозаключением особой логической формы - категорическим силлогизмом.

Аристотелем были сформулированы три закона логического мышления: 1) закон тождества: каждая объективно истинная и логически правильная мысль или понятие о предмете должны быть определенными и сохранять свою однозначность на протяжении всего рассуждения и вывода; 2) закон противоречия: не могут быть одновременно истинными два несовместимых высказывания — два противоположных утверждения или утверждение и отрицание — об одном и том же предмете в одном и том же отношении; одно из них будет обязательно ложным; 3) закон исключенного третьего: два противоречащих высказывания об одном и том же предмете, взятом в одно и то же время и в одном и том же отношении, не могут быть вместе истинными или ложными (или А, или не А).

Четвертый закон формальной логики — закон достаточного основания — был сформулирован много позднее великим немецким мыслителем Готфридом Лейбницем (1646-1716): всякая мысль, чтобы стать несомненной, должна быть обоснована другими мыслями, истинность которых доказана или самоочевидна. Но еще раньше, в XIV веке, английский философ Уильям (из Оккама) высказался так:» Ничто не должно приниматься без основания, если оно неизвестно или как самоочевидное, или по опыту».

Аристотель строит свое естествознание исключительно с помощью силлогизма, т. е. формально логического вывода, не опираясь на арифметико-геометрическое конструирование, характерное для Платона. Кстати, здесь Аристотель допускал ошибку, утверждая: «Математической точности нужно требовать не для всех предметов, а лишь для нематериальных» (сейчас мы знаем, что естествознание как наука существует в основном в математической форме). Достоверное знание он добывал в результате введения определения и дедуктивного доказательства, посылки знаний находятся путем индукции или наведения, а вот вероятностное знание — диалектическим путем. Диалектика у Аристотеля является предварительным методом познания действительности; она только подготавливает ум исследователя к познанию настоящей истины. Проведя формальный анализ понятия «начал» или «первых принципов», Аристотель в «Метафизике» определил четыре причины бытия:

1) сущность или суть бытия вещи; форма или первообраз; например, для музыкальной октавы сущностью является отношение двух к одному, таким образом, сущность — это то, чем является вещь согласно своему основному определению, что остается от нее после абстрагирования от материи, т. е. формальная причина;

2) материя или субстрат вещи; это то содержимое вещи, из чего она возникает, т. е. материальная причина;

3) начало движения — это то, откуда берет первое свое начало изменение или переход в состояние покоя, т. е. движущая, действующая причина;

4) конец движения или цель; благо, т. е. то, ради чего совершается действие; целевая причина.

Репозиторий ВГУ

Хотя Аристотель, как видим, признавал материю и считал ее некоторой сущностью, но пассивной (возможности стать чем-либо), всю же активность приписывал остальным трем причинам, причем сути бытия — форме — приписывал вечность и неизменность, а источником всякого движения у него был Бог — «перводвигатель» мира, высшая цель всех форм и образований. Всякая вещь есть единство материи и формы.

Космос у Аристотеля имеет геоцентрическое происхождение: Земля, имеющая форму шара, пребывает в центре Вселенной; область Земли имеет в своей основе четыре элемента «стихии»: землю, воду, воздух и огонь; область неба имеет пятый элемент — эфир, из которого состоят небесные тела. Геоцентрическая модель космоса Аристотеля, далее переработанная и развитая Птолемеем, заняла господствующее положение в космологии не только поздней античности, но и вплоть до XVI века, до космологии Коперника.

Аристотель впервые рассмотрел вопрос о форме Земли и небесных тел на основании данных наблюдений. Так как во время лунных затмений тень, отбрасываемая Землей на лунный диск, имеет всегда круглую форму, он пришел к заключению, что Земля и, по аналогии, другие небесные тела имеют шарообразную форму. Вместе с тем Аристотель признавал Землю как небесное тело, безусловно, центром Вселенной. Солнце и Луна в системе мира Аристотеля являются ближайшими к Земле небесными телами, планеты располагаются на больших (дальше) расстояниях. Вселенная ограничена сферой звезд, отстоящей от Земли в девять раз дальше, чем Солнце. При этом Вселенная представляется конечной, и все тела, расположенные внутри нее, неизбежно должны были тяготеть к Земле как к центральному телу.

В пользу утверждения о неподвижности Земли и центральном ее положении во Вселенной Аристотель, в частности, приводил следующее соображение. Если бы Земля перемещалась в пространстве, то наблюдатель, движущийся вместе с Землей, должен бы был наблюдать изменения положения звезд на небесной сфере. Однако такие смещения никто не наблюдал, следовательно, Земля неподвижна (видимые перемещения звезд (параллакс), обусловленные движением Земли вокруг Солнца, были обнаружены лишь в 18 веке). Этот довод не только во времена Аристотеля, но и позднее, в продолжение почти 2000 лет, был серьезнейшим аргументом в пользу неподвижности Земли, так же как видимое суточное движение звезд оставалось решающим доводом в пользу центрального положения Земли во Вселенной. Кстати, также ошибочно Аристотель утверждал, что скорость падения тел зависит от их веса и что движение тел возможно только под действием сил. Оба эти утверждения были опровергнуты только в начале Нового Времени Галилеем и Ньютоном.

Ошибочно Аристотель утверждал также отсутствие пустоты, мотивируя это тем, что в ней (пустоте) движение тел продолжалось бы без изменений и вечно; тем самым Аристотель, сформулировав правильно тезис (мысль) о движении, прошел мимо одного из величайших открытий в области естествознания — мимо вывода принципа инерции или принципа относительности движения, открытие которого принадлежит Галилею, первоначальная формулировка — Ньютону, а еще позднее — Пуанкаре и Эйнштейну.

Нельзя не упомянуть о заслугах Аристотеля в области биологии, центральным местом в которой было учение о биологической целесообразности, основанное на наблюдениях над целесообразным строением живых организмов. Образцы этой целесообразности Аристотель видел в таких фактах, как развитие органических структур из семени, различные проявления целесообразно действующего инстинкта животных, взаимная приспособленность их органов и т. д. В биологических работах Аристотеля, служивших долгое время основным источником сведений по зоологии, впервые в истории науки были даны классификация и описание многочисленных видов животных, которую он развил, группируя виды не только по сходству, но и по родству.

Вся аристотелева «лестница существ» (этот термин ввел в употребление в XVIII веке швейцарский натуралист Бонне) существует одновременно, все формы живой природы,

Репозиторий ВГУ

считал Аристотель, вечны и неизменны. Они могут исчезать вследствие катастроф и появляться вновь в других местах. Учению Аристотеля Дарвин придавал такое непреходящее значение, что говорил: «Линней и Кювье были моими богами, но все они только дети по сравнению со стариной Аристотелем».

Материей жизни, по Аристотелю, является тело живых организмов, формой — душа, которую он назвал «энтелехией». Соответственно, различая три рода живых существ — растения, животных и человека, Аристотель определил три вида души или три части души: растительную, животную (ощущающую) и разумную.

Естествознание эллинистической культуры. «Начала» Эвклида. Этап в истории стран Восточного Средиземноморья — со времен походов Александра Македонского (334-323 гг. до н. э.) до завоевания этих стран Римом, завершившегося в 30 гг. до н. э. подчинением Египта, — получил название эллинизма. Этот же этап в культуре мировой цивилизации, характеризующийся взаимовлиянием греческой и местных, преимущественно восточных, культур, получил наименование этапа эллинистической культуры.

Крупнейшим научным центром эллинистического мира (а простирался он от современных восточных границ Китая и Индии до Египта) была Александрия, столица эллинистического Египта, с Александрийской библиотекой, музеем и обсерваторией при ней. Значительного развития в этот период достигло в Александрии изготовление книг, чему способствовала монополия Египта на папирус. Большинство ученых в Александрии, Пергаме, Антиохии, на острове Родос были греками, так что греческий язык стал первым международным научным языком той эпохи.

Выдающихся успехов в эту эпоху достигли астрономия, физика, математика, механика, благодаря Евклиду (Ш век до н. э.), Эпикуру (324-270 гг. до н. э.), Архимеду (287-212 гг. до н. э.), Эратосфену (около 275-195 гг. до я. э.), Аполлонию Пергскому (262-(?) гг. до н. э.), Аристарху Самосскому (III век до н. э.) и Гиппарху (около 180-190-125 гг. до н. э.).

«Начала» Евклида, пожалуй, самое распространенное научное сочинение в мире, состоящее из 13 книг, позднее дополненное еще двумя книгами, из которых последняя, 15-я, появилась в VI в. нашей эры. Возможно, что в «Началах» нет ничего нового, что не было бы известно предшественникам Евклида. К Евклиду можно смело отнести слова французского математика, физика и философа Бле-за Паскаля: «Пусть не говорят, что я не дал ничего нового; расположение предмета у меня новое». И то правда. Новое расположение содержания в «Началах» до сегодняшнего дня поражает ученых своей целесообразностью. В своем произведении Евклид дал образец дедуктивного метода, правила и теоремы которого, если не учитывать мелких погрешностей, доказаны путем чисто логических умозаключений при помощи системы определений, постулатов и аксиом. О самом авторе «Начал» почти не сохранилось никаких сведений, даже дат рождения и смерти, разве только то, что он жил в эпоху царей Египта Птолемеев I и II (IV-III вв. до н. э.). Прокл (410-485 гг.), античный философ, приводит не очень достоверное, но весьма существенное для характеристики того времени сообщение, будто бы Евклид на вопрос Птолемея I, нет ли проще пути к изучению геометрии, чем «Начала», гордо ответил, что «в геометрии нет отдельной дороги для царей».

Важным достижением эллинистического естествознания было определение размеров земного шара, выполненное Эратосфеном. По крайней мере, в историю науки Эратосфен вошел как ученый, впервые обосновавший правильный метод определения размеров Земли. Его суть такова. Эратосфен измерил в Александрии расстояние Солнца от зенита, оказавшееся в момент измерения равным 7°52' (т. е. примерно 1/50 окружности), а его помощник провел наблюдение положения Солнца в другом городе — Сиене — расположенном на том же меридиане, что и Александрия. В Сиене Солнце оказалось почти в зените. Приняв расстояние от Александрии до Сиены равным 5000 стадий, Эратосфен определил длину окружности Земного шара в 250000 стадий. Этот результат очень близок к

Репозиторий ВГУ

современному, учитывая, что длина греческой стадии нам известна в широких пределах — от 155 до 180 м.

В эту эпоху Аполлоний Пергский разрабатывает теорию равномерного кругового движения небесных тел вокруг неподвижной Земли, которая заменила систему вращающихся сфер Евдокса, усложненную Аристотелем.

К III в. до н. э. относится деятельность Аристарха Самосского — основоположника идеи движения Земли вокруг Солнца. В результате выполненных им определении расстояния от Земли до Солнца, в единицах расстояния до Луны, он установил, что диаметр Солнца в 6-7 раз превосходит диаметр Земли, а объем, следовательно, в 200-250 раз. Так Аристарх Самосский установил, что крупнейшим телом во Вселенной является Солнце, а потому Солнце расположено в центре Вселенной. Аристарх также высказал мнение, что расстояния от Земли до звезд чрезвычайно велики в сравнении с расстоянием от Земли до Солнца. Это стало известно благодаря упоминанию о нем в труде «Исчисление песчинок» («Псаммит») великого математика и механика древности Архимеда.

Архимед (ок. 287-212 гг. до н. э.) широко известен как автор ряда необыкновенно глубоких и оригинальных работ по математике. Его работы состоят из расчетов площадей фигур, ограниченных кривыми, и объемов тел, ограниченных произвольными поверхностями, поэтому Архимеда можно по справедливости считать отцом интегрального исчисления, возникшего на 2000 лет позже. Говорят, будто важнейшим своим открытием Архимед считал доказательство, что объемы шара и описанного вокруг него цилиндра относятся между собой как 2:3. Архимед просил своих друзей поместить это доказательство на его могильной плите (спустя сто лет Цицерон нашел могилу Архимеда по шару, вписанному в цилиндр, изображенному на могильной плите). Архимед указал границы для числа p, указав, что оно меньше 3 и 1/7, но больше 3 и 10/71 и многое другое. Особо известны его закон плавучести тел, а также выражение: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Первый перевод трудов Архимеда был сделан в 1543 г. — в год выхода основополагающего труда Николая Коперника «Об обращении небесных сфер», совершившего революционный переворот в миропонимании.

Античный Рим

Античный Рим возник как город Рим в 754/753 г. до н. э., но уже к середине III в. до н. э. Рим подчинил себе весь Апеннинский полуостров, а в дальнейшем превратился в могущественную средиземноморскую державу — Римскую империю, включающую в себя западную и юго-восточные части Европы, Малую Азию, побережье Северной Африки, Сирию, Палестину. В западных областях (границах) Римская империя закончила свое существование в 476 г. н. э., тогда как в восточных границах, как Византия, просуществовала еще около 1000 лет (о естествознании Византии см. раздел 1.7).

Характерная черта римской науки, основные достижения которой приходятся на первые века новой эры, — изложение научных вопросов в форме поэм (Лукреций, Вергилий, Авиен, Марк Аврелий) и многотомных энциклопедий (Варрон, Герон Александрийский, Гален, Витрувий, Цельс, Плиний Старший, Сенека, Страбон). В этом разделе будут освещены только наиболее значительные произведения римских ученых.

«О природе вещей» Лукреция Кара. Указанная поэма — единственное полностью сохранившееся незавершенное Лукрецием (96-55) произведение, излагающее материалистическое философское учение Эпикура о возникновении мира и его развитии. Кратко изложим представления о пространстве, времени, материи и движении атомов.

Репозиторий ВГУ

Пространство и материя — два единственных начала мироздания. Пространство однородно, в нем нет центра Вселенной (абсолютно современная точка зрения); последняя бесконечна и не имеет границ. Бесконечна и материя. Пустое пространство имеет определенное место, если оно окружено материей, но и материя занимает определенное место, если оно ограничено пустотой — пустота и материя (заполненное пространство) сменяют друг друга. Время не является самостоятельным началом сущего, оно не существует отдельно от пространства и материи (почти эйнштейновское воззрение на пространство, время, материю):

Также и времени нет самого по себе, но предметы Сами ведут к ощущенью того, что в веках совершилось, Что происходит теперь и что вопоследует позже. И неизбежно признать, что никем ощущаться не может Время само по себе, вне движения тел и покоя... Материя наделена свойством дискретности, ее атомы не только различаются по форме и положению, как у Демокрита, но и весом, который (и в этом причина) заставляет их падать в мировом пространстве, но не по строго параллельным направлениям, а, согласно Эпикуру, испытывая спонтанные (неупорядоченные) отклонения в движении. О существовании спонтанных отклонений Лукреций судит по наблюдаемой картине беспорядочного движения пылинок в солнечном луче, а затем объясняет движение пылинок ударами менее крупных тел, последние движутся под влиянием еще меньших тел, и такая иерархия продолжается вплоть до атомов (точная современная, по Эйнштейну, точка зрения на объяснение явления броуновского движения). Идея спонтанного отклонения была введена, чтобы избежать абсолютного фатализма («лучше следовать мифу о богах, чем быть рабом физиком», как выразился Эпикур), абсолютизации каких-либо научных положений, которые возникали в разные исторические эпохи, пока не привели окончательно к понятиям относительности.

Представляет также глубокий интерес высказанная Эпикуром и изложенная Лукрецием идея об изотахии (одинаковой скорости элементарных движений) и связанный с ней вывод о дискретности пространства — времени, также идея о том, что «...атом будет иметь движение с быстротой мысли...» и др., как получившие, так и не получившие разрешение пока и в современной физике.

Система мира Птолемея. Важнейшим событием в космологии и естествознании в эпоху Древнего Рима было создание во II в. н. э. системы мира александрийским астрономом Клавдием Птолемеем (около 90-168 гг.). Эта система была изложена им в 13-томном труде, который назывался либо «Математическая система», либо «Великое построение», но дошедшем до европейцев в переводе с арабского под названием «Альмагест».

Система мира Птолемея превосходно объясняла известные в то время неправильности в движениях Солнца, Луны и планет, оставаясь только математической схемой, описывающей видимые движения небесных тел, светил и позволяющей определять их положения на небе в будущие моменты. Затруднений в объяснении неравномерностей в движениях Солнца и Луны было много, хотя часть их объяснил Гиппарх (кстати, он же с большой точностью определил продолжительность тропического года, расстояние от Земли до "Луны в 59-60 земных радиусов, размеры Луны, указал, что центр Земли не вполне совпадает с центром орбиты Солнца, так что расстояние между ними не всегда одинаково). Движение же планет оказалось настолько сложным, что это оказалось недоступным в теоретических изысканиях Гиппарха. Но во время жизни Птолемея наблюдательных данных уже было достаточно, чтобы исправить теорию движения Солнца и Луны. Приступая к грандиозной проблеме, Птолемей не отказался от сложившихся античных физических представлений о строении Вселенной. В частности, не отказался он от центрального положения Земли, хотя, как уже указывалось ранее, Пифагор в VI в., а Аристарх Самосский в Ш в до н. э. выдвинули и обосновывали идею о центральном положении Солнца во Вселенной.

Репозиторий ВГУ

Гипотеза о движении Земли вокруг Солнца напрямую связана с гипотезой об относительности движения. Вот Аристарх это представление имел, утверждая, что Земля движется вокруг Солнца, в то время как непосредственное восприятие свидетельствует о движении Солнца вокруг Земли. Понимали это и поэты. Так, великий римский поэт Вергилий (I в. до н. э.) вложил в уста одного из своих героев в поэме «Энеида» знаменательную фразу (которую впоследствии цитировал Коперник): «В море из порта идем, и отходят и земли и грады». То есть мысль об относительности движения висела в воздухе.

Птолемей также допускал, что сложность видимых движений небесных тел и светил могла бы быть объяснена движением самой Земли. Существование якобы движения Земли Птолемей опровергал аргументами физики своего времени: считалось, что при движении Земли все находящееся на ней было бы «смыто» — сброшено с ее поверхности, а предметы, расположенные над Землей (облака, птицы), отставали бы от нее (здесь отражается пагубность чистого умозрения, не подтверждаемого опытом). Форму Земли Птолемей принял шарообразной, безоговорочно признавая в этом вопросе авторитет Аристотеля. При разработке математической теории движения он опирался на работы Аполлония Пергского, который ввел понятия эксцентрика, эпицикла и деферента, придерживаясь гипотезы о равномерном движении небесных тел вокруг неподвижной Земли. Эксцентрик — это круг, центр которого не совпадает с положением наблюдателя, находящегося на Земле. Предполагая равномерное движение светила по эксцентрику, Аполлонии мог объяснить известные в его время неравномерности в движениях Солнца, Луны и планет. Эпицикл — это круг, центр которого движется по другому кругу — деференту. У Аполлония планеты движутся равномерно по эпициклу, а Земля находится в центре деферента.

Птолемей усложнил ситуацию, подробности которой мы здесь опускаем. Система Птолемея явилась исторически завершением греко-эллинистической, а вместе с тем и древнеримской космологии. Забытая в раннее средневековье (но просуществовавшая 1375 лет!), она потом, как и односторонне толкуемая философия Аристотеля, была научной опорой схоластики позднего средневековья в ее борьбе против возрождения творческих начал античной науки и против развития правильных представлений об устройстве Вселенной.

Птолемея следует упомянуть и как великого астролога, оставившего после себя известное «Четырехкнижие», настольную книгу астрологов многих последующих веков, и как географа, написавшего сочинение «География», в котором он обосновал методы научного картографирования и приложил к нему 27 карт, в совокупности изображавших все известные тогда части земного шара - от Канарских островов до Китая.

Достижения в механике тех лет были подытожены в трудах Герона Александрийского «Механика»; в математике — в сочинении Диофанта «Арифметика», написанном предположительно в III веке, дошедшем до нас в шести томах из предполагаемых тринадцати, и в «Математическом собрании» из восьми книг последнего из великих греческих и римских геометров Паппа Александрийского (III—IV век), в котором, помимо математики, излагаются вопросы астрономии и механики; в географии — в 17-томном сочинении Страбона «География», в котором содержались исчерпывающие сведения о всех известных тогда странах и народах; в области ботаники — Теофрас-том, учеником и последователем Аристотеля; в области анатомии, физиологии и медицины — Герофилом из Хал-кедона, учеником Теофраста, и Эрасистратом (ок. 340-ок. 250 до н. э.), о которых известно из трудов великого римского врача и естествоиспытателя Галена (129-201 (?)).

Последним из древнеримских ученых и первым из схоластов раннего европейского средневековья принято считать Северина Боэция (ок. 480-524) (его называют «последний римлянин и первый схоласт»).

Упадок античной науки. В первые века нашей эры греческий и римский рабовладельческий строй, диктовавший запросы науке, естествознанию начал приходить в

Репозиторий ВГУ

упадок. Римская империя в V веке н. э. распалась под действием внешних и внутренних сил — восстаний рабов, бедноты, покоренных народов и нападений варварских племен. На смену пришел феодализм, формирование которого было связано со значительными потрясениями во всех сферах общественной жизни, в том числе в сфере науки и культуры.

По существу, начал формироваться новый тип сознания, новый тип культуры, новый тип иного мышления, духовного освоения мира человеком. Изменились запросы общества, поменялись человеческие и духовные ценности. Новую основу общества составляло монотеическое религиозное сознание, в котором аа первом плане — не познание мира и получение нового знания, а переживание, прочувствование мира и вера во всемогущество Бога, в существо, которое создало мир и постоянно творит его своей волей и активностью. Вмешательство божественных, потусторонних сил может проявиться неожиданно во времени и пространстве (части света, мира), являя собой чудо, неподвластное, недоступное, непознаваемое человеком. Естествознание, а с ним и мировоззрение, лишаются предмета познания, реальных целей и задач. В сознание на многие сотни лет восшествует иррационализм и мистицизм. С VI века в истории западноевропейской культуры начался период «темных веков» (об этом этапе рассказано в п. 2.10).

Античный Китай

Очерк истории раннего естествознания будет неполным, если не упомянуть о догадках, мифах и космологии древних китайцев и индийцев. В древнем Китае мифология развивалась слабо. Китайцы оказались для этого слишком практичными людьми. Однако и древний Китай не избежал влияния мифологических воззрений. Так, общеизвестный миф о возникновении (космогонии) Вселенной записан в книге «Хуайнань-цзы», созданной во II в. до н. э. Он повествует о том, что в глубокой древности, когда еще не было ни неба, ни земли, мир представлял собой мрачный, бесформенный хаос. Из этого мрака постепенно выделились два великих духа Инь и Ян, которые с огромным усилием начали упорядочивать мир. Впоследствии Инь и Ян разделились и установилось восемь главных направлений в пространстве. Дух Ян стал управлять небом, дух Инь - землей. Так был создан наш мир.

В другом мифе упорядочение хаоса и организация мироздания связываются с деятельностью сверхъестественного по способностям человека по имени Паньгу, зародившегося внутри космического яйца — естественного порождения хаоса. Оказавшись в первобытном мраке, Паньгу раскалывает его на землю и небо и поднимает последнее над первой.

Части мироздания возникают из частей умершего Паньгу: ветер и облака — из вздоха, гром — из голоса и т. д.

Древнекитайская натурфилософия связана с древними книгами, составившими знаменитое «Пятикнижие», среди которых «Книга истории», «Книга перемен», «Книга обряда». «Пятикнижие» дают основу древнего мировоззрения образованного для этого времени китайца. В «Книге истории» излагаются мифологические сказания о пяти началах мира: первое начало — вода, второе — огонь, третье — дерево, четвертое — металл и пятое — земля. Постоянная природа воды — быть мокрой и течь вниз, огня - гореть и подниматься вверх, металла — подчиняться внешнему воздействию... В этой же книге описываются и пять явлений природы: дождь, солнечное сияние, жара, холод и ветер. От их своевременности и умеренности зависит благосостояние народа. Делаются попытки найти причины, вызывающие благоприятные и неблагоприятные явления природы.

В «Пятикнижии» продолжается развитие древнейших представлений о двух антагонистических и в то же время сотрудничающих силах — ян и инь. Вначале это

Репозиторий ВГУ

олицетворения света и тьмы, освещенной и теневой сторон горы, тепла и холода, упорства и податливости, мужского и женского начал. Потом это состояние «ци» — своего рода прообраз первобытной материи. Называются шесть состояний «ци» — инь, ян, ветер, дождь, мрак, свет. Этот момент развит в «Книге перемен». Во всех этих исторических источниках предпринята первая в истории человечества попытка представить природные и человеческие явления в двоичной системе — в системе ян и инь.

Таким образом, важнейшим этапом развития логического мышления в древнем Китае и вычленения философии и естествознания из мифологии было возникновение на рубеже первого и второго тысячелетий космологических понятий «у син» (пяти первоэлементов), «ци» (воздух), «дао» (пути вещей, мира, человека), парных сил «инь» (тьма) и «ян» (свет). Одновременно шел процесс переосмысления религиозно-мифологического содержания таких понятий как «небо», «земля», «вселенная», «тьма вещей».

Древний Китай обогатил европейскую и мировую цивилизацию множеством важнейших открытий и изобретений. Во II в. до н. э. был составлен трактат «Математика в девяти книгах», подобный в чем-то «Началам» Евклида. В трактате содержатся правила действия с дробями, теорема Пифагора, применение подобия прямоугольных треугольников, решение систем линейных уравнений с 2 и 3 неизвестными, впервые в истории математики встречаются отрицательные числа и правила действия над ними. Между Ц и VI веками китайцы определили число «пи» с точностью до семи верных значащих цифр (европейцы только в XVI веке). В середине XI века ими был изложен способ извлечения корней выше 2-й степени.

Исключительно велики достижения древних китайских астрономов. Уже в первом тысячелетии до н. э. они выделяли 118 созвездий (783 звезды), с 240 г. до н. э. безошибочно наблюдали все появления кометы Галлея, в I в. до н. э. установили период обращения Юпитера (Древесной звезды) в 11,92 земных года, в 104 г. до н. э. определили продолжительность года в 365,25 суток, в 27 г. до н. э. наблюдали солнечные пятна, в I веке нашей эры создали первый в мире небесный глобус, воспроизводивший движение небесных тел, в VIII веке высказали мысль об изменчивости расстояния между «неподвижными» звездами. Изобрели также китайцы компас, прибор для измерения пройденного пути — своеобразный спидометр, сейсмоскоп.

В истории развития древнекитайских философии и естествознания узловым пунктом познания человека и мира явилось учение о «дао», которое содержало гениальную догадку о саморазвитии, бесконечности и вечности мира, о наличии естественных и независимых от чьей-либо воли закономерностей его развития.

Вместе с тем, в силу ряда особенностей развития рабовладельческого и раннефеодального общества в Китае, философское знание (в отличие от древнегреческого) обособилось от развития естествознания и обобщения его данных. Не удивительно, что онтологические проблемы, законы развития человеческого знания, мышления и общества занимали второстепенное место в учениях китайских мыслителей.

Вторая особенность древнекитайской натурфилософии заключается в том, что в ней практически не сложилось целостной логической системы взглядов, учения о законах и правилах человеческого мышления (что сделал Аристотель в Древней Греции).

Третья особенность заключается в том, что Китай с древности и до начала XX века не вышел за пределы наивного материализма, стихийно-диалектических взглядов и синкретических концепций о природе и человеке.

Античная Индия

Репозиторий ВГУ

Натурфилософия Древней Индии, как и китайская, в значительной степени мифологизирована. Но, в противоположность древнекитайской философии, в ней нашли место самые разнообразные точки зрения на мироустройство. Так, в «Ведах», древнейшем литературном поэтико-мифологическом памятнике индийской культуры, содержится большое количество космологических систем. Само слово «веда» в переводе с санскрита означает «знание», откуда, кстати, происходят русские слова «ведение», «ведать», «ведьма».

В «Ригведе» (первом из сборников «Веды», веде гимнов) выражена направленность на анализ явлений природы. Особо часто в ней упоминаются имена богов природных стихий: грозы (Индра), ветра (Ваю), воды (Варуна), огня (Агни), солнца (Сурья), зари (Ушас). Индра — бог-громовержец — является воинственным предводителем всех остальных, менее воинственных, богов, воплощением силы, мужества и бесстрашия (в греческой мифологии это Зевс, в римской — Юпитер). Чаще всего Индра противостоит Вритре, страшному чудовищу, олицетворяющему всевозможные темные силы, преграждающему путь водам, несущим жизнь полям.

Божеством не только космического упорядочения, но также общественного выступает Варуна, наделенный могуществом, вторым после Индры. Варуна задает ритм в природных явлениях и ритуал в общественных, что передается одним понятием — рита. Благодаря рите происходит смена дня и ночи, вращается небесный свод, поэтому риту представляют «путем, по которому следует солнце». Противоположным понятию рита служит понятие анрита — хаос и темнота.

В «Ведах» разрабатывается космогоническая тема как тема разрешения вопроса о происхождении богов. Как и в китайской философии, мир также рождается из соединения мужского и женского начал, но постепенно в индийской мифологии (эпосе) складываются представления о неком абстрактном божестве, имеющем много разных имен, но в противоположность китайским мифам сам первобог никаких антропоморфных признаков не имеет. Одно из популярных имен — Пуруши, вселенский человек (в смысле слова, но не сущности), отдельные органы которого, после его гибели, стали отдельными частями мира. Иногда он представлен как космический разум и неопределен-ная активность либо как отвлеченная духовная субстанция (веды в течение веков многократно дополнялись).

Начало построения мира весьма абстрактно, так как утверждается, что «в первом веке богов из не сущего возникло сущее, затем возникло пространство мира», «Нечто Одно» или «Единое» пробуждается от желания, начинает делиться на противоположности: сущее и не сущее, низ и верх, день и ночь, смерть и бессмертие. Затем первобог родил небо и землю, воздушное пространство между ними, первых трех богов: Алити (бесконечность) из неба, Агни (огонь) из земли и Ваю (ветер) из воздушного пространства.

Другой план (сценарий) возникновения мира — из мысли, предшествующей миру, как основы центральной идеи о космическом абсолюте — Брахмане, абсолютной духовной субстанции начала и конца всех вещей и существ. Но и это не последний космический план. Так, индийский философ и мыслитель Уддалаки (VII век до н. э.), задавшись вопросом: «Как же... могло это быть? Как из не сущего родилось сущее?», сам себе и отвечает: «Нет, вначале... все это было сущим, одним, без второго» и далее разворачивает причинно следующее развитие: огонь — источник воды, вода производит пищу (земля, твердь), из них возникают все виды живых существ и разум тоже.

Интересно отметить также в этих космогонических моделях (схемах) их последовательную или параллельную поэлементную организацию. Последовательная организация схемы предполагала либо последовательное возникновение и развитие элементов во времени, либо последовательное вхождение одних элементов в другие. Параллельная же организация заключалась в проведении нескольких параллельных рядов элементов из различных областей человеческого бытия или природных явлений, при этом либо выделялся какой-то один доминирующий ряд элементов, либо он не выделялся. Так в

Репозиторий ВГУ

индийской философии совершенствовался метод, процедура проецирования одного ряда элементов, например, психофизического свойства, на другой ряд, относящийся к природным явлениям.

Подытоживая этот краткий очерк ведийского периода индийской философии и естествознания, необходимо отметить крайний плюрализм мировоззрения Ригведы и других книг Веды. Боги, люди, животные, растения, элементы, времена года, страны света, качества, части тела, духовные способности и т. д. — все являются наделенными жизнью субстанциями, которые связаны друг с другом, взаимно проникают друг в друга, могут превращаться одно в другое.

Вопросы для самопроверки:

1. Что характерно для натурфилософского понимания природы?

2. Укажите основные принципы атомистического учения древних греков.

3. Что представляет собой космологическая модель Вселенной Аристотеля?

4. Укажите основные идеи о первоэлементах или началах и их авторов.

5. Сформулируйте основные положения логики Аристотеля.

6. Когда появилось слово «физика» и что оно означало в древности и означает сейчас?

7. Дайте краткую характеристику физических и космологических представлений Аристотеля.

8. Каково значение геоцентрической системы мира, обоснованной Птолемеем?

9. Какое значение для естествознания сыграли апории Зенона?

10. В чем суть пифагорейской школы?

11. В чем проявляется сходство западной античной науки и древневосточной (китайской и индийской), а также их различие, разведшее западную и восточную цивилизации на тысячелетия?

12. Существуют ли параллели некоторых взглядов в восточной естественнонаучной философии и в современном естествознании?

Лекция 3
Тема: Естествознание в эпоху средневековья.
План:

1.Особенности развития естествознания в V – XV вв.
2.Естествознание в Византии.
3.Естествознание странах арабского Востока.
4.Естествознание в Западной Европе.
5.Основные естественно – научные открытия и изобретения.
6.Первые европейские университеты.
7.Социально – экономические условия в России и странах Восточной Европы в V –XV вв.
8.Особенности хозяйственной жизни славян и их взаимодействия с природной средой.
9.Принятие христианства и роль религии в проникновении естественно – научных знаний из стран Европы и Ближнего Востока. Естественно – научные знания славян.
10.Взгляды на природу и мир Ф. Скорины, М. Гусовского и др. белорусских просветителей.

Репозиторий ВГУ

Арабское средневековье

В синтезе научных, философских и культурных тенденций Востока и Запада, в течение Средневековья Восток (арабский, среднеазиатский, ближневосточный) первоначально был хранителем античных традиций. Запад тех лет был котлом, где в великих переселениях и завоеваниях создавались современные цивилизации и нации, а также те центры образования и науки, которые усваивали, хранили и перерабатывали античное культурное и научное наследство, продвигая дальше (в пространстве и времени) все более точное отображение мира.

Виднейшими представителями почти восьмисотлетнего средневекового периода арабской науки явились Джабир-ибн-Хайян (Гебер) (721-815,), Мухаммед аль-Хорезми (IX в.). Абу ар-Рази (865-925), Абу-Наср Мухаммед аль-Фараби (ок. 870-ок. 950), Ибн аль-Хайсам (Алхазен) (ок. 965-1039), Абу-ар-Рейхан Ибн Ахмед (по прозвищу аль-Бируни) (973-1048), Абу-Али Ибн Сина (Авиценна) (980-1037), Омар Хайям (ок. 1048-после 1122), Ибн Рушд (Аверроэс или Комментатор) (1126-1198), Мухаммед Улугбек (1394-1449).

Бурное развитие арабской математики оказалось возможным благодаря синтезу арабами греческой и индийской научных традиций. В арабской культуре получает распространение десятичная позиционная система счисления с применением нуля, заимствованная из индийской математики. Аль-Хорезми, аль-Бируни и Омар Хайям практически создают алгебру как самостоятельную математическую дисциплину (название алгебра идет от арабского аль-джебр, что означало у Хорезми один из приемов преобразования уравнений: перенесение слагаемого из одной части уравнения в другую, с изменением знака перед ним, которое он вынес в заголовок одного из своих сочинений); те же Хорезми, Бируни, и аль-Баттани (858-929), и Ибн Курра (ок. 836-901) превращают плоскую и сферическую геометрию из вспомогательного раздела астрономии также в самостоятельную математическую отрасль. Алгебраический трактат Хорезми содержал классификацию квадратных уравнений и приемы их решений, трактат Омара Хайяма — теорию и классификацию кубических уравнений, трактат Альхазена — квадратуры конических сечений и кубатуры тел, полученных от их вращения.

Прогресс естественнонаучных знаний был неразрывно связан с прогрессом философской мысли, и отмеченные нами мыслители не боялись вступать в конфликт с господствующей религиозной системой. Так, в сочинении «О вечном движении небесной сферы» аль-Фараби защищал «еретическое» с точки зрения Корана учение о вечности мира (являясь последователем Аристотеля, Птолемея и Евклида), а аль-Бируни был глубоко убежден в неизменности и всеобщности законов природы. «Действия природы, — писал он, — всегда одни и те же при одинаковых обстоятельствах» (предвосхищение принципа относительности классической и современной физики!). Он упрекал тех, которые «приписывают божественной премудрости то, чего они не знают в науках физических», а также тех, кто привык «смешивать научные вопросы с религиозными предсказаниями». Например, попытка спастись от грозовой тучи путем заклинаний и магических средств, по его словам, — «жалкое убежище для тех, кто не понимает действительных причин явлений». Получить правильное представление о дождях, утверждал он, можно только «изучив положение гор, то, как дуют ветры и как движутся тучи» (чем не современные положения метеорологии!?). Бируни также был весьма образован в минералогии, приведенные им данные о минералах в соответствующем трактате почти не отличаются от данных современных.

Современником Бируни был гениальный таджикский (по другим сведениям — персидский) энциклопедист ибн Сина (Авиценна), автор свыше 400 трудов по медицине (он был практикующим врачом, и это было главным его делом), физике, алхимии, музыке, математике, философии, психологии, астрономии, языкознанию и др. наукам. Особо

Репозиторий ВГУ

известны его монументальные энциклопедические сочинения «Канон медицины» и «Книга исцеления», где, в частности, он исследовал вопросы движения, силы, пустого пространства, оптики. Так, объясняя явления света истечением материальных частиц, Авиценна считал скорость света очень большой, но конечной. Признавая наличие в мире божественной нематериальной субстанции, Авиценна в то же время утверждал вечность и неуничтожаемость материи.

Уже упоминавшийся арабский астроном и математик аль-Баттани вывел более точные, чем у Птолемея, значения наклонения эклиптики к экватору и величину прецессии, составил более точные таблицы движения Солнца и Луны. Он же установил, что эксцентрическое положение Земли внутри орбиты Солнца не совпадает с положением, указанным Птолемеем, но не отказался при этом ни от геоцентрических представлений, ни от неподвижности Земли. Бируни первым из ученых европейского и восточного средневековья пришел к мысли о несоответствии системы мира Птолемея действительному устройству вселенной, вполне определенно высказался об осевом вращении Земли и о движении Земли в пространстве, приписывал Солнцу центральное положение среди небесных светил. Необходимо также отметить его мнение о тяготении к Земле всех находящихся на ней тел, которое он, по-видимому, позаимствовал у древнеиндийского мыслителя Брамагупты. Взгляды Бируни на вселенную разделял великий поэт, математик и мыслитель Омар Хайям.

В астрономии необходимо также отметить самаркандских астрономов аль-Каши, Али Кушчи, работавших в XV веке под покровительством и при непосредственном участии правителя Самарканда Мухаммеда Улугбека (внука великого полководца, эмира Тимура (Тамерлана)). Составленные ими планетные таблицы и звездный каталог, благодаря своей точности, приобрели широкую известность и потом неоднократно переиздавались в Европе.

Заслуживает внимания также арабская алхимия. Главное место в ней отводилось учению о металлах и их сплавах, их получению и трансмутации (превращению одних металлов в другие). Так, Джабир-ибн-Хайян (латинизированное имя — Гебер), будучи сторонником учения Аристотеля о стихиях, не во всем с ним соглашался и ввел новые представления об особых элементах металлов — сере и ртути, рассматривая их символически: серу как принцип горючести и ртуть как принцип металличности (блеска). Соединяясь в недрах Земли под воздействием земной теплоты, сера и ртуть образуют все известные тогда металлы — железо, свинец, олово. Для ускорения процесса созревания он предлагал добавку, некий медикамент, «вылечивающий» несовершенные металлы — аль-иксир или в западной транскрипции — эликсир. Геберу были известны купоросы, квасцы, щелочи, нашатырь, владел он также такой химической ремесленной техникой, как перегонка, возгонка, растворение, кристаллизация и др.

Абу ар-Рази, врач и алхимик, разделяя взгляду своего современника Гебера, развил его учение и дал первую классификацию природных (химических) веществ, разделив их на землистые или земли (минеральные), растительные и животные, предвосхитил распространенную до сих пор систему «трех царств природы». В систематике органического мира ему предшествовал только Аристотель бинарным делением — животных на кровяных и бескровных, растений на высшие и низшие. Наиболее полно Абу ар-Рази была разработана классификация минералов.

Великий Авиценна, знаток химии, медицины, лекарств и многого другого, широко применял во врачебной практике разнообразные химические вещества и вместе с предшественниками создал основы рациональной фармации, но в противовес им категорически отрицал возможность трансмутации металлов.

Репозиторий ВГУ

Древняя Месоамерика — естествознание народа майя

Исторически цивилизация майя известна на территории современных Мексики, Гондураса и Гватемалы с X в. до н. э. по XVI в. н. э., когда она исчезла под ударами испанских завоевателей. До нас дошли только три научных литературных источника культуры майя, из которых трудно заключить об их научном уровне, но некоторые исследователи сходятся во мнении, что уровень этих знаний сопоставим с уровнем древних вавилонян и египтян.

Как и в большинстве древних религий (и мировоззрений) Востока, для майя характерны представления об имевших место ранее нескольких повторяющихся циклах сотворения и разрушения. Каждый из этих циклов имел продолжительность немногим менее 5200 лет, последний из которых начался в 3113 г. до н. э. и завершится в конце 2011 года текущего столетия Армагедонном (гибелью) всего человечества.

Исключительную роль в культуре майя играл созданный ими необычный календарь. Календарный цикл продолжительностью в 52 года основывается на двух перму-тационных (от лат. permutare — менять) циклах: 260-дневным и 365-дневным «нечетким годом», названным так, поскольку реальная продолжительность солнечного года примерно на четверть суток длиннее. Последнее обстоятельство заставляет нас объявлять каждый четвертый год високосным, с тем чтобы не допустить рассогласования календаря и солнечного года. Этот момент полностью игнорируется в календаре майя, так как они внутри этого года выделяли 18 месяцев длиной по 20 дней каждый, к которым в конце года добавлялся еще и наводящий страх период, состоящий из 5 несчастливых дней. Получалось так, что каждый из дней года имел соответствующую ему дату как по 260-дневному календарному циклу, так и по календарной системе «нечеткого года». Оба этих цикла совпадали один раз за 18 980 дней, т. е. за период времени, равняющийся 52 «нечетким годам». Этот период называется «календарным кругом», но он оказывается неудобен, когда для фиксации событий требуется ссылка на промежутки времени, превышающие по продолжительности 52 года. Майя изобрели для этих случаев календарь «длинного счета», в основе которого лежит 360-дневный период.

Важное значение они придавали согласованию лунного и солнечного календарей, и в 682 г. н. э. начали вести вычисления по формуле: 149 лунных месяцев = 4400 дней. Майя считали, что продолжительность лунного цикла составляет 2 953 020 дней, что практически совпадает с современной оценкой в 2 953 059 дней! Весьма точно они могли предсказывать лунные й солнечные затмения, укладывающиеся в цикле из 405 лунных месяцев.

Согласно космологическим воззрениям майя, земля является плоской и имеет четырехугольную форму, углами сориентированную по сторонам света, которые поддерживают четыре бога. Небеса и подземный мир многоярусны. В части астрономических наблюдений и расчетов движения планет можно с полной уверенностью утверждать, что они вели расчеты движения планеты Венера, чем превосходили греков эпохи Гомера. Синодический цикл Венеры считался у майя равным 584 дням, тогда как по современным расчетам он равняется 583,92 дня! Практически мало сомнений, что майя вели наблюдения за движениями Марса и Юпитера, и вполне разумно предположить, что у майя был свой зодиак.

И последнее, что необходимо отметить, — майя разработали позиционную или разрядную систему счисления, оперируя в ней всего лишь тремя символами, располагая их не горизонтально, как мы сейчас, а вертикально: точкой, обозначающей 1 (единицу), черточкой, обозначающей 5 (пять), и стилизованным изображением раковины, которое обозначало понятие О (нуля). Если мы сейчас пользуемся заимствованной у индусов десятичной системой счисления, то система майя была двадцатичной (двадцатиричной).

Репозиторий ВГУ

Древние и средневековые Византия и Русь

Византия. Так емко принято называть Византийскую империю, возникшую в IV веке при распаде могущественной Римской империи в ее восточной части и просуществовавшую до середины XV века. Название это идет от завоеванной римским императором Константином I в 324-330 гг. колонии Византий, на месте которой им был основан Константинополь, ныне Стамбул. Сами византийцы называли себя римлянами или по гречески ромеями, свою империю Ромейской. В IV-VI вв. государственный язык Византии был латинский, с VII в. и до конца существования империи — греческий (как мы знаем, эти два языка были первыми международными научными языками, третьим языком в раннее средневековье стал арабский, затем в Западной Европе снова латинский).

Византийцами тех времен были этнические греки, сирийцы, армяне, грузины, евреи, фракийцы, готы, славяне, арабы, печенеги, половцы, позднее будущие итальянцы и многие другие народы. Все они испытали влияние греческой, римской и эллинистической культуры и науки, сохраняли ее и по возможности развивали, руководствуясь в основном христианскими вероучениями и традициями. Именно традиция (передача духовных ценностей от поколения к поколению) провозглашалась источником знания, а не опыт, ибо традиция (как тогда считалось) восходила к сущности, в то время как опыт знакомил с поверхностными явлениями земного мира. Эксперимент и научное наблюдение были крайне редкими. Для византийской науки были характерны, во-первых, тяга к систематизации, которая шла от унаследованной от Аристотеля классификации, но при отсутствии аналитического рассмотрения явлений, и, во-вторых, стремление к раскрытию «истинного» (мистического) смысла явлений, как результат возникшего в христианстве противопоставления божественного (скрытого) — земному, доступному непосредственному восприятию. Все, открытое, установленное, но не совпадающее с божественной истиной, объявлялось ересью (так же как и в будущую вскоре эпоху западноевропейского инквизиторского средневековья).

Христианская морализация и отказ от познания истинной природы естественных явлений характеризует такие известные произведения византийского средневековья (оказавшие влияние и на естествознание западного средневековья), как «Беседы на шестоднев» (т. е. проповеди о шести библейских «днях творения») Василия Великого (329-379), «Слово о правой вере» Иоанна Дамаскина (ум. после 754 г.), «Шестоднев» Иоанна Экзарха болгарского (X век), рано распространившийся среди русских книжников. Предоставляя античным ученым самим «низлагать друг друга» в спорах о природных явлениях, они предлагали благочестивый совет не касаться «рассуждений о сущности» и верить Моисею, что Бог сотворил небо и землю, рассматривать познание природного мира лишь как путь к познанию Бога. И все же в этих произведениях в искаженной и подчас неузнаваемой форме сохранялись обрывки античных знаний — представление о шарообразности Земли, учение о четырех стихиях (первоэлементах), к которым Дамаскин добавлял небо как пятый первоэлемент вселенной, и др. Но в космологии преобладающими были взгляды монаха Козьмы Индикоплевса (VI в.), изложенные им в сочинении «Христианская топография» (обратите внимание — христианская): Земля рассматривается как прямоугольная доска (!), небо как шатер над ней, движения светил совершаются даже не вокруг Земли, а вокруг высокой горы на краю ее (проглядывает примитивизм).

В Византии тех времен сохранялись элементы древнегреческой и эллинистической культуры, в особенности известны были изобретения и труды механика и математика Герона Александрийского (I век), идеи о зажигательных зеркалах Архимеда. Исидором Милетским комментировались и дополнялись книги Архимеда и Евклида.

Репозиторий ВГУ

В условиях жестких христианских традиций и ограничений, в условиях прогрессирующей деградации мысли, наука не могла иметь сколько-нибудь значительных успехов. И все же: в VI в. н. э. александрийский комментатор Аристотеля Иоанн Филопон пришел к выводу, что скорость падения тел не зависит от их тяжести (за тысячу лет до Галилея!), не отрицал он также существование пустоты и возможность движения в пустоте; в VII в. был изобретен «греческий огонь» (самовозгорающаяся смесь нефти, селитры, серы и др.), использовавшийся в военном деле; в Византии существовало развитое производство красителей, цветной поливы, стекла и пр. В IX в. Лев Математик впервые применил буквы в качестве алгебраических символов, в XП в. предпринимается попытка ввести арабские цифры (позиционную систему счисления). В области географии необходимо отметить умение составлять географические карты. В области философии особо надо отметить теолога и неоплатоника Прокла (410-485), выдающегося знатока и комментатора Платона, Аристотеля и Евклида. Прокл поставил веру в Бога выше науки, объявляя метафизику единственно возможной наукой. Прокл смело утверждал, что познать природу души означает познать и всю Вселенную. Так, например, комментарий к диалогу Платона «Алквиад I» выдержан примерно в таком духе: «...познай самого себя, чтобы узнать ту сущность, из которой ты произошел. Познай заключенное в себе Божество, чтобы познать то Божественное Единое, лучом которого является твоя душа. Познай свой собственный разум для того, чтобы иметь доступ ко всем знаниям». Как известно, европейская наука не пошла по этому мистическому, метафизическому пути (хотя он впервые в античности намечался Гераклитом) и поэтому позже состоялась как главная, мировая наука.

Культура Византии через распространяющееся христианство оказала всестороннее влияние на развитие Киевской и Московской Руси, Болгарии, Армении, Грузии, Сербии и др. стран и народов, сохранила вместе с арабским миром античное наследие и передала его в Италию накануне Возрождения.

Древняя и средневековая Русь. Поскольку Русь приобщалась к многовековой и высокой культуре Византии вместе с принятием христианства в 988 г., уместно, на наш взгляд, обрисовать естественнонаучные представления древних и средневековых русских в данном месте. Это также связано с тем, что Русь с древних времен и в средневековье развивалась по западному типу. Это основывается на следующих признаках: 1. Отделение ремесла от земледелия, появление металлообработки, гончарного, ювелирного дела, которые относятся к VII-VIII вв.; 2. Развитие городов (не уступающее, часто превосходящее западноевропейское); 3. Склонность к демократическим формам жизни и труда (вече, княжеские дружины, думы); 4. Высокий уровень развития философской мысли, культуры (религиозная, светская литература, разные «Слово...», свод законов «Русская правда»); 5. Появление государства, некоторые другие факторы, и, наконец, главный фактор — принятие христианства.

В появлении и становлении русского государства важное, если не сказать судьбоносное, значение могло сыграть, как это не покажется странным (это наша гипотеза), освоение славянами технологии солеварения, основавших в VIII-IX вв. в южном Приильменьи поселение Руса у слияния рек Полисть и Порусья (нынешний город Старая Русса), и сопутствующих ей и взаимосвязанных с ней технологий льноводства и ткачества. По версии историка Г. Анохина, благодаря возникшей Русе и осваиваемых в ней новых для того времени технологий и зарождения новой культуры, возникли и распространились слова русъ, рус, рось, варяг — солевар (от глагола варити, т. е. выпаривать соль), варежка (варежка из толстой льняной ткани Заверяжья была необходима солевару для работы с раскаленной жаровней варницы, в которой выпаривалась соль), Варяжское море (озеро Ильмень). Предводителями на этой заморской (для новгородцев), умно организованной, богатой и процветающей земле были русы-варяги Рюрик с братьями, когда погрязшие в демократических распрях и междоусобицах новгородцы в 862 г. обратились к ним с просьбой править у них, по другую (северную) сторону Варяжского моря (сейчас это

Репозиторий ВГУ

называется пригласить топ-менеджера). С этого момента и начинается зарождение и становление будущего русского государства. Город Руса впоследствии, конечно, уступил в развитии Новгороду, хотя еще долго сохранял заданный темп и потенциал и даже еще в XVI веке оставался четвертым по численности городом России (после Москвы, Пскова и Новгорода)!

Грамотность на Руси тех лет была достаточно широко распространена среди народа, о чем свидетельствуют берестяные грамоты и надписи на хозяйственных предметах (на пряслицах, бочках, сосудах), а также сведения о наличии школ (даже женских).

Древние славяне были людьми ведической (слово веды — однокоренное со словами знать, ведать) культуры и религии, родственной культурам и религиям ведического корня — верованиям Древней Индии, Ирана, Греции. К X веку и вплоть до XIII в. мир наши предки (до XI века еще язычники, после христиане) представляли себе как единый, одушевленный, живой космос, распространенный на четыре стороны света — в небе, на земле, в ее недрах и под водой. Этот мир имеет три яруса: на верхнем и нижнем обитают боги, на среднем находятся земля и люди. С XIV века Земля признается шаром, хотя по-прежнему ставится в центр вселенной. По своему положению Земля подобна «желчи» (желтку) яйца, где белок — воздух, а «черепка» (скорлупа) -небо. Архаическая философия древних народов, изложенная здесь, реконструируется по космогоническим мифам главных славянских священных книг, таких как «Русские Веды», «Песни птицы Гамаюн», «Велесова книга».

Непрерывная борьба светлых и темных сил (вспомните китайских Инь и Ян) у русских (славян) особенно отчетливо проявляется в круговороте времен года. Его исходной точкой было наступление нового года — рождение нового солнца в конце декабря. Это празднование получило у славян греко-римское название — «коляда» (от лат. calendae — первый день нового месяца). Греческой также была первоначально используемая на Руси письменность, но славяне пользовались и своей оригинальной системой письма — узелковой. Знаки ее не записывались, а передавались с помощью узелков, завязанных на нитях, которые заматывались в книги — клубки. Народная память сохранила это и в языке и фольклоре; мы до сих пор завязываем «узелки на память», говорим о «красной нити», «нити повествования», «хитросплетении сюжета».

Данные о явлениях природы и астрономические представления того времени приводятся в одном из сборников Кирилло-Белозерского монастыря в статьях «О широте и долготе земли», «О земном устроении», «О расстоянии между небом и землею», «Лунное течение» и др. В русских летописях также имеются сведения о лунных затмениях и северных сияниях, о кометах и болидах, о метеоритах и атмосферных явлениях, о вычислении пасхалий и таблицах пасхалий на период в 532 года.

Знания о физике у русских мастеровых вкраплены в метеорологию, металлургию, строительное дело. Известно было прямое восстановление железной руды в металлическое железо, совершенной была найденная эмпирически форма широко используемых серпов, кос и топоров, обладающих очень высоким коэффициентом полезного действия. Разнообразные температурные режимы и великолепное знание свойств цветных металлов зафиксированы для древнерусского ювелирного дела при изготовлении браслетов, подвесок, перстней, использовании тончайшей проволоки, получавшейся путем волочения металла через фильеры — отверстия в камне.

Велики были познания славянских мастеров-ювелиров и металлургов в части химических свойств окисей олова, свинца, магнезии, минеральных добавок для окраски стекловидной массы — окислов железа, меди, кобальта, мышьяка. Производство порохов и зажигательных смесей относится к химии военного дела, к химии пищевых продуктов относится приготовление всевозможных напитков — хмеля, квасов, пива, вина, водок, медовух; для приготовления браг и водок использовались прообразы современных самогонных аппаратов — перегонные кубы, трубки (змеевики). С химией связано и

Репозиторий ВГУ

изготовление моющих средств и косметики — румян, белил, духов, как спиртовых и водных извлечений из растений, а также бальзамирующих мазей и масел.

Значительными были также достижения в медицине, географии, математике, геологии, биологии.

Постепенно на Руси усваивается мировоззрение, согласно которому чувственно воспринимаемый мир не обладает истинной реальностью, он есть лишь отражение вечно существующего мира высших истин, приблизиться к смыслу которых можно через божественное откровение с верой, посредством рационального созерцания, мистического прозрения (вот неполное следование западному образцу, сближающее русскую душу, русский менталитет, с восточной мистикой).

Западноевропейское средневековье

В эпоху первых столетий западного средневековья (V-XI вв.), которую принято называть «темной порой», античное наследие постепенно забывалось (и в конечном итоге забылось), научные традиции античности утрачивались, поскольку стимулы к углубленному изучению природы и ее закономерностей из-за всеобщего упадка западноевропейской цивилизации после крушения римского мирового владычества отсутствовали.

Основными передаточными звеньями между античной эпохой и западным средневековьем явились труды римских христианских философов и писателей Северина Боэция (ок. 480-524), Кассиодора (ок. 487-578) и Марциана Капеллы (IV-V вв.). Указанные авторы сформировали деление научного знания на семь дисциплин или «свободных искусств» и связали их с семью «столпами дома премудрости», упоминаемого в Библии. Эти семь «свободных искусств» обычно перечисляют в таком порядке: грамматика, риторика и диалектика, которые составляли начальное «трехпутье», или «тривий» (отсюда слово «тривиальный»); арифметика, геометрия, астрономия и музыка образовывали «квадривий». Науки все более и более приобретают характер теологический, богословский (общеизвестно средневековое выражение «философия — служанка богословия»), изучение природы как таковой подменяется ее символическим истолкованием в мистическом или морально-назидательном духе так же, как уже было отмечено выше и в Византии (единые корни шли из эллинистического мира, из александрийской школы). Такие черты приобретает переведенная и прокомментированная аббатом Рабаном Мавром 20-томная энциклопедия Исидора Севильского (560-636), ставшая известной с 844 г. под двумя названиями: «Начала» и «Этимология». Она послужила основой для написания самим Рабаном Мавром энциклопедического сочинения «О вселенной», в которой книг становится, во-первых, не 20, а 22 — по числу книг Ветхого завета, во-вторых, сочинение уже не начинается с книги «О науках и искусствах», а с книги о Боге, «создателе нашем, главе и начале всех вещей» и т. д.

Но, в основном, античное наследие сохранялось и развивалось в арабском мире (см. пункт 2.7) и пришло в Европу после крестовых походов (1096-1270 гг.) на Ближний Восток (в Сирию, Палестину, Северную Африку), организованных западноевропейскими католиками под знаменем борьбы против «неверных» (мусульман), освобождения Гроба Господня и Святой Земли (Палестины). Привнесение на территорию Европы остатков античной культуры и науки — главный непреходящий итог этих походов. С этого времени становится возможной систематическая экспериментальная наука, благодаря бурно развивающейся промышленности, металлургии, химии, вооружению, медицине, использованию движущей силы воды, появлению новых инструментов, постепенному преодолению влияния церкви в вопросах объяснения природы мира. Так, например, англичанин Аделяр Батский (время его деятельности 1116-1142), переведший в начале XII века «Начала» Евклида и другие математические труды арабских математиков, в своих

Репозиторий ВГУ

«Естественнонаучных вопросах» отмечает, что не следует прибегать к ссылке на божество и его волю там, где человеческий разум способен и обязан раскрывать подлинные причины природных явлений. Христианский теолог француз Тьерри Шартрский в первой половине того же века в начале своего «Шестоднева» прямо заявлял, что будет исследовать космологические вопросы «с точки зрения физики», исходя в основном из натурфилософского диалога Платона «Тимей». Но платоновская «первичная материя» не была для них предельной, неосязаемой абстракцией, а конкретной, чувственно-осязаемой массой, неким первичным «хаосом», или смешением элементов, которое приводилось в гармонию хотя и сверхматериальным началом, но, во всяком случае, не христианским Богом. Философы французской шартрской школы неустанно повторяли, что ничто не уничтожается, что изменчива и текуча лишь форма, в которой предстают вещи, что «никакая субстанция не гибнет». Элементы природы существуют постоянно, гибнут и возникают лишь их сочетания: всякая «природа» имеет «постоянное пребывание», уничтожаются лишь «произведения природы».

К XIII веку получают распространение такие изобретения, как очки, часы, компас, порох, но главным, неоценимым стало создание в XII-XIII вв. первых университетов в разных странах Европы: в Болонье (1158, Италия), Кембридже (1209) и Оксфорде (2-я половина XII — нач. XIII вв., Англия), Париже (1215, Франция, с XVII века распространенное название Сорбонна), затем в Падуе (1222, Италия) и Неаполе (1224, Италия) и др. В университетах, французских, итальянских, но особенно в английских, постепенно утвердились свободомыслие и гуманизм, демократическое самоуправление и свобода выбора руководства. Это предопределило развитие и становление западноевропейской и всей мировой культуры и науки, вплоть до наших дней.

Особое место в естествознании тех лет занимают ученые Оксфорда Роберт Большеголовый (Гроссетест) (1175-1253) и его ученик Роджер Бэкон (ок. 1214-1292). Они настойчиво выдвигали на первый план познания значение математики, опыта и наблюдения, утверждая, что математика есть основа всех прочих наук, «врата и и ключ» их. Так, Гроссетест в трактате «О свете или о начале форм» высказывает мысль о том, что изучение явлений начинается с опыта, посредством их анализа устанавливается некоторое общее положение, рассматриваемое как гипотеза, отправляясь от которой, уже дедуктивно, выводятся следствия, опытная проверка которых устанавливает их истинность или ложность. Свет для него — некая тонкая материя, отождествляемая с формой, универсальная субстанция, обладающая внутренней способностью к саморазрастанию и самораспространению. По его мнению, Бог вначале создает некий светящийся пункт, который, мгновенно расширяясь, рождает огромную сферу, где слиты воедино начала материи и формы (практически современная инфляционная гипотеза раздувающейся вселенной из вакуума). Весь мир для Гроссетеста оказывается результатом самовозрастающей светящейся массы, которая образует не только краски, но и звуки, не только растения, но и животных. Свет также связывает душу и тело, свет человеческого знания — ничтожно малая доля абсолютного божественного света.

Роджер Бэкон в «Письме о тайных делах искусства и природы и о ничтожестве магии» предвосхитил многие поздние открытия, полагая, что можно будет с невероятного расстояния читать мельчайшие буквы и пересчитывать пылинки и песчинки, допускал возможность построить машины, способные двигать самые большие корабли быстрее, чем целый отряд гребцов, не исключал возможность сделать аппарат, позволяющий летать по воздуху, подобно птицам. Бэкон в своих работах указывал три способа познания: вера в авторитет, рассуждение и опыт. Авторитет сам по себе совершенно недостаточен, если он не опирается на рассуждение. Но и рассуждение сможет достичь своей убедительности только тогда, когда оно опирается на опыт. Подведя итог, Бэкон дает такую обобщающую формулировку своего эмпиризма: «Опытная наука — владычица умозрительных наук». Так, благодаря трудам передовых мыслителей, начинает крепнуть отделение науки и философии

Репозиторий ВГУ

(особенно натурфилософии) от теологии, подрываются устои схоластики, учения христианского западного мира, основанного на христианских истинах, изложенных в догмах.

Положительную роль в становлении науки сыграло средневековое учение о двойственной истине — возможность для одного и того же научного положения быть одновременно истинным или ложным, в зависимости от того, что лежит в его основе. Церковниками (теологами) делались попытки разрешить эту апорию утверждением, что нечто может быть истинным с философской, но ложным с теологической точки зрения. Под прикрытием именно этого учения было высказано много смелых мыслей, не согласующихся с догмами христианства.

Значительному прояснению формируемых новых и очищению старых античных научных понятий способствовал видный английский схоласт Уильям Оккам (ок. 1300-1349/50), резко выступавший против наводнения реального мира гипостазированными сущностями, т. е. боровшийся против наделения отвлеченных понятий, свойств, идей самостоятельным бытием, субстанциональными формами, скрытыми признаками и т. д. По Оккаму, существуют слова, которые не соответствуют какой-либо реально (самостоятельно) существующей вещи; таковы термины «точка», «мгновение», «неделимое». Также движение не есть нечто обладающее самостоятельной сущностью, реально существуют лишь движущиеся тела; точка не является составной частью линии, но представляет собой сокращенное обозначение того, что линия не простирается дальше и т. д. и т. п.

Общеизвестный лозунг Оккама гласил: «множественность никогда не следует вводить без нужды» или «сущности не следует умножать без необходимости» (принцип, получивший название «бритвы Оккама»). Словом, не потому боролся Сккам со схоластическими «сущностями» и «формами», что их много, а потому, что им не соотвествует никакая объективная реальность и они интерпретируются превратно, как некие самостоятельные сущности.

Итак, мы отмечаем, хотя и не все осветили, что в центре внимания креативной (творческой) деятельности мыслителей средневековья были физика, механика, теплота, оптика, космология, география, геометрия, алгебра, метеорология, минерология, вопросы относительности и абсолютности движения, природы сил, наличия или отсутствия центра Вселенной и др. В конечном итоге, ими был заложен фундамент для возникновения и развития в эпоху Возрождения идей Николая Коперника и Джордано Бруно, небесной механики Иоганна Кеплера, методов аналитической геометрии (в том числе, метода координат великого реформатора науки средневековья Рене Декарта) и др.

Концепции предклассического механистического естествознания

С середины XV века Европа вступает в период революционных цивилизационных (от лат. civilis — гражданский) преобразований. Изменяется все: экономические отношения, государственное устройство, культура, образовательная система и наука. В науке особо выделяется естествознание, развитию которого содействовали, как минимум, два обстоятельства. Во-первых, начавшаяся робко в средневековье ломка основ религиозного мышления и нарождение нового научного мышления получает мощную поддержку со стороны великих реформаторов естествознания, таких как Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Теофраст Парацельс, Джордано Бруно, Фрэнсис Бэкон, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Рене Декарт, Пьер Ферма, Блез Паскаль, Роберт Гук, благодаря которым наука превращается в самостоятельный фактор духовной и культурной жизни, в реальную основу нарождающегося нового мировоззрения. Во-вторых, наряду с наблюдением и миросозерцанием, характерным для науки античного и раннего средневекового периодов, в науку внедряется эксперимент, который становится в ней ведущим методом исследования, радикально расширяя сферу познаваемой реальности и усиливая познавательную мощь

Репозиторий ВГУ

естествознания. Господствующим методом мышления становится метафизика, так что этот период развития естествознания можно называть метафизическим, который уступит место диалектическому методу только в XIX столетии. Наибольшие успехи достигаются в области механики, завершенной и систематизированной в своих основаниях к концу XVII века, в результате чего решающее значение приобретает формирующаяся механистическая картина мира, ставшая на три столетия универсальной научной картиной мира. В ее рамках осуществлялись познания не только физических и химических, но также и биологических и антропологических явлений и событий. Идеалы механистического естествознания становятся основой теории познания и методологии науки. Возникают философские учения о человеческой природе, обществе и государстве, выступающие в XVI-XVIII веках как разделы общего учения о едином мировом механизме.

Галилео Галилей (1564-1642), итальянский гений, титан мысли и дела, родился в городе Пизе в знатной, но обедневшей семье. Кстати, бедность не дала ему возможность закончить Пизанский университет, в котором он изучал медицину, но, тем не менее, в 1589 г. он сумел получить в этом университете должность преподавателя математики (!), которую начал изучать самостоятельно с 1585. (До Галилея фактически самоучкой был Авиценна, после него будет Майкл Фарадей). Несколькими годами позже, в 1592, он перешел в Падуанский университет, где занял кафедру математики, которую до него годом раньше безуспешно пытался занять Джордано Бруно (как тесен мир!), и оставался на ней до 1610 года. Именно в эти годы он сделал большую часть своих научных открытий, но не в области математики, а в механике, физике и астрономии.

Все основные открытия Галилея изложены в его двух главных книгах — «Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой» (1632) и «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению» (год издания — 1638). Последняя книга была написана «узником инквизиции», тогда уже старым, больным и полуслепым человеком, окончательно потерявшим зрение в 1637. В последней книге, имеющей непреходящую ценность для науки, новыми и притом универсальными оказались не только сами вопросы, но и методологические принципы их решения, которые с тех пор кладутся в основу любого научного исследования.

Появление «Бесед» можно считать концом периода «цитатной науки», опиравшейся на авторитеты Аристотеля и других канонизированных церковью мыслителей, на цитаты и их толкование, и началом современного естествознания. Именно поэтому, говоря о величайших творцах физики, по праву называют имена: Аристотель — Галилей — Ньютон — Эйнштейн. «Беседы» разбиты на «дни», каждый из которых посвящен специальному вопросу. Вот как начинает Галилей «день третий» (сравните с книгой «Бытие» Моисея, с первой ее главой!).

«Мы создаем совершенно новую науку, предмет которой является чрезвычайно старым. В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него философами написано весьма мало значительного. Поэтому я многократно изучал на опыте его особенности... до сего времени либо неизвестные, либо недоказанные... Говорят, что естественное движение падающего тяжелого тела есть движение ускоренное. Однако в какой мере нарастает ускорение, до сих пор не было указано... Было замечено также, что бросаемые тела или снаряды описывают некоторую кривую линию; но того, что линия является параболой, никто не указал».

Далее Галилей, ни разу не употребив на 600 страницах книги математических формул (через два века подобное совершит Майкл Фарадей, излагая законы электромагнетизма!), исследуя движение твердого тела, напишет: 1. «... скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих наклонных плоскостей одинаковы». 2. «Если тело, выйдя из состояния покоя, падает

Репозиторий ВГУ

равномерно ускоренно, то расстояния, проходимые им за определенные промежутки времени, относятся между собой, как квадраты времени». (Между прочим, широко распространяемая легенда о том, что Галилей проводил свои эксперименты, бросая тела с Башни знаний в Пизе, не соответствует действительности, но она жива и будет жить еще многие века). Для проверки своих доводов Галилей создает расчетную модель — предполагает, что у падающего тела скорость меняется либо пропорционально времени, либо пропорционально квадрату времени, т. е. феноменологически ставится вопрос не почему тело падает, а как падает! Впервые в истории науки ставится эксперимент, который должен проверить расчетную модель. Целенаправленный эксперимент есть то, что Галилей ввел в качестве неотъемлемого элемента научного исследования. Последующие рассуждения привели его к открытию закона инерции, одного из главнейших законов природы, и того, что возможно движение в отсутствии действия каких-либо сил.

Важным и непреходящим является также то, что Галилей учил и научил, во-первых, не доверять кажущимся очевидностям. Во-вторых, он писал (как завещание): «Философия написана в величайшей книге, которая постоянно открыта нашим глазам (я говорю о Вселенной); но нельзя ее понять, не научившись прежде понимать ее язык и различать знаки, которыми она написана. Написана же она языком математическим, и знаки ее суть треугольники, круги и другие математические фигуры, без которых человеку невозможно понять ни одного содержащегося в ней слова». Здесь — зерно метода математического естествознания.

Читая эту книгу, которая, по сути, была энциклопедией физики начала XVII века, можно только поражаться разносторонности интересов Галилея, его пытливости, его наблюдательности, обилию полученных результатов. Здесь излагается метод определения скорости света, объясняется явление резонанса, указывается на одинаковый период качаний паникадила в церкви, что положит начало основам теории колебаний, и т. д. Он услышал в 1609 г. об изобретении в Голландии прибора, который позднее будет назван телескопом, и этого для него достаточно, чтобы из органной трубы и двух линз самому построить «зрительную трубу». Это позволило ему открыть горы на Луне, пятна на Солнце (хотя сделал эти открытия далеко не первым из людей, вспомните китайцев), фазы Венеры, спутники Юпитера.

Опровергая аргументы Птолемея и Аристотеля, высказанные ими против вращения Земли, путем разбора множества механических явлений, Галилей приходит к открытиям закона инерции и механического принципа относительности.

Эти конкретные и хорошо известные достижения Галилея затеняют другое, не менее важное, научное наследие Галилея — научную методологию исследований природных явлений. Галилей сумел практически реализовать экспериментальный метод, придав ему современные черты (создание модели реального процесса, абстрагирование (отвлечение) от несущественных факторов, неоднократное повторение опыта и т. д.). Галилей возобновил математический подход Архимеда к исследованию явлений природы, провозгласив, что «книга природы написана на языке математики, ее буквами служат треугольники, окружности и другие геометрические фигуры...».

Было бы несправедливо не вспомнить еще об одном великом предшественнике И. Ньютона — выдающемся французском философе и математике Р. Декарте. Рене Декарт (1596-1650 гг.) был авторитетнейшим ученым для естествоиспытателей XVII века. Для Декарта весь физический мир представлял собой огромную машину, функционирующую по определенным, объективным законам, открыть которые человечество способно путем математических рассуждений. Декарт считал, что только математика обеспечивает надежный путь к истине. Он заявлял, что «не приемлет и не надеется найти в физике каких-либо принципов, отличных от тех, которые существуют в Геометрии или абстрактной Математике, потому что они позволяют объяснить все явления природы и привести

Репозиторий ВГУ

доказательства, не оставляющие сомнений». С точки зрения Декарта, реальный мир подвластен математическому описанию. По его мнению, наиболее глубокими и надежными свойствами материи являются форма, протяженность в пространстве и движение в пространстве и времени.

Восхваляя математический метод в познании реального мира, Декарт удивительно мало написал работ по математике, а точнее, только одно небольшое, но великое произведение — «Геометрию», в которой заложил основы аналитической геометрии, являющейся в настоящее время необходимым инструментом при математической формулировке многих физических задач.

Резюме

1) Важнейшим моментом в подготовке научной революции XVI—XVII вв., приведшей к рождению нового естествознания, было изменение взглядов на состояние Земли во Вселенной — переход от геоцентрической картины мира к гелиоцентрической.

2) Законы движения планет, сформулированные И. Кеплером, послужили фундаментом для закона всемирного тяготения.

3) Закон инерции, сформулированный Галилео Галилеем, положил конец физике Аристотеля — это с одной стороны, и послужил толчком, с другой стороны, развития физической мысли в направлении, приведшем к специальной и общей теории от носительности Эйнштейна в XX столетии.

Лекция 4

Тема: Естествознание в эпоху Возрождения (XV - XVI вв.) и эпоху Просвещения (XVII - XVIIIвв.).

План:

1.Социально – экономические факторы, определившие характер эпох. Основные научно – технические достижения.

2.Леонардо да Винчи. Н.Коперник и его гелиоцентрическая система.

3.Предпосылки бурного развития естествознания в эпоху Просвещения.

4.Рене Декарт и интеллектуальная революция XVII в.

5.Креационизм и трансформизм.

6.Французские натурфилософы XVIII в. Ж. Бюффон. И. Кант, его «Естественная история и теория неба».

7.Основные естественно – научные открытия XVII - XVIII вв.

8.Система живой природы К. Линнея.

9.Естествознание в России. М.В. Ломоносов.

1.Этап, называемый «научной революцией».

Периодом «научной революции» иногда называют время между 1543 и 1687 гг.

Первая дата соответствует публикации Н. Коперником работы «Об обращениях небесных сфер»; вторая — И. Ньютоном «Математические начала натуральной философии».

Все началось с астрономической революции Коперника, Тихо Браге, Кеплера, Галилея, которая разрушила космологию Аристотеля — Птолемея, просуществовавшую около полутора тысяч лет.

⇒ Коперник поместил в центр мира не Землю, а Солнце;

⇒ Тихо Браге — идейный противник Коперника — движущей силой, приводящей планеты в движение, считал магнетическую силу Солнца, идею материального круга (сферы)

Репозиторий ВГУ

заменил современной идеей орбиты, ввел в практику наблюдение планет во время их движения по небу;

⇒ Кеплер, ученик Браге, осуществил наиболее полную обработку результатов наблюдений своего учителя: вместо круговых орбит ввел эллиптические он количественно описал характер движения планет по этим орбитам;

⇒ Галилей показал ошибочность различения физики земной и физики небесной, доказывая, что Луна имеет ту же природу, что и Земля, и формируя принцип инерции. Обосновал автономию научного мышления и две новые отрасли науки: статику и динамику. Он «подвел фундамент» под выдающиеся обобщения Ньютона, которые мы рассмотрим далее.

⇒ Данный ряд ученых завершает Ньютон, который в своей теории гравитации объединил физику Галилея и физику Кеплера.

В течение этого периода изменился не только образ мира. Изменились и представления о человеке, о науке, об ученом, о научном поиске и научных институтах, об отношениях между наукой и обществом, между наукой и философией, между научным знанием и религиозной верой. Выделим во всем этом следующие основные моменты.

1. Земля, по Копернику, — не центр Вселенной, созданной Богом, а небесное тело, как и другие. Но если Земля — обычное небесное тело, то не может ли быть так, что люди обитают и на других планетах?

2. Наука становится не привилегией отдельного мага или просвещенного астролога, не комментарием к мыслям авторитета (Аристотеля), который все сказал. Теперь наука — исследование и раскрытие мира природы, ее основу теперь составляет эксперимент. Появилась необходимость в специальном строгом языке.

3. Наиболее характерная черта возникшей науки — ее метод. Он допускает общественный контроль, и именно поэтому наука становится социальной.

4. Начиная с Галилея наука намерена исследовать не что, а как, не субстанцию, а функцию.

Научная революция порождает современного ученого-экспериментатора, сила которого — в эксперименте, становящемся все более и более точным, строгим благодаря новым измерительным приборам. Новое знание опирается на союз теории и практики, который часто получает развитие в кооперации ученых, с одной стороны, и техников и мастеров высшего разряда (инженеров, художников, гидравликов, архитекторов и т.д.) — с другой.

Возникновение нового метода исследования – научного эксперимента оказало огромное влияние на дальнейшее развитие науки.

2. Эпоха Возрождения

Расцвет науки в Древней Греции с VI века до н. э. до первых веков н. э. сменился закатом и долгим, темным застоем научной мысли, длившимся почти полторы тысячи лет. В середине XV века в Европе начинается быстрый рост городов, появляется новый класс — буржуазия и начинается новый прогрессивный этап в развитии культуры, искусства и науки в целом и в естествознании, в частности. Этот период времени историки назвали в XIX столетии эпохой Возрождения. Среди великих людей эпохи Возрождения одним из первых следует назвать Леонардо да Винчи (1452-1519). Интересно перечислить спектр его занятий, в которых он оставил след: музыкант и художник, астроном, механик, геолог, ботаник, инженер, математик, физиолог — это все вместе могло сконцентрироваться только у гениального Леонардо да Винчи. Особо ценил да, Винчи математику и, как ни странно, относил ее частично к экспериментальной науке. Сам он сконструировал ряд приборов для математических построений — пропорциональный циркуль, прибор для вычерчивания параболы, прибор для построения параболического зеркала. Отметим вопросы механики, которые интересовали Леонардо да Винчи: законы падения тел на поверхности Земли, влияние трения на движение тел, вопрос сложения сил, определение центра тяжести тел. В

Репозиторий ВГУ

частности, да Винчи знал, что тело, брошенное под углом к горизонту, летит по параболической траектории. Изучал да Винчи колебательное движение и был близок к современной трактовке резонанса. Занимался этот гениальный ученый и вопросом полета человека в воздухе. Он построил модель планера и изобрел парашют. Леонардо да Винчи независимо от Коперника приблизился к пониманию гелиоцентрической системы мира. В это время, начиная со II века н. э. господствовала геоцентрическая картина мира Птолемея (менее совершенная геоцентрическая система была разработана еще Евдоксом и Аристотелем в IV—III вв. до н. э.)

3.3. Ньютоновы принципы классического механистического естествознания

Исаак Ньютон (1642-1727), величайший ученый всех времен и народов, английский физик, механик, астроном и математик, в 1687 году издал свое классическое произведение, главный труд своей жизни — «Математические начала натуральной философии». «Начала», вершина научного творчества Ньютона, состоят из 3-х частей: в первых двух частях речь идет о движении тел, механике тел, в которых формулируются, постулируются три знаменитых закона динамики Ньютона, а последняя часть сочинения посвящена системе мира (космологии), в которой обосновывается вывод и даны приложения знаменитейшего закона всемирного тяготения Ньютона.

Начать надо с фундаментальных физических определений и понятий, положивших начало классического естествознания, поскольку здесь мы имеем общий образец, которому следовали ученые последующих поколений при построении теорий. Так вот, Ньютон, прежде всего, определяет свойства объекта, который является предметом изучения — это некоторая масса (тело), и место, и время, в которое он (объект) изучается.

Итак, слово Исааку Ньютону из его «Начал»:

«1) Количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее.

2) Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе.

3) Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения.

Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные.

а) Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью.

б) Абсолютное пространство по самой своей сущности, без относительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

в) Место есть часть пространства, занимаемая телом и, по отношению к пространству, бывает или абсолютным, или относительным.

г) Абсолютное движение есть перемещение тела из одного его абсолютного места в другое».

И далее то, как постулированы три фундаментальные закона движения, носящие имя Ньютона:

«I. Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

Репозиторий БГУ

II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе — взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противопоожные стороны».

Четвертым законом в «Началах» Ньютона стал закон всемирного тяготения. Анализируя законы Кеплера, Ньютон пришел к заключению, что между небесными телами действует сила притяжения, обратно пропорциональная квадрату расстояния между телами. Высказав предположение, что силы тяготения имеют всеобщий (всемирный) характер и что эти силы пропорциональны массам взаимодействующих тел, Ньютон установил закон, олицетворяющий первую теорию тяготения (гравитации):

Ньютону принадлежит доказательство того, что закон всемирного тяготения вместе с первым и вторым законами динамики достаточны для описания движения тел на поверхности и вблизи поверхности Земли. Законы движения и закон всемирного тяготения Ньютона принадлежат к числу фундаментальных физических принципов, и, подобно аксиомам Евклида в геометрии, они служат логической основой для получения других частных физических законов.

Итак, основное содержание или основные идеи классической механики таковы:

А) есть тела, которые следует наделить свойством массы;

Б) массы притягиваются друг к другу (закон всемирного тяготения);

В) тела могут сохранять свое состояние — покоиться или двигаться равномерно, не меняя своего направления движения (закон инерции, он же принцип относительности);

Г) при действии на тела сил они изменяют свое состояние: либо ускоряются, либо замедляются (второй закон динамики Ньютона);

Д) действие сил вызывает обратное равное ему противодействие (третий закон Ньютона).

Ньютону также принадлежит честь (вместе с немецким математиком Готфридом Лейбницем) создания великолепной математической теории — дифференциального и интегрального исчислений, лежащих в основании классического естествознания. Эта математическая теория стала одной из самых «используемых» теорий всеми учеными, работающими не только в области естествознания, но и в технических и в социально-экономических науках.

В XVIII-XIX веках знаменитыми математиками — швейцарцем (проработавшим большую часть своей жизни в России, а потому признаваемым как русский ученый) Леонардо Эйлером, французами Луи Лагранжем (1736-1813 гг.), Пьером Симоном Лапласом (1749-1827 гг.) и ирландцем Уильямом Роаном Гамильтоном (1805-1865 гг.), механике Ньютона были приданы изящные, математически строгие формы. Этих форм две, и их принято называть лагранжева и гамилътонова формы (часто это также характеризуют словами лагранжев и гамильтонов формализм). Они, эти великие математики, в этом нет никакого сомнения, завершили построение здания под названием классическая механика.

Теперь можно сформулировать основные научные положения механистической ньютоново-картезианской парадигмы или механистической картины мира, которые составляют, вместе с тем, основные принципы и закономерности классического механистического естествознания:

? мир состоит из массивных (материальных) объектов конечных объемов (размеров), видимые контуры которых являются их физическими границами;

Репозиторий ВГУ

? эти объекты движутся в пустом трехмерном евклидовом пространстве, евклидовыми также являются линии (траектории) их движения — прямые, окружности, эллипсы, параболы, спирали и другие линии;

? время — четвертая координата пространственно-временного континуума, независимая от пространственных координат;

? три закона динамики Ньютона управляют движениями (траекториями) материальных (наделенных массой или масссивных) объектов, заполняющих пространственно-временной континуум;

? поле тяготения (гравитация) распространяется в пространственно-временном континууме с бесконечной скоростью и никак не затрагивает течения времени;

? линейный характер ньютоновой динамики означает, что интенсивность следствия в мире механических явлений прямо пропорциональна интенсивности причины (так называемый лапласовский детерминизм).

Указанные фундаментальные положения классического формализма могут быть дополнены следующими эвристическими (методологическими) выводами:

1. Природных возможностей человеческого разума вполне достаточно для того, чтобы понять (выразить) мир механических явлений в понятиях и теориях.

2. Изучение мира механических явлений и процессов не оказывает существенного влияния на их течение.

3. Теоретический расчет движения реальных массивных объектов можно сделать сколь угодно точно, задавая экспериментальные так называемые начальные условия в какой-либо точке пространственно-временного континуума (начальные значения пространственных координат и скорости объекта в какой-либо его точке).

4. Уравнения динамики обратимы во времени, т. е. для них безразлично, куда развивается процесс из настоящего времени — в будущее или прошлое.

5. Точный численный расчет движений массивных объектов позволяет эффективно изменять и преобразовывать его по своему усмотрению.

Итак, именно эти перечисленные выше концептуальные положения и выводы, именуемые как ньютоново-картезианская (Картезий — латинизированное имя Декарта) парадигма, являются методологической основой классического механистического и физического естествознания. Вместе с лапласовским детерминизмом ньютоново-картезианская парадигма создала основу классического естествознаний и всей классической науки, господствующих в мышлении людей с XVIII века, а во многих случаях, и до сих пор, хотя время их уже давно прошло.

Ключевые слова классического механистического этапа науки: абсолютное пространство, абсолютное время, масса, инерция, динамические законы Ньютона, лапласовский детерминизм, лагранжев формализм, гамилътонов формализм, объективность, абсолютная предсказуемость событий будущего.

Резюме

1. Классическая механика дала четкие ориентиры в понимании фундаментальных категорий — пространства, времени и движения материи.

2. Законы классической механики с большой точностью (но все же приближенно) отражают истинные законы природы. До сих пор с помощью законов, сформулированных И. Ньютоном, производится, например, расчет траекторий искусственных спутников Земли. Пределы применимости классических законов механики устанавливаются в другой теории, возникшей в XX веке — в специальной теории относительности Эйнштейна.

Репозиторий ВГУ

3. Формирование классической физики, начатое в XVII веке работами Галилея, завершилось в XIX веке созданием Дж. Максвеллом теории электромагнитного поля, положившему начало в XX веке новому этапу в науке — неклассическому.

Невообразимо широк спектр использования этой теории в науке, технике, быту.

В эпоху Возрождения математические труды древних греков с энтузиазмом изучались в университетах Италии, в одном из которых великий поляк Николай Коперник (1473-1543 гг.) проникся верой в то, что явления природы можно описать с помощью гармоничного сочетания математических законов. Одна из основных черт гармонии — простота. Сложная теория эпициклов Птолемея с точки зрения Коперника не удовлетворяла требованиям гармонии. Известно, что еще в Древней Греции Пифагор и Аристарх Самос-ский выдвинули идею об обращении Земли вокруг Солнца. Но эта идея не стала общепринятой, а в течение многих столетий господствовала поддерживаемая церковью система Птолемея, в которой Земля является центром Вселенной.

Николай Коперник предложил простое построение, качественно хорошо объяснявшее наблюдаемые астрономические закономерности. Земля в системе Коперника, как и другие планеты, обращается по окружности вокруг Солнца и вращается вокруг своей оси. Коперник дал подробное описание гелиоцентрической системы в сочинении «О вращении небесных сфер», которое было опубликовано в год смерти Коперника после более чем десяти лет написания.

Теория Коперника, как и следовало, ожидать, встретила суровое осуждение церкви.

Была еще чисто астрономическая проблема в теории Коперника. Предсказания положения планет гелиоцентрическая теория давала с малой точностью, с ошибкой до 10 градусов (предсказания искусственной теории эпициклов Птолемея были в то время гораздо точнее).

Решающее усовершенствование теории Коперника произошло только через 50 лет. Часть его принадлежит великому немецкому астроному и математику Иоганну Кеплеру (1571-1630). В 1600 году Иоганн Кеплер стал ассистентом знаменитого датского астронома-наблюдателя Тихо Браге (1546-1601), который произвел основательный пересмотр астрономических данных с античных времен.

Получив в свое распоряжение данные многолетних наблюдений Тихо Браге (после смерти Тихо Браге в 1601 г. И. Кеплер стал его преемником при дворе короля Чехии Рудольфа II), Кеплер смог уточнить гелиоцентрическую картину Коперника, сформулировав свои знаменитые законы движения планет вокруг Солнца:

1-й закон — Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых движется Солнце;

2-й закон — Радиус-вектор, проведенный от Солнца к планете, за равные промежутки времени описывает равные площади;

3-й закон — Квадраты периодов Ti обращения планет относятся как кубы больших полуосей эллиптических орбит ai, по которым движутся планеты.

Этот закон выражается простым математическим соотношением:

Именно законы Кеплера можно считать одним из важнейших оснований уже в Новое время для И. Ньютона в его открытии закона всемирного тяготения. В наши же дни гелиоцентрическую теорию и законы Кеплера мы воспринимаем как нечто бесспорное, нам трудно оценить по достоинству достижения Коперника и Кеплера. Коперник и Кеплер, будучи людьми глубоко религиозными, выбили у церкви один из краеугольных камней, двинув Землю и превратив ее в рядовую планету. Природа, причина движения планет, тем не

Репозиторий ВГУ

менее, оставалась неясной этим великим ученым. (Например, сам Кеплер, стараясь найти разгадку этому феномену, полагал, что планеты по их орбитам движут ангелы).

Резюме

В целом именно достижения ученых Древней Греции сыграли огромную роль в становлении науки в Европе в эпоху Возрождения (Ренессанса). Можно считать, что, благодаря Аристотелю и Евклиду, Архимеду и Платону, Демокриту и Птолемею и многим другим, мы имеем в науке то, что имеем.

Учения древнегреческих ученых в области естествознания заложили фундамент, на котором, начиная с эпохи Возрождения, была построена сначала классическая, а затем, уже в XX веке, современная наука. Среди самых выдающихся достижений учений Древней Греции следует назвать геометрию Евклида и атомную гипотезу Демокрита, модели мира Аристарха Са-мосского, Гиппарха и Птолемея, научные и инженерные достижения Пифагора и Архимеда, логику Аристотеля, признание за математикой способности описать и объяснить этот мир.

Лекция 5 Тема: XIX век – век Естествознания.

План:

1. Роль естествознания в промышленной революции.

2. Потребность в систематизации естественно – научных знаний.

3. Зарождение и формирование физики, химии, исторической геологии, сравнительной анатомии, мбриологии и др. наук.

4. Кризис метафизического мировоззрения.

5. Естественно – научные взгляды В. Гете, Ж.- Б. Ламарка, А. Гумбольдта.

6. Правило минимума Ю. Либиха.

7. Клеточная теория.

8. Работы русских естествоиспытателей.

Введение

XVIII в. ознаменовался развитием в русском и европейском естествознании эволюционных взглядов. К этому времени накопилось достаточно много описательного материала о растениях и животных, которые необходимо было систематизировать.

XIX в. характеризуется всплеском научной мысли. Развитие промышленности, сельского хозяйства, геологии, астрономии, химии способствовало накоплению огромного фактического материала, который необходимо было объединить и систематизировать.

Работы анатомов древности подготовили великое открытие 17 в.— учение У. Гарвея о кровообращении (1628), применившего для физиологических исследований количественного измерения и законы гидравлики.

Плеяда микроскопистов открывает тонкое строение растений (Р. Гук, 1665; М. Малыгаги, 1675—79; Н. Грю, 1671—82) и их половые различия (Р. Камерариус, 1694, и др.), мир микроскопических существ, эритроциты и сперматозоиды (А. Левенгук, 1673 и сл.), изучает строение и развитие насекомых (Мальпиги, 1669; Я. Сваммердам, 1669 и сл.). Эти открытия привели к возникновению противоположных направлений в эмбриологии — овизма и анималькулизма и к борьбе концепций преформизма и эпигенеза.

В области систематики Дж. Рей описал в «Истории растений» (1686—1704) свыше 18 тыс. видов, сгруппированных в 19 классов. Он же определил понятие «вид» и создал классификацию позвоночных, основанную на анатомо-физиологических признаках (1693). Ж. Турнефор распределил растения по 22 классам (1700).

Репозиторий ВГУ

В 18 в. фундаментальную «Систему природы» (1735 и позже), основанную на признании неизменности изначально сотворенного мира, дал К. Линней, применив бинарную номенклатуру.

Сторонник ограниченного трансформизма Ж. Бюффон построил смелую гипотезу о прошлой истории Земли, разделив ее на ряд периодов, и в отличие от креационистов относил появление растений, животных и человека к последним периодам.

Опытами по гибридизации Й. Кёльрёйтер окончательно доказал наличие полов у растений и показал участие в оплодотворении и развитии как яйцеклеток, так и пыльцы растений (1761 и позже). Ж. Сенебье (1782) и Н. Соссюр (1804) установили роль солнечного света в способности зелёных листьев выделять кислород и использовать для этого углекислый газ воздуха. В кон. 18 в. Л. Спалланцани осуществил опыты, опровергающие господствовавшую до тех пор в биологии идею возможности самозарождения организмов.

Уже со 2-й пол. 18 в. и в начале 19 в. всё настойчивее в той или иной форме возникают идеи исторического развития живой природы. Ш. Бонне развил (1745, 1764) идею «лестницы существ», которую эволюционно истолковал Ж. Б. Ламарк (1809). Эволюционные идеи Ламарка в то время успеха не имели и подвергались критике со стороны многих учёных, среди которых был Ж. Кювье — основоположник сравнительной анатомии и палеонтологии животных, выдвинувший (1812) учение о катастрофах, учение, рассматривающее геологическую историю Земли, как чередование длительных эпох относительного покоя и сравнительно коротких катастрофических событий, резко преобразовавших лик планеты.

Теория катастроф была доведена до логического завершения учеником Кювье А. Д'Орбиньи, насчитавшим в истрии Земли 27 катастроф, после которых живые организмы якобы возникли в результате новых божественных «актов творения».

Антиэволюционные концепций Кювье утвердились в 1830г. в результате дискуссии с Э. Жоффруа Сент-Илером, пытавшимся обосновать натурфилософское учение о «единстве плана строения» животных и допускавшим возможность эволюционных изменений под прямым воздействием внешней среды.

Идея развития организмов нашла убедительное подтверждение в эмбриологических исследованиях К. Ф. Вольфа (1759, 1768), Х. Пандера (1817) и К. М. Бэра (1827), в установлении Бэром принципов сравнительной эмбриологии позвоночных (1828—37). Обоснованная Т. Шванном (1839) клеточная теория сыграла огромную роль в понимании единства органического мира и в развитии цитологии и гистологии.

В середине 19 в. установлены особенности питания растений и его отличие от питания животных, сформулирован принцип круговорота веществ в природе (Ю. Либих, Ж. Б. Буссенго).

В физиологии животных крупные успехи достигнуты работами Э. Дюбуа-Реймона, заложившего основы электрофизиологии, К. Бернара, выяснившего роль ряда секреторных органов в пищеварении (1845, 1847) и доказавшего синтез гликогена в печени (1848), Г. Гельмгольца и К. Людвига, разработавших методы изучения нервно-мышечной системы и органов чувств. И. М. Сеченов заложил основы материалистического понимания высшей нервной деятельности («Рефлексы головного мозга», 1863). Л. Пастер окончательно опроверг возможность самозарождения организмов (1860— 1864). С. Н. Виноградский обнаружил (1887—91) бактерии, способные путём хемосинтеза образовывать органические вещества из неорганических. Д. И. Ивановский открыл (1892) вирусы.

Крупнейшим завоеванием 19 в. было эволюционное учение Ч. Дарвина, изложенное им в труде «Происхождение видов...» (1859), в котором он вскрыл механизм эволюционного процесса путём естественного отбора. Утверждение в биологии дарвинизма способствовало разработке ряда новых направлений: эволюционной сравнительной анатомии (К. Гегенбаур), эволюционной эмбриологии (А. О. Ковалевский, И. И. Мечников), эволюционной палеонтологии (В. О. Ковалевский).

Репозиторий ВГУ

Большие успехи, достигнутые в 70—80-х гг. 19 в. в изучении сложных процессов клеточного деления (Э. Страсбургер, 1875; В. Флемминг, 1882, и др.), созревания половых клеток и оплодотворения (О. Гертвиг, 1875 и позже; Г. Фоль, 1877; Э. ван Бенеден, 1884; Т. Бовери, 1887, 1888) и связанных с ними закономерностей распределения хромосом в митозе и мейозе, породили множество теорий, искавших в ядре половых клеток носителей наследственности (Ф. Гальтон, 1875; К. Негели, 1884; Э. Страсбургер, 1884; А. Вейсман, 1885—1892; Х. Де Фриз, 1889).

Австрийский натуралист Грегор Мендель в 1868 г. открыл закономерности наследственных признаков. Однако они остались незамеченными вплоть до 1900, когда они были подтверждены и легли в основу генетики.

Таким образом, в XVII - XIX вв. в области естествознания была создана и развита наука биология – как совокупность наук о живой природе.

Развитие эволюционных идей

Ламарк, чье полное имя звучит следующим образом - Жан-Баптист-Пьер-Антуан де Моне, шевалье де Ламарк родился 1 августа 1744 года в Базентин-ле-Петит. Его отец носил баронский титул и был лейтенантом пехотных войск, будущий основоположник нового эволюционного учения стал одиннадцатым ребенком в семье.

Его отец хотел что бы сын стал священником и поэтому в молодости Ламарк был послан в Амьен, в иезуитскую школу. Но когда его отец умирает в 1760-м году, Ламарк отказывается от богословской карьеры и записывается в армию. Он служил в течение 7-ми лет, до 1768 года. Когда его полк длительное время стоял в Ривьере, Ламарк заинтересовался растениями. Поэтому, уволившись в возрасте 25-ти лет из армии, он начинает изучать медицину и ботанику. Вскоре он полностью посвящает себя изучению ботаники и становится служащим королевского ботанического сада.

Через девять лет, на основе обширной коллекции собранной им, Ламарк издает трехтомный труд под названием “Французская Флора” (1778). Ботаника в это время становилась очень популярной среди широкой публики, труд Ламарка, по существу представляющий из себя определитель растений, произрастающих во Франции, завоевал ему широкую известность. Благодаря тому, что в “Французской Флоре” содержались некоторые новые идеи относительно систематики растений, Ламарк был выбран в члены Французской Академии, в которой в то время могло быть только строго 42 члена. В течении последующих 2-х лет Ламарк путешествует по Центральной Европе, собирая новые образцы растений и посещая ботанические сады и учебные заведения. До 1789 года он работал главным смотрителем королевского гербария, а также составлял стать касающиеся ботаники для знаменитой Энциклопедии.

В 1789 году произошла революция и королевская естественноисторическая коллекция прекратила свое существование. Ламарк обратился к Национальному Собранию с речью. Он заявил, что существующие в то время музеи, представляющие из себя кабинеты, где в случайном порядке были собраны разные диковинки, собранные состоятельными любителями, несмотря на лучшие побуждения создателей таких музеев, не отражают достижений науки того времени и не способствуют ее развитию. Он призвал Собрание способствовать созданию большого национального естесвенно-исторического музея.

По мнению Ламарка такой музей не должен быть похож на старые, где камни, чучела животных и редкие растения были представлены в полном беспорядке. Он предложил разбить все музейные объекты на группы: минералы, растения, животные. Каждая из этих групп должна была быть разбита на классы, порядки, семейства и рода, близкие систематические группы должны быть представлены рядом друг с другом. Все объекты в систематическом порядке должны были быть внесены в специальный каталог, а сам музей должен быть важным подспорьем для систематиков и биологов. Таким образом Ламарк стал одним из основоположников современной музейной системы, когда все объекты

Репозиторий ВГУ

расположены в строгом систематическом порядке, а надзор над коллекцией, и ее обновление осуществляет квалифицированный специалист.

В 1793 году был основан Национальный Музей Естественной Истории. В этом заведении Ламарк получил должность главы раздела беспозвоночных, основой экспозиции стала собранная им до этого коллекция. Он был первым, кто поместил некоторые живущие сейчас и ископаемые организмы в одни систематические группы.

Развитие науки в конце 18 века подошло уже к той ступени, когда такие дисциплины как химия, физиология, ботаника и.т.п. достигли такого развития, что стали во всей своей полноте доступны лишь специалистам. Ламарк понимал, что состояние науки 18 века, когда каждый образованный человек мог знать абсолютно все, известное людям в области науки проходят.

Пытаясь предотвратить распад науки на отдельные отрасли и потерю связи между ними, он пишет ряд трудов, посвященных созданию обобщенного взгляда на физику, химию, биологию, геологию и.т.п.

Первая из таких работ посвящена рассуждениям о природе материи и энергии и носит название “Исследование причин основных физических явлений, особенно касающихся горения” (1794), за которой последовала “Опровержение пневматической теории или новая доктрина современной химии” (1796). Однако в этих работах, основанных скорее на философских рассуждениях, чем на эмпирических исследованиях, Ламарк не выдвинул ничего нового, кроме некоторых ошибочных положений.

В своем труде “Гидрогеология” (1802) Ламарк представляет историю Земли как серию затоплений суши океаном и последующих его отступлений. Во время затоплений происходит отложение органогенных осадков и рост континентов. В этой книге Ламарк предвосхитил некоторые методы современного фациального анализа и расширил временные рамки геологической истории, которые в 18 веке считались довольно узкими, не превышающими несколько тысяч лет. Однако эта работа Ламарка, как и две прошлые не получила широкой известности.

В 1800 году Ламарк издал книгу “Систематическая биология беспозвоночных”. В ней он подверг критике систему классификации беспозвоночных Линнея и предложил свою собственную. При создании этого труда Ламарк пользовался богатой коллекцией, собранной им за 30 лет жизни. Поэтому в нем он опирался в основном не только на рассуждения, как обычно, а также на богатый фактические материалы и исследования. При проведение классификации, Ламарк главным критерием сделал гомологичность внутренних органов, что позволило ему избежать многих ошибок, сделанных Линнеем, у которого те или иные организмы были отнесены к одной группе только на основание внешней похожести и в один систематический раздел попадали моллюски и черви и.т.п.

Систематика беспозвоночных, предложенная Ламарком была основной до конца 19 века, и большая часть ее черт существует и сейчас. Биологии и систематики беспозвоночных были посвящены и следующие его работы “Система беспозвоночных животных или общая таблица классов”(1801) и “Естественная история беспозвоночных животных” (1815-22), в которой в частности излагались соображения ученого по поводу устройства естественнонаучных музеев. В общем в области систематики беспозвоночных Ламарк добился серьезных успехов и фактически стал основоположником этой отрасли знаний.

Эволюционные идеи Ламарка содержатся в отдельных частях его трудов, посвященных физиологии и общей биологии: “Исследование о строение живых тел”(1802) и “Философия зоологии”(1809). На них мы остановимся ниже.

Ученый умер в 1829 году, слепым и в бедности.

Эволюция означает постепенный, закономерный переход от одного состояния в другое. Под биологической эволюцией понимают изменение популяций растений и животных в ряду поколений, направляемое естественным отбором. В течение многих миллионов лет, начиная с возникновения жизни на Земле, в результате непрерывного,

Репозиторий ВГУ

необратимого, естественного процесса смены одних видов другими сформировались животные и растительные формы, существующие в настоящее время.

Идея о том, что организмы развиваются в течение поколений, интересовала многих натуралистов. Мысль о том, что современные живые организмы произошли от более простых, примитивных, давно жила в умах людей.

Первую систематизацию материала о растениях и животных произвёл знаменитый шведский ученый Карл Линней в 1735 г. На основе одного-двух признаков (преимущественно морфологических) он классифицировал растения и животных на виды, роды, классы. За единицу классификации им был принят вид.

Вклад К. Линнея в прогрессивное развитие естествознания огромен: он предложил систему животных и растений; ввел бинарную систему двойных названий; описал около 1 200 родов и более 8 000 видов растений; реформировал ботанический язык и установил до 1 000 терминов, многие из которых ввел впервые.

Труды К. Линнея помогли его последователям осуществить систематизацию разрозненного фактического материала и усовершенствовать ее.

В начале XVIII в. французский ученый Жано-Батисто Ламарк создал первую эволюционную теорию, которую изложил в труде “Философия зоологии” (1809 г.). По Ламарку, одни организмы произошли от других в процессе длительной эволюции, постепенно изменяясь и совершенствуясь под воздействием внешней среды. Изменения закреплялись и передавались по наследству, что и явилось тем основным фактором, который обусловил эволюцию.

Ж.-Б. Ламарк впервые изложил идеи эволюции живой природы, утверждавшие историческое развитие от простого к сложному. Доказательства эволюционной теории, выдвинутые Ж.-Б. Ламарком, оказались недостаточными для полного их принятия, поскольку не были даны ответы на вопросы: чем объяснить большое разнообразие видов в природе; с чем связано совершенствование организации живых существ; как объяснить приспособленность организмов к условиям внешней среды?

В России XVIII в. примечателен появлением новых научных идей. Гениальный русский ученый М. В. Ломоносов, философ-материалист А. Н. Радищев, академик К. Ф. Вольф и другие видные ученые высказывали представления об эволюционном развитии и изменяемости природы.

М. В. Ломоносов утверждал, что изменения ландшафта Земли вызывали изменения климата, в связи с чем изменялись животные и растения, ее населяющие.

К. Ф. Вольф утверждал, что во время развития зародыша цыпленка все органы появляются в результате развития, а не предопределены заранее (теория эпигенеза), а все изменения связаны с питанием и климатом. Не располагая еще достаточным научным материалом, К. Ф. Вольф высказал предположение, гениально предвосхитившее полное научное эволюционное учение будущего.

В XIX в. все больше подвергаются критике метафизические представления о неизменности живых существ. В России эволюционные идеи высказывались постоянно.

Например, Афанасий Каверзнев (конец XVIII - начало XIX вв.) в труде “О перерождении животных” утверждал, что виды действительно существуют в природе, но они изменчивы. Факторами изменчивости являются изменения окружающей среды: пищи, климата, температуры, влажности, рельефа и др. Он поставил вопрос о происхождении видов один от другого и о их родстве. Свои рассуждения А. Каверзнев подтверждал примерами из практики человека по выведению пород животных.

К. Ф. Рулье (1814-1858 гг.) еще за 10-15 лет до выхода в свет труда Ч. Дарвина “Происхождение видов” писал об историческом развитии природы, резко критикуя метафизические взгляды о неизменяемости и постоянстве видов и описательное направление в науке. Он связывал происхождение видов с их борьбой за существование.

Прогрессивные эволюционные идеи высказывал К.М.Бэр (1792-1876 гг.), занимаясь исследованиями в области эмбриологии.

Репозиторий ВГУ

А другой ученый - А.И. Герцен (1812-1870 гг.) в работах “Дилетантизм в науке” и “Письма об изучении природы” писал о необходимости изучать происхождение организмов, их родственные связи, рассматривать строение животных в единстве с физиологическими особенностями и о том, что психическую деятельность также следует изучать в развитии - от низших к высшим, включая человека. Основную задачу он видел во вскрытии причин единства органического мира при всем его разнообразии и объяснении происхождения животных.

Н.Г. Чернышевский (1828-1889 гг.) в своих произведениях останавливался на причинах изменчивости и вопросе о единстве происхождения человека и животных.

Величайший английский натуралист Ч. Дарвин (1809-1882 гг.) своей эволюционной теорией положил начало новой эпохе в развитии естествознания.

Возникновению эволюционного учения Ч. Дарвина способствовали общественно-экономические предпосылки - интенсивное развитие капитализма, давшее импульс развитию науки, промышленности, техники, сельскому хозяйству.

После пятилетнего путешествия в качестве натуралиста на корабле “Бигль” вокруг света и почти 20-летнего обобщения и осмысливания большого объема фактических данных им была написана книга “Происхождение видов путем естественного отбора или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь”, опубликованная в 1859 г., ровно через 50 лет после книги Ламарка.

Во время этого путешествия у Дарвина зародилась идея эволюции - собственная свежая концепция, исправлявшая или улучшавшая взгляды и аргументы его предшественников. Идея Дарвина объясняла законы развития жизни лучше, чем какая-либо другая теория.

Ч.Дарвин в этой книге изложил эволюционную теорию, которая произвела переворот в биологическом мышлении и стала историческим методом исследования в биологии.

Ещё спустя 12 лет Дарвин опубликовал книгу “Происхождение человека” - исследование об эволюции человека.

Основная заслуга Дарвина состоит в том, что он объяснил механизм процесса эволюции, создал теорию естественного отбора. Многочисленные отдельные явления органической жизни Дарвин связал в логическое целое, благодаря чему царство живой природы предстало перед людьми как нечто непрерывно меняющееся, стремящееся к постоянному совершенствованию.

Теория естественного отбора, выдвинутая Дарвиным, была настолько разумна и так хорошо обоснована, что большинство биологов очень скоро признали ее. Многочисленные отдельные явления органической жизни Дарвин связал в логическое целое, благодаря чему царство живой природы предстало перед людьми как нечто непрерывно меняющееся, стремящееся к постоянному совершенствованию.

Русскими эволюционистами была подготовлена почва для принятия теории Дарвина, поэтому в России она нашла своих последователей. Однако во времена Дарвина многие области биологической науки не были достаточно хорошо развиты и мало что могли дать ему при разработке его теории.

Основные открытия Грегора Менделя в учении о наследственности (в генетике) не были известны ни Дарвину (хотя они творили в одно время), ни большинству ученых его времени. Цитология, изучающая клетки, еще не знала, как делятся клетки. Палеонтология - наука об ископаемых, была молодой наукой, и еще не были открыты прекрасные образцы ископаемых животных и растений, которые появились позже.

Дискретность фактического материала и отсутствие в тот период достижений науки, появившихся позже, позволило оппонентам Дарвина высказывать мнение о недостаточности доказательств правильности положений теории эволюции.

Репозиторий ВГУ

Из-за отсутствия этих и некоторых других данных развитие теории эволюции путем естественного отбора в XIX в. было даже более замечательным достижением, чем если бы это имело место в середине XX в..

Таким образом, существовавшие в XVII-XVIII вв. метафизические представления в науке и философии наложили глубокий отпечаток на изучение физиологических проблем: все явления в природе рассматривались как постоянные и неизменные. Эволюционное учение Ч. Дарвина нанесло сильнейший удар метафизическому взгляду на природу.

В целом, крупнейшим достижением биологии 19 в. была разработка клеточной теории, согласно которой в основе строения и развития животных и растительных организмов лежит единая форма организации живого вещества – клетка. Клеточная теория явилась основой для последующего развития эволюционной теории.

Предпосылки эволюционных воззрений Ламарка

Первым важным фактором, оказавшим на идеи Ламарка большое воздействие, была его приверженность к деизму. Это философское течение возникло в начале 18 в. Его придерживались Вольтер, Дидро, Руссо и другие крупнейшие мыслители эпохи просвещения. Основные положения этой теории таковы: бог есть, но на жизнь людей и вообще на то что творится в мире он не оказывает никакого влияния. Бог создал материю и законы природы, по представлениям 18 в. законы движения. Далее материя под влиянием этих законов развивается уже сама. Таким образом бог выступает как бы в роли программиста, который написал программу, но далее программа действует уже сама по себе, без всякого вмешательства извне. То есть Ламарк был материалистом, но в то же время с сильной примесью идеализма. Бог мог создать законы физики, но также и некие таинственные законы стремления материи к совершенству. Ламарк перенес эти свои воззрения в область биологии.

К началу 19 века, то есть ко времени, когда Ламарк писал свои книги все идеи, имеющиеся в его теории уже были кем-либо выдвинуты. Ламарк лишь как бы связал их воедино и создал на их основе целостную теорию . Этими идеями были: 1)мысль об изменчивости видов под влиянием внешних условий 2) мысль об изменении видов под влиянием упражнения и неупражнения органов 3) идея об образовании видов в результате скрещивания двух других видов 4) идея об общих родоначальных формах для определенных групп видов 5) допущение о возможности резкого превращения одних организмов в другие (например рыб в птиц) 6) идея естественного возникновения организмов путем самозарождения 7) идея о значение фактора времени в эволюции 8) идея об иерархии и последовательности форм, т.н. “Лестнице существ” 9)идея единства плана строения разных организмов 10) идея отбора.

Становление и развитие биологических наук

Эволюционное учение Ч. Дарвина нанесло сильнейший удар метафизическому взгляду на природу. Он доказал, что весь современный органический мир - растения и животные - а, следовательно, и человек, являются продуктами процесса развития, длившегося миллионы лет.

Под влиянием теории эволюции Ч. Дарвина перед биологическими науками открылись новые пути развития, биологией стали интересоваться те круги образованного общества, которые до того относились к ней равнодушно. Одними из первых в биологии сложились комплексные науки по объектам исследования: о животных – *зоология*; растениях – *ботаника*; *анатомия и физиология человека* - основа медицины.

В пределах зоологии сформировались более узкие дисциплины, например, *протозоология, энтомология, орнитология, териология* и др.; в ботанике – *альгология, бриология, дендрология* и др. В самостоятельные науки выделились *микробиология, микология, лихенология, вирусология.*

Начало развитию микробиологии и учения об иммунитете как самостоятельной научной дисциплины положили труды французского учёного Л. Пастера в 1865-1869гг.

Репозиторий ВГУ

В начале XIX в. оформляется в самостоятельную науку морфология растений. Немецкими учеными М.Шлейденом (1838 г.) и Т.Шванном (1839 г.) была создана клеточная теория, доказывающая единство происхождения всех организмов.

К концу XIX в. получили развитие новые отрасли биологии: *филогенетическая систематика, эволюционная морфология, биогеография* и др. В этот период разрабатываются филогенетические системы различных растительных групп.

Зоологическая классификация стала исходить из данных *сравнительной анатомии*, а систематика стала выражать родственные связи классов животных в точном значении этого слова. Особое развитие получила, в частности, сравнительная анатомия, включая *гистологию* (наука о тканях) и *цитологию* (наука о клетке).

Ученые стали отмечать, что анатомические подобия и различия живых организмов являются результатом общности происхождения или приспособляемости организма различных животных и растений к условиям внешней среды. Стало понятно, почему некоторые органы похожи друг на друга по строению, почему основные черты строения этих органов распространены среди наблюдаемых классов животных или растений, почему жизненные условия вызывают изменение органов при их приспособлении к новым условиям, сохраняя при этом общность строения и почему, наконец, существуют остаточные органы и каково их значение.

Становление физиологии как науки связано с именем английского врача Вильяма Гарвея (1578-1657 гг.), открывшего кровообращение. В 1628 г. Гарвей опубликовал книгу «О движении сердца и крови». В ней он подводил итоги многолетних наблюдений и выдвигал теорию о циркуляции крови в теле человека.

Дальнейшее развитие анатомии и физиологии определялось новыми методами научных исследований и общим развитием науки.

Создателем общей теории анатомии является Биша (1771-1802 гг.), который в книге «Общая анатомия» объединил по функциональным признакам разрозненные ранее представления о тканях, органах и системах органов. Очень важным для развития физиологии явилось открытие рефлекса в первой половине XVII в французским философом Декартом.

Столь же значительное развитие получила *сравнительная эмбриология*. Такие основные биологические проблемы, как наследственность форм, выдвинулись на первый план. Изучение процесса оплодотворения, деления зародышевой клетки, явления партеногенеза, скрещивания, мутации, чем усиленно занимались зоологи и ботаники - это ни что иное, как продолжение поисков законов, вытекающих из теории Дарвина.

Создателем первой *теории наследственности*, показавшей биологам путь к решению ряда вопросов в этой области, был немецкий зоолог Август Вейсман. Именно его теория непрерывности зародышевой плазмы, опубликованная в 1855 г., в значительной мере привлекла внимание многих ученых к экспериментальному и теоретическому исследованию зародышевой клетки - носительницы наследственности.

Гипотеза Вейсмана стала крупным завоеванием биологии. Выдающиеся исследователи в Германии, США, России, Англии, Швеции и во многих других странах, развивая эту гипотезу, сделали много важных открытий, которые обосновали явление наследственности.

Теория Дарвина значительно повлияла на развитие всех областей наук, даже таких, которые, на первый взгляд, никак не были с ней связаны. Эта теория оказала немалое влияние на методологию, применявшуюся в различных гуманитарных науках и, прежде всего, на исследовательские методы *социологии и всеобщей истории.*

В этих отраслях науки не только были применены точные методы исследований, какими пользуется биология после Дарвина, но, что важнее всего, стали применяться методы

Репозиторий ВГУ

определения причинной зависимости фактов из истории человечества, подобно тому, как биологи рассматривают явления развития живых организмов.

Биологический подход сильно сказался на *философских и космогонических взглядах,* касающихся начала возникновения Вселенной, нашел отражение в *психологии, биогеографии, языкознании* и в других научных отраслях. В результате изучения прошлой истории органического мира была развита наука палеонтология и её разделы – палеозоология, палеоботаника, палеоэкология и др.

Творческое начало, содержавшееся в основном труде Дарвина "Происхождение видов путем естественного отбора", медленно, но решительно воздействовало, на *религию и антропологию*.

Правда, Дарвин считал, что религия - такое направление человеческой деятельности, касаться которого следует осторожно, но верил, что его теория будет стимулом для нового подхода к религиозным верованиям, к идее существования души и другим подобным понятиям.

Влияние дарвинизма с особой силой проявилось в антропологии - отрасли биологии, выделенной в самостоятельную науку в середине XVIII в.

Происхождение человека, образование человеческих рас, поиски связи человека с другими млекопитающими, в частности, с их высокоразвитыми формами, решение проблем естественного отбора - основные вопросы, которыми живо заинтересовались ученые, начиная со второй половины прошлого века. С течением времени естественная история человека преобразовалась в науку, изучающую биологические основы социальных явлений в жизни человечества. Этот гуманитарно-биологический подход к социологии вызвал объединение антропологии в точном значении этого слова с *этнографией и доисторической археологией.*

Таким образом, для биологии характерно взаимопроникновение идей и методов различных биологических дисциплин, а также других наук – химии, математики, физики.

Эволюционные воззрения Ламарка

Основой воззрений Ламарка, как уже говорилось, стало положение о том что материя и законы ее развития были созданы творцом. Ламарк проанализировал сходства и различия между живой и неживой материей и перечислил их. Важнейшим из таких отличий является способность реагировать на внешние раздражители. Ламарк осознавал что живая материя устроена гораздо сложнее чем мертвая, но все же не признавал за ней способности к жизни. По его мнению причина жизни лежит не в самом живом теле, а во вне его.

Внешнее по отношению к живому организму пространство как бы пронизано какими-то вездесущими, тонкими и неуловимыми флюидами, которые соприкасаясь с особой организацией материи (с живой материей) поддерживают в ней жизнь. Если живая материя разрушается, то флюиды уже немогут поддерживать в ней жизнь. У сложноустроенных организмов влияние этих флюидов происходит через нервную систему. Таким образом живой организм напоминает нечто вроде радиоприемника, улавливающего радиоволны и работающего под их воздействием.

Жизнь, по мнению Ламарка, может самопроизвольно зарождается на Земле и продолжает зарождаться в настоящее время. В 17 веке существовали представления что для самозарождения мышей необходима темнота и зерно, а для самозарождения червей гнилое мясо. Однако успехи науки 18 века опровергли такие воззрения. Было замечено что черви в мясе не заводятся если его предварительно не посетили мухи и.т.п.

Тем не менее Ламарк полагает что глисты и кишечнополостные все же могут самозарождатся. Одноклеточные по его мнению способны к самозарождению абсолютно точно. Он считает что никто не может доказать того что все одноклеточные образовались только в результате деления других одноклеточных, а не зародились сами под влиянием тепла, влаги и электричества. По его мнению такое самозарождение происходит в природе постоянно.

Репозиторий ВГУ

Далее Ламарк предполагает, что все животные и растения имеющие более высокую организацию, чем одноклеточные, появились в результате долговременного развития живых организмов.

Все организмы были поделены Ламарком на 14 классов и размещены на “лестнице существ” в следующем порядке:

Ступень 1 : классы Инфузурии и Полипы

Ступень 2 : Лучистые и Черви

Ступень 3: Насекомые и Паукообразные

Ступень 4: Ракообразные и Кольчецы

Ступень 5: Усоногие и Моллюски

Ступень 6: Рыбы, Рептилии, Птицы и Млекопитающиеся.

“Лестница существ” отображает эволюцию животного мира, а не статичную его картину, показывающую усложнение организации материи (как это было до Ламарка). Каждый последующий класс произошел из предшествующего и обладает более сложной организацией чем тот. Резкие скачки сложности организации, то есть то что сейчас называется ароморфозом, были названы Ламарком градациями. По его мнению они вызваны внутренним стремлением живой материи к усложнению организации, такое стремление к совершенство является свойством материи, заложенным в нее создателем. Эти скачки происходят не в одночасье, на то чтобы они произошли требуется очень много времени.

Целостное единство представляют из себя только классы, в то время как виды, по мнению ученного, не представляют из себя дискретной единицы и находятся в постоянном движении и изменении. Границ между видами по мнению Ламарка нет и переходы от одного вида к другому происходят постепенно.

В пределах одного класса изменение форм происходит под воздействием внешних условий. Такое изменение (что-то вроде того что сейчас называется идиоадаптацией) по мнению Ламарка состоит из следующих последовательных процессов:

Изменение условий внешней среды. Изменение потребностей животного. Изменение его действий. Выработка новых привычек. Упражнение органов, необходимых для выполнение этих привычек и неупражнение органов для этого ненужных. Изменение органов под влиянием длительного упражнения или неупражнения (1- й закон Ламарка). Закрепление изменений произошедших в организме в результате передачи их по наследству.

Упражнение органов происходит в результате того, что к ним под воздействием воли животного происходит усиленный приток “жидкостей”. Например предку жирафа необходимо достать листву с высокого дерева, он пытается вытянуть шею, туда притекают “жидкости” и шея немного удлиняется, этот признак передается по наследству. Если необходимость в удлинение шеи происходит и потомков, то шея у животных в течении ряда поколений удлиняется очень сильно. Органы могут и появляться в результате такого притока жидкостей под влиянием воли животных, как например рога у оленей. Если органы не упражняются, как глаза у крота, то приток жидкостей к ним замедляется и органы постепенно отрафируются.

Такое направление притока “жидкостей” возможно лишь у высокоорганизованных животных. У низших животных и растений изменение органов возможно только непосредственно под воздействием внешних условий, например как изменение формы листьев у водного лютика под водой и над водой.

Итак, как мы увидели, Ламарк внес существенный вклад в развитие теории эволюции. Во-первых он создал первую целостную теорию, в которой скомпоновал многие правильные идеи, выдвинутые в течении 2-х веков до него. Его теория была во многом материалистическая, то есть не основанная на абстрагированных от действительности теологических и философско-идеалистических представлений. В теории Ламарка ясно поставлен знак равенства между изменением организма и его стремлением приспособится к окружающей среде. Конечно при уровне развития науки в начале 19 века, Ламарк не мог ответить на многие вопросы с материалистических позиций, а если и пытался делать это, то

Репозиторий ВГУ

часто неправильно. Но все же теория Ламарка стала важной вехой в развитие представлений об эволюции и во многом предопределило его дальнейшее направление.

Заключение

В результате проведённого исследования по теме: «Развитие биологии в 17-19 вв. » можно сделать ряд выводов:

1. Со времен Аристотеля человека интересуют вопросы: Что такое жизнь? Чем живое отличается от неживого? Каковы наиболее общие свойства, присущие всем живым организмам? В течение долгого времени ученые не могли разрешить “загадку жизни” и видели ее качественное своеобразие в наличии в организмах “жизненной силы” (vis vitalis) - особого начала, имеющего нематериальную природу.

2. Наука 17-19 века сделала гигантский скачок в развитии, опрокинув многие казавшиеся незыблемыми истины. Для решения технико-экономических задач, которые ставились промышленностью, требовался новый подход к явлениям природы. Чтобы успешно воздействовать на природу, нужно было вскрыть и проверить опытным путём взаимосвязь и взаимодействие между формами движения, разнообразными химическими веществами, отдельными видами животных и растений.

3. К концу 19 столетия во многих областях биологии были достигнуты значительные достижения. Особенно большими успехами ознаменовались исследования в области физиологии, высшей нервной деятельности, а также медицины.

4. Вся нынешняя биология является дальнейшим расширением и углублением основных идей дарвинизма. Теория Дарвина убедительно показала правильность идеи эволюционного развития по отношению ко всем живым существам. Эта теория объяснила целесообразность строения живых существ и их приспособляемость, что до Дарвина считалось результатом действия сверхъестественных сил.

Заслуга Дарвина состоит в том, что он заменил понятие целесообразности принципом причинной связи всех явлений жизни.

5. В настоящее время в изучении различных проблем строения и жизнедеятельности тканей и органов человека и живой материи принимают участие не только морфологи и физиологи, но и химики, физики, математики и др. Комплексные исследования дают возможность более глубокого понимания функционирования организма человека в постоянно меняющихся условиях окружающей среды, а также в экстремальных ситуациях.

6. “Информационный взрыв” нынешнего века делают трудной задачу освоения основных концепций в биологии, причем новые концепции в биологии могут быть оценены и поняты только на фоне более “классических”, сложившихся исторически на основе знаний, накопленных человечеством за долгие годы его существования.

Лекция 6

Лекция 6

Тема: Теория эволюции Ч. Дарвина и ее роль в развитии естество-знания.

План:

Предшественники эволюционной теории. Условия, определившие ее создание.

Краткий биографический очерк Ч. Дарвина. Основные труды. Доказательства, движущие силы и пути эволюции.

Последователи Ч. Дарвина в России.

Эволюционный принцип и его влияние на развитие представлений о происхождении и эволюции жизни.

Открытия в палеонтологии В.А. Ковалевского, в эмбриологии А.О. Ковалевского и И.И. Мечникова.

Родословное древо Э. Геккеля.

Репозиторий ВГУ

Развитие систематики, физиологии, микробиологии.

Открытия И. Сеченова, И.Н. Горожанкина, С.Г. Навашина, К.А. Тимирязева, Л. Пастера и др.

1.**Теория эволюции Ч. Дарвина. Её значение в развитии биологии.**

Чарльз Ро́берт Да́рвин (англ Charles Robert Darwin;12 февраля 1809 —19 апреля1882) —английский натуралист и путешественник, одним из первых осознал и наглядно продемонстрировал, что все виды живых организмов эволюционируют во времени от общих предков. В своей теории, первое развёрнутое изложение которой было опубликовано в 1859 году в книге «Происхождение видов» основной движущей силой эволюции Дарвин назвал естественный отбор и неопределенную изменчивость. Существование эволюции было признано большинством учёных ещё при жизни Дарвина, в то время как его теория естественного отбора как основное объяснение эволюции стала общепризнанной только в 30-х годах XX-го столетия. Идеи и открытия Дарвина в переработанном виде формируют фундамент современной синтетической теории эволюции и составляют основу биологии, как обеспечивающие логическое объяснение биоразнообразия. Ортодоксальные последователи учения Дарвина развивают направление эволюционной мысли, носящее его имя (дарвинизм).

Чарльз Дарвин родился 12 февраля 1809 года в Шрусбери, графство Шропшир, в родовом имении Монте Хаус. Он является внуком Эразма Дарвина по отцовской линии и Джозайи Веджвуд по материнской. Оба семейства в значительной части принимали унитарианство, однако Уэджвуд были адептами англиканской церкви. Отец Роберт Дарвин был достаточно свободных взглядов, и согласился с тем, чтобы маленький Чарльз получил причастие в Англиканской церкви, но в то же время Чарльз и его братья вместе с матерью посещали Унитарианскую церковь. К тому времени как он поступил в дневную школу в 1817 году, восьмилетний Дарвин уже приобщился к естественной истории и коллекционированию. В этом году, в июле, умирает его мать. С сентября 1818 года он вместе со старшим братом Эразмом посещает ближайшую Англиканскую Шрусберскую школу как пансионер. Перед тем как отправиться со своим братом Эразмом в университет Эдинбурга, летом 1825 года, он выступает в роли ассистента-ученика и помогает отцу в его медицинской практике, оказывая помощь беднякам Шропшира.

Эдинбургский период жизни 1825—1827

Изучал в Эдинбургском университете медицину. Во время обучения он нашёл, что лекции скучны, а хирургия причиняет страдания, поэтому он забрасывает обучение медицине. Вместо этого он изучает таксидермию у Джона Эдмонстоуна, который получил свой опыт, сопровождая Чарльза Ватерсона во время экспедиции в дождевые леса Южной Америки, и часто отзывался о нём, говоря: «очень приятный и эрудированный человек»

В следующем году, будучи студентом кабинета естественной истории, он присоединился к Плиниевскому студенческому обществу, в котором активно обсуждался радикальный материализм. В это время он ассистирует Роберту Эдмонду Гранту в его исследованиях анатомии и жизненного цикла морских беспозвоночных. На заседаниях общества, в марте 1827 года, он представляет краткие сообщения о своих первых открытиях, которые меняли взгляд на привычные вещи. В частности он показал, что так называемые, яйца мшанки Flustra обладают способностью самостоятельно двигаться при помощи ресничек и в действительности являются личинками; в другом открытии он замечает, что маленькие шаровидные тела, которые считались молодыми стадиями водоросли Fucusloreus, представляют собою яйцевые коконы хоботной пиявки Pontobdellamuricata. Однажды, в присутствии Дарвина, Грант восхвалял эволюционные идеи Ламарка. Дарвин был изумлён этой восторженной речью, но сохранил молчание. Недавно он почерпнул сходные идеи у своего деда — Эразма, прочтя его Зоономию, и поэтому уже был в курсе противоречий этой теории. В течение второго года пребывания в Эдинбурге Дарвин посещает курс натуральной истории Роберта Джемсона, который охватывал геологию, включая полемику между

Репозиторий ВГУ

Нептунистами и Плутонистами. Однако тогда Дарвин не испытывал страсти к геологическим наукам, хотя получил достаточную подготовку, чтобы разумно судить об этом предмете. В это время он изучил классификацию растений и принимал участие в работе с обширными коллекциями в Университетском музее, одном из крупнейших музеев Европы того периода.

Кембриджский период жизни.

Отец Дарвина узнав, что сын забросил обучение медицине, был раздосадован и предложил ему поступить в Кембриджский христианский колледж и получить сан священника Англиканской церкви. По словам самого Дарвина, дни, проведённые в Эдинбурге посеяли в нём сомнения в догматах англиканской церкви. В это время он старательно читает богословские книги, и в конечном счёте убеждает себя в приемлемости церковных догматов и готовится к поступлению. Во время учёбы в Эдинбурге он забыл некоторые основы, необходимые для поступления, и поэтому он занимается с частным преподавателем в Шрусбери и поступает в Кембридж после рождественских каникул, в самом начале 1828 г.

В Кембридже Он изучает труд Палея «Естественная Теология», в котором автор приводит теологические аргументы для объяснения природы естества, объясняя адаптацию как воздействие Бога посредством законов природы. Он читает новую книгу Гершеля, которая описывает высочайшую цель естественной философии как постижение законов через индуктивные рассуждения, основанные на наблюдениях. Также особое внимание он уделяет книге Александра фон Гумбольдта «Личное повествование», в которой автор описывает свои путешествия. Описания острова Тенерифе, которые приводит Гумбольт, заражают Дарвина и его друзей идеей отправиться туда, по завершении обучения, для занятий естественной историей в условиях тропиков. Для подготовки к этому он обучается на курсе геологии преподобного Адама Седжвика , а после отправляется с ним летом на картографирование пород в Уэльсе. Через две недели, вернувшись после непродолжительной геологической поездки по Северному Уэльсу, он находит письмо от Генслоу, в котором тот рекомендовал Дарвина как подходящего человека на неоплачиваемую должность натуралиста капитану «Бигля», Роберту Фицрою, под чьим командованием через четыре недели должна начаться экспедиция к берегам Южной Америки. Дарвин готов был тут же принять предложение, однако его отец возражал против такого рода приключения, поскольку считал, что двухлетний вояж — это не что иное, как трата времени впустую. Но своевременное вмешательство его дяди Джозайи Веджвуда склоняет отца дать согласие.

Путешествие на корабле Бигль.

В 1831 году по окончании университета Дарвин в качестве натуралиста отправился в кругосветное путешествие на экспедиционном судне королевского флота «Бигль», откуда вернулся в Англию лишь 2 октября 1836 года. Путешествие продолжалось без малого пять лет. Большую часть времени Дарвин проводит на берегу, изучая геологию и собирая коллекции по естественной истории, в то время как «Бигль» под руководством Фицроя осуществлял гидрографическую и картографическую съёмку побережья. В течение путешествия он тщательно записывает свои наблюдения и теоретические выкладки. Время от времени, как только для этого представлялся удобный случай, Дарвин отсылает копии заметок в Кембридж, вместе с письмами, включающими копии отдельных частей его дневника, для родственников. За время путешествия он сделал ряд описаний геологии различных районов, собрал коллекцию животных, а также сделал краткое описание внешнего строения и анатомии многих морских беспозвоночных. В других областях, в которых Дарвин был несведущ, он проявил себя искусным коллекционером, собрав экземпляры для изучения их специалистами.

В месте Пунта Альта, что в Патагонии, он делает важное открытие. Дарвин обнаруживает окаменевшее гигантское исчезнувшее млекопитающее. Важность находки подчёркивается тем, что останки этого животного находились в породах рядом с раковинами

Репозиторий ВГУ

современных видов моллюсков, что косвенно указывает на недавнее исчезновение, без признаков изменения климата или катастрофы. Он определяет находку как малоизвестного мегатерия, с костным панцирем, который, по его первому впечатлению, походил на гигантскую версию местного броненосца. Эта находка породила огромный интерес, когда достигла берегов Англии. Во время поездки с местными гаучо во внутренние районы страны для описания геологии и сборов коллекций ископаемых останков он приобретает представления о социальных, политических и антропологических аспектах взаимодействия коренных народностей и колонистов в период революции. Он также замечает, что две разновидности страуса нанду имеют различные, но перекрывающиеся ареалы. Продвигаясь далее на юг, он обнаруживает ступенчатые равнины, выложенные галькой и раковинами моллюсков, наподобие морских террас, отражающие серию поднятий суши. Читая второй том Лайеля, Дарвин принимает его точку зрения на «центры сотворения» видов, но его находки и размышления заставляют его подвергать сомнению идеи Лайеля о постоянстве и исчезновении видов.

За время путешествия Дарвин побывал на острове Тенерифе, островах Зеленого Мыса, побережье Бразилии, в Аргентине, Уругвае, на Огненной Земле, в Тасмании и на Кокосовых островах, откуда привёз большое количество наблюдений. Результаты он изложил в трудах «Дневник изысканий натуралиста» «Зоология путешествия на корабле „Бигль“» «Строение и распределение коралловых рифов» и др. Одним из интересных природных явлений, впервые описанных Дарвином в научной литературе, были ледяные кристаллы особой формы пенитентес, образующиеся на поверхности ледников в Андах.

Основные научные труды Дарвина

Вскоре после возвращения Дарвин издал книгу, известную под сокращённым названием «Путешествие натуралиста вокруг света на корабле Бигль» (1839). Она имела большой успех, и второе, расширенное издание (1845) было переведено на многие европейские языки и множество раз переиздавалось. Дарвин принял также участие в написании пятитомной монографии «Зоология путешествия» (1842). Как зоолог Дарвин выбрал объектом своего изучения усоногих раков, и вскоре стал лучшим в мире специалистом по этой группе. Он написал и издал четырёхтомную монографию «Усоногие раки» (MonographontheCirripedia, 1851 - 1854), которой зоологи пользуются до сих пор.

История написания и издания «Происхождения видов»

С 1837 года Дарвин начал вести дневник, в который вносил данные о породах домашних животных и сортах растений, а также соображения о естественном отборе. В 1842 году написал первый очерк о происхождении видов. Начиная с 1855 года, Дарвин переписывался с американским ботаником А. Греем, которому через два года и изложил свои идеи. Под влиянием английского геолога и естествоиспытателя Ч. Лайеля Дарвин в 1856 начал готовить третий, расширенный вариант книги. В июне 1858 года, когда работа была выполнена наполовину, получил письмо от английского натуралиста А. Р. Уоллеса с рукописью статьи последнего. В этой статье Дарвин обнаружил сокращённое изложение своей собственной теории естественного отбора. Два натуралиста независимо и одновременно разработали идентичные теории. На обоих оказала влияние работа Т.Р. Мальтуса о народонаселении; обоим были известны взгляды Лайеля, оба изучали фауну, флору и геологические формации групп островов и обнаружили значительные различия между населяющими их видами. Дарвин отослал Лайелю рукопись Уоллеса вместе со своим собственным очерком, а также набросками его второго варианта (1844) и копией своего письма к А. Грею (1857). Лайель обратился за советом к английскому ботанику Джозефу Гукеру, и 1 июля 1858 года они вместе представили Линнеевскому обществу в Лондоне обе работы. В 1859 году Дарвин опубликовал труд «Происхождение видов путём естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» (Onthe Originof Speciesby Means of Natural Selection, orthe Preservation of Favoured Racesinthe Strugglefor Life),

Репозиторий ВГУ

где показал изменчивость видов растений и животных, их естественное происхождение от более ранних видов.

Поздние работы (после «Происхождения видов»)

В 1868 году Дарвин опубликовал свой второй труд, связанный с теорией эволюции — «Изменение животных и растений в домашнем состоянии» (The Variationof Animalsand Plantsunder Domestication), в который вошло множество примеров эволюции организмов. В 1871 году появился ещё один важный труд Дарвина — «Происхождение человека и половой отбор» (The Descentof Man, and Selectionin Relationto Sex), где Дарвин привёл аргументы в пользу естественного происхождения человека от животных (обезьяноподобных предков). Среди других известных поздних работ Дарвина — «Опыление у орхидных» (The Fertilizationo fOrchids, 1862); «Выражение эмоций у человека и животных» (The Expressionofthe Emotionsin Manand Animals, 1872);

Последователи Ч. Дарвина в России

Илья Ильич Мечников

Родители И. И. Мечникова: гвардейский офицер, помещик Илья Иванович Мечников (1810—-1878) и Эмилия Львовна Мечникова(урожд. Невахович).

По отцовской линии Илья Ильич Мечников происходил из старинного молдавского боярского рода. Мать Ильи Ильича Мечникова — Эмилия Львовна Невахович — дочь известного еврейского публициста и просветителя Лейба Нойеховича (Льва Николаевича Неваховича) (1776—1831), считающегося основателем т. н. русско-еврейской литературы.

Другой брат И. И. Мечникова — Иван Ильич Мечников, тульский губернский прокурор, стал прототипом героя известной повести Л.Н. Толстого «Смерть Ивана Ильича» (1886 г.).

Деятельность

Окончил Харьковский университет (1864), специализировался в Германии у Р. Лейкарта и К. Зибольда, изучал эмбриологию беспозвоночных животных в Италии.

Выйдя в отставку в знак протеста против реакционной политики в области просвещения, осуществляемой царским правительством и правой профессурой, организовал в Одессе частную лабораторию, затем (1886, совместно с Н.Ф. Гамалеей) первую русскую бактериологическую станцию для борьбы с инфекционными заболеваниями.

В 1887 покинул Россию и переехал в Париж, где ему была предоставлена лаборатория в созданном Луи Пастером институте. С 1905 — заместитель директора этого института. Проживая до конца жизни в Париже, Мечников не порывал связи с Россией; систематически переписывался с К.А. Тимирязевым, И.М. Сеченовым, И.П. Павловым, Н.А. Умовым, Д.И. Менделеевым и др.

Умер в Париже 15 июля 1916 года в возрасте 71 года после нескольких инфарктов миокарда. Илья Мечников завещал своё тело на медицинские исследования с последующей кремацией и захоронением на территории Пастеровского института, что и было выполнено. Из Иллюстрированного журнала «Искры Воскресенье» от 10 июля 1916 года.

Научная деятельность

Научные труды Мечникова относятся к ряду областей биологии и медицины. В 1866 — 1886 Мечников разрабатывал вопросы сравнительной и эволюционной эмбриологии, будучи (вместе с Александром Ковалевским) одним из основоположников этого направления. Предложил оригинальную теорию происхождения многоклеточных животных.

Обнаружив в 1882 явления фагоцитоза (о чём доложил в 1883 на 7-м съезде русских естествоиспытателей и врачей в Одессе), разработал на основе его изучения сравнительную патологию воспаления (1882), а в дальнейшем — фагоцитарную теорию иммунитета («Невосприимчивость в инфекционных болезнях» — 1901; Нобелевская премия — 1908, совместно с П. Эрлихом). Многочисленные работы Мечникова по бактериологии посвящены

Репозиторий ВГУ

вопросам эпидемиологии холеры, брюшного тифа, туберкулёза и др. инфекционных заболеваний. Мечников совместно с Э. Ру впервые вызвал экспериментально сифилис у обезьян (1903).

Значительное место в трудах Мечникова занимали вопросы старения. Он считал, что старость и смерть у человека наступают преждевременно, в результате самоотравления организма микробными и иными ядами. Наибольшее значение Мечников придавал в этом отношении кишечной флоре. На основе этих представлений Мечников предложил ряд профилактических и гигиенических средств борьбы с самоотравлением организма (стерилизация пищи, ограничение потребления мяса, и др.).

Основным средством в борьбе против старения и самоотравления организма человека Мечников считал болгарскую молочнокислую палочку. Он первый в мире оценил значение открытия болгарского студента Стамен Григоров. Ещё в 1905 Мечников, как директор Институт Пастера, пригласил молодого болгарина в Париже, чтобы он прочёл лекцию о своем открытии перед светилами микробиологии того времени.

В 1907 были опубликованы результаты первого в мире медицинского исследования функциональных свойств болгарской палочки болгарского кислого молока:

Мечников лично повторил исследования Григорова, чтобы убедиться в их состоятельности. В 1908, в годовщину французской академии наук, опубликована его статья Несколько слов о кислом молоке. Исследуя вопросы старения и собрав данные по 36 странам, Мечников установил, что самое большое количество «столетников» в Болгарии — 4 на 1000 человек. Он связал это с болгарским йогуртом (в Болгарии его также называют киселомляко — «кислое молоко»). В своих трудах Мечников стал пропагандировать широкой общественности полезность болгарского йогурта. Сам он до конца жизни регулярно употреблял не молочно-кислые продукты, но и чистую культуру болгарской палочки.

Конечной целью борьбы с преждевременной старостью Мечников считал ортобиоз — достижение «полного и счастливого цикла жизни, заканчивающегося спокойной естественной смертью». На основании учения Мечникова об ортобиозе в современной науке сложилось междисциплинарное направление «ортобиотика».

В ряде работ Мечниковым затронуты многие общетеоретические и философские проблемы. В ранних трудах, посвященных вопросам дарвинизма (Очерк вопроса о происхождении видов, 1876 , и др.), Мечников высказал ряд идей, предвосхитивших современное понимание некоторых вопросов эволюции. Причисляя себя к сторонникам рационализма («Сорок лет искания рационального мировоззрения», 1913), Мечников критиковал религиозные, идеалистические и мистические воззрения. Главную роль в человеческом прогрессе Мечников приписывал науке.

Мечников создал первую русскую школу микробиологов, иммунологов и патологов; активно участвовал в создании научно-исследовательских учреждений, разрабатывающих различные формы борьбы с инфекционными заболеваниями; ряд бактериологических и иммунологических институтов России носит имя Мечникова.

Александр Онуфриевич и Владимир Онуфриевич Ковалевские.

В 1859 г. появилась замечательная книга Ч. Дарвина «Происхождение видов». В ней автор доказывал, что все живые существа способны к изменениям, что все они развились из единого корня и, таким образом, все находятся между собой в каком-то родстве. В то время громадное значение эволюционных идей Дарвина понимали лишь немногие ученые. Среди них были оба брата Ковалевские — эмбриолог Александр Онуфриевич и палеонтолог Владимир Онуфриевич. Великий английский натуралист Дарвин внимательно следил за деятельностью обоих братьев и считал, что их научная работа имеет огромное значение для обоснования его учения.

Мир животных, их развитие, происхождение, взаимная связь — вот что больше всего интересовало Александра Онуфриевича Ковалевского (1840— 1901). Велики заслуги его в развитии учения о единстве происхождения животного мира. Как на первый взгляд

Репозиторий ВГУ

непохожи друг на друга животные, населяющие земной шар! Казалось бы, нет ничего общего между орлом и обезьяной. Что общего у маленького ланцетника, точно лезвие ножа прорезывающего морской песок, с асцидией, похожей на студенистый мешок и приросшей к камню в глубине моря?

До работ Чарлза Дарвина и его последователей, в том числе А. О. Ковалевского, подавляющее большинство ученых считали, что животные остаются неизменными в том виде, в каком они появились на Земле, что они созданы божественной силой и никакого родства между ними нет. Теперь, когда эволюционное учение Дарвина принято всем человечеством, трудно представить себе, как много требовалось в те годы настойчивости и таланта, чтобы отстаивать его.

Существует много доказательств единства происхождения и родства между отдельными группами животного мира: сходство в строении тела различных животных, сходство современных животных с ископаемыми остатками ныне уже вымерших видов, переходные и реликтовые формы (реликтовые формы — организмы, в значительной мере вымершие и сохранившиеся только в некоторых местах), особенности географического распространения и, наконец, сходство в строении зародышей и их развитии.

Изучая ранние стадии развития самых различных животных, А. О. Ковалевский выявил у их зародышей сходство, доказывающее единство происхождения и родственную близость. Всю свою жизнь Ковалевский посвятил обоснованию этой идеи.

До исследований А. О. Ковалевского казалось невозможным установить связь между животными позвоночными (рыбы, амфибии, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие) и беспозвоночными (губки, кишечнополостные, черви, моллюски, членистоногие). Взяв для своего исследования ланцетника, ученый убедился, что это простое по своему строению животное не имеет позвоночника и черепа, но у него есть внутренний скелет — хорда, которая имеется у всех эмбрионов позвоночных. Таким образом, хорда представляет собой отличительный признак их эмбрионального развития. Следовательно, ланцетник занимает промежуточное положение между беспозвоночными и позвоночными. Изучив затем развитие зародышей оболочниковых — мешковидных морских животных, в том числе и асцидий, Ковалевский установил и их родство с позвоночными, поскольку они в личиночном состоянии либо в течение всей жизни также имеют хорду. Исследуя различные группы животных на всех этапах их развития, Ковалевский доказал неразрывную связь между беспозвоночными и позвоночными животными.

Ученому было очень хорошо известно, как богата и разнообразна морская фауна. Уже в то время наука насчитывала 53 класса животных, обитающих в море, и только 25 классов — обитающих на суше. Кроме того, в море сохранились наиболее древние, просто организованные виды животных. Поэтому Ковалевский 40 лет вел исследования на Средиземном, Адриатическом, Красном, Черном и Каспийском морях. Он был одним из организаторов Севастопольской биологической станции. К южным морям его особенно влекло богатство их животного мира.

На берегу Средиземного моря в 1865 г. Ковалевский познакомился с Мечниковым и подружился с ним на всю жизнь (см. ст. «Илья Ильич Мечников»). Ковалевский отдавал научной работе всю свою энергию, все свои скудные средства и постоянно испытывал материальные лишения. Александр Онуфриевич был из числа тех ученых, которые всю жизнь посвящали служению одной идее. Он умел отделить главное от второстепенного, смело ставил и решал основные вопросы в избранной им области науки. Отличаясь чрезвычайной скромностью, сердечностью и добротой, он в то же время был непоколебим в своих убеждениях. Период деятельности А. О. Ковалевского иногда называют русским этапом развития эмбриологии или даже этапом Ковалевского.

Фриц Мюллер

Фриц Мюллер (нем. Fritz Müller полное имя нем. Johann Friedrich Theodor Müller (1822 - 1897)) — выдающийся немецкий естествоиспытатель.

Репозиторий ВГУ

Учился математике и естественным наукам в Берлине и Грейфсвальде, в 1844 г. доктор философии, в 1852 г. переселился в Бразилию; здесь Мюллер сначала жил колонистом, затем в 1856 г. стал учителем гимназии в Эстерро на о-ве Св. Екатерины, где познакомился с фауной моря и собрал материалы для своих работ.

В 1867 г. Мюллер вследствие вторжения иезуитов в гимназию принужден оставить свою должность и поселился в Блуменау, среди девственных лесов, где преимущественно изучал жизнь насекомых и их отношения к миру растений. Мюллер был одним из самых талантливых последователей Дарвина и немало способствовал развитию и распространению теорий эволюции, подбора и пр.

Научные исследования Мюллера касаются преимущественно дарвинизма, биологии, филогении низших животных и растений, симбиоза и мн. др. Главнейший его труд: "Für Darwin" (заключает в себе великолепное описание истории развития ракообразных, 1864); в этом труде Мюллер впервые ясно изложил основной так называемый биогенетический закон. Прочие работы Мюллер касаются анатомии и эмбриологии низших морских животных, взаимных отношений насекомых и цветов и т. д.

Эрнст Геккель

В молодости, начиная с 1852 года, изучал медицину и естествознание в Берлинском, Вюрцбургском и Венском университетах. В 1858 году сдал экзамен и получил диплом врача, хотя медицинской практикой позже он никогда не занимался. В это время более всего его интересуют исследования живой природы, в первую очередь зоология и сравнительная микроскопическая анатомия. В 1859 году Геккель участвовал в научной экспедиции в Италию, во время которой во Флоренции он приобрёл мощный микроскоп в мастерской известного натуралиста и оптика Амичи.

Вскоре Геккель занялся изучением морского планктона в Мессинском проливе. Исследования велись в течение шести месяцев с помощью нового микроскопа. В результате было обнаружено 120 новых видов радиолярий. Данное направление исследований стало для него одним из основных до конца жизни. Во времена Геккеля было известно несколько сотен видов радиолярий, в современной науке известно более 5000. Эрнст Геккель представил доклад по теме радиолярий в 1860 году, на тридцать пятом съезде Общества немецких естествоиспытателей и врачей. В 1862 году, в возрасте двадцати восьми лет, Геккель был назначен адьюнкт-профессором, позже приват-доцентом в университете Йены.

С 1865 по 1909 годы Геккель был профессором Йенского университета.

Сильнейшее воздействие на Геккеля оказали дарвиновские идеи. В 1863 он выступил с публичной речью о дарвинизме на заседании Немецкого научного общества, а в 1866 вышла его книга «Общая морфология организмов» Спустя два года появилась «Естественная история миротворения» («Natürliche Schöpfungsgeschichte»; гус. Перевод 1914), где развиваемый им эволюционный подход излагался в более популярной форме, а в 1874 Геккель опубликовал работу «Антропогения», или «История развития человека» («Anthropogenie», или «Entwickelungsgeschichtedes Menschen»; русский перевод 1919 года), в которой обсуждались проблемы эволюции человека. Ему принадлежит мысль о существовании в историческом прошлом формы, промежуточной между обезьяной и человеком, что до сих пор не подтверждено.

Геккель разработал теорию происхождения многоклеточных (так называемая теория гастреи) (1866), сформулировал биогенетический закон, согласно которому в индивидуальном развитии организма как бы воспроизводятся основные этапы его эволюции, построил первое генеалогическое древо животного царства.

Теория гастреи принесла ему известность и признавалась большинством учёных до сравнительно недавнего времени. В настоящее время эволюционисты, наряду с теорией гаструлы, рассматривают как хорошо обоснованную теорию фагоцителлы, предложенную И.И. Мечниковым в 1879-86 гг., а также теорию синзооспоры и первичной седентарностимногоклеточных, разработанную А.А. Захваткиным, и другие.

Репозиторий ВГУ

Продолжая свои зоологические исследования в лаборатории и в ходе экспедиций на остров Мадейра, на Цейлон, в Египет и Алжир, Геккель публикует монографии по радиоляриям, глубоководным медузам, сифонофорам, глубоководным рыбам-удильщикам, а также свой последний систематический труд — внушительную «Систематическую филогению» («Systematische Philogenie», 1894—1896; русский перевод 1899 года).

Геккель был одним из первых германских зоологов, поддержавших теорию Дарвина. Опираясь на эту теорию и на данные эмбриологии, Геккель сделал попытку дать рациональную систему животного царства, основанную на филогенезе животных. Особенное внимание обратил Геккель на важное значение истории развития индивидуального, или онтогения, для вопроса о происхождении самого вида или его филогении. Исходной точкой для взглядов Геккеля послужила стадия эмбрионального развития, названная Геккелем гаструлой. Геккель полагал, что эта стадия повторяет собой общего прародителя всех животных. Этого предполагаемого прародителя Геккель назвал гастреей и старался объяснить, каким образом из неё развились различные типы животного царства. о гастрее позднее было признано ошибочным.

Геккель представил генеалогию растительного царства, начиная от самых простейших форм, протистов, до сростнолепестных, считаемых за самые развитые и совершенные формы.

Лекция 7

Тема: Естествознание XX века (химия, физика, математика, биология, науки о Земле)

План:

1. Развитие физики, математики, химии, наук о Земле в XX ст.
2. Главнейшие открытия.
3. Успехи в изучении строения атома, радиоактивности, структуры Земли, ее экстремальных зон.
4. Космические исследования.
5. Новейшие методы исследования синтеза, катализа и др., их народно – хозяйственное значение.

«Естествознание XX века»
Четвертая научная революция

Еще в конце XIX века большинство ученых склонялись к точке зрения, что физическая картина мира в основном построена и останется в дальнейшем незыблемой. Предстоит уточнять лишь детали. Но в первые десятилетия XX века физические воззрения изменились коренным образом. Это было следствием «каскада» научных открытий, сделанных в течение чрезвычайно короткого исторического периода, охватывающего последние годы XIX столетия и первые десятилетия XX века.

В 1896 году французский физик Антуан Анри Беккерель (1852-1908) открыл явление самопроизвольного излучения урановой соли. Исследуя это явление, он наблюдал разряд наэлектризованных тел под действием указанного излучения и установил, что активность препаратов урана оставалась неизменной более года. Однако природа нового явления еще не была понята.

В его исследование включились французские физики, супруги Пьер Кюри (1859-1906) и Мария Склодовская-Кюри (1867-1934). Прежде всего их заинтересовал вопрос: нет ли

Репозиторий ВГУ

других веществ, обладающих свойством, аналогичным урану? В 1898 году были открыты новые элементы, также обладающие свойством испускать «беккерелевы лучи», — полоний и радий. Это свойство супруги Кюри назвали радиоактивностью. Их напряженный труд принес щедрые плоды: с 1898 г. одна за другой стали появляться статьи о получении новых радиоактивных веществ. А годом раньше, в 1897 году, в лаборатории Кавендиша в Кембридже при изучении электрического разряда в газах (катодных лучей) английский физик Джозеф Джон Томсон (1856-1940) открыл первую элементарную частицу — электрон. В последующих опытах по измерению заряда электрона и получению отношения этого заряда к массе было обнаружено совершенно необычное явление зависимости массы электрона от его скорости. Уяснив, что электроны являются составными частями атомов всех веществ, Дж. Томсон предложил в 1903 году первую (электромагнитную) модель атома. Согласно этой модели, отрицательно заряженные электроны располагаются определенным образом (как бы «плавают») внутри положительно заряженной сферы. Сохранение электронами определенного места в сфере есть результат равновесия между положительным равномерно распределенным ее зарядом и отрицательными зарядами электронов. Но модель «атома Томсона» просуществовала сравнительно недолго.

В 1911 году знаменитый английский физик Эрнест Резерфорд (1871-1937) предложил свою модель атома, которая получила название планетарной. Появлению этой новой модели атома предшествовали эксперименты, проводимые Э. Резерфордом и его учениками, ставшими впоследствии знаменитыми физиками, Гансом Гейгером (1882-1945) и Эрнстом Марсденом (1889-1970). В результате этих экспериментов, показавших неприемлемость модели атома Дж. Томсона, было обнаружено, что в атомах существуют ядра — положительно заряженные микрочастицы, размер которых очень мал по сравнению с размерами атомов. Но масса атома почти полностью сосредоточена в его ядре. Исходя из этих новых представлений, Резерфорд и выдвинул свое понимание строения атома, которое он обнародовал 7 марта 1911 года на заседании Манчестерского философского общества. По его мнению, атом подобен Солнечной системе: он состоит из ядра и электронов, которые обращаются вокруг него.

Но планетарная модель Резерфорда обнаружила серьезный недостаток: она оказалась несовместимой с электродинамикой Максвелла. Согласно законам электродинамики, любое тело (частица), имеющее электрический заряд и движущееся с ускорением, обязательно должно излучать электромагнитную энергию. Но в этом случае электроны очень быстро потеряли бы свою кинетическую энергию и упали на ядро. С этой точки зрения, оставалась непонятной необычайная устойчивость атомов. Кроме того, в соответствии с законами электродинамики, частота излучаемой электроном электромагнитной энергии должна быть равна частоте собственных колебаний электрона в атоме или (что то же) числу оборотов электрона вокруг ядра в секунду. Но в этом случае спектр излучения электрона должен быть непрерывным, так как электрон, приближаясь к ядру, менял бы свою частоту. Опыт же показывал другое: атомы дают электромагнитное излучение только определенных частот (именно поэтому атомные спектры называют линейчатыми, т. е. состоящими из вполне определенных линий). Такая определенность спектра, его ярко выраженная химическая индивидуальность очень трудно совмещается с универсальностью электрона, заряд и масса которого не зависят от природы атома.

Разрешение этих противоречий выпало на долю известного датского физика Нильса Вора (1885-1962), предложившего свое представление об атоме. Последнее основывалось на квантовой теории, начало которой было положено на рубеже XX века немецким физиком Максом Планком (1858-1947). Планк выдвинул гипотезу, гласящую, что испускание и поглощение электромагнитного излучения может происходить только дискретно, конечными порциями — квантами.

Н. Бор, зная о модели Резерфорда и приняв ее в качестве исходной, разработал в 1913 году квантовую теорию строения атома. В ее основе лежали следующие постулаты: в любом атоме существуют дискретные (стационарные) состояния, находясь в которых атом энергию

Репозиторий ВГУ

не излучает; при переходе атома из одного стационарного состояния в другое он излучает или поглощает порцию энергии.

Предложенная Бором модель атома, которая возникла в результате развития исследований радиоактивного излучения и квантовой теории, фактически явилась дополненным и исправленным вариантом планетарной модели Резерфорда. Поэтому в истории атомной физики говорят о квантовой модели атома Резерфорда — Бора.

Следует отметить, что научные заслуги Резерфорда не ограничиваются исследованиями, приведшими к упомянутой планетарной модели атома. Совместно с английским химиком Фредериком Содди (1877-1956) он провел серьезное изучение радиоактивности. Резерфорд и Содди дали трактовку радиоактивного распада как процесса превращения химических элементов из одних в другие. «Неизменяемость свойств электронов при обычных физических и химических процессах, — писал Н. Бор, — непосредственно объясняется тем, что в таких процессах, хотя связи электронов и могут сильно меняться, ядро остается без изменений. Резерфордом была доказана и взаимная превращаемость атомных ядер под действием мощных сил. Тем самым Резерфорд открыл совершенно новую область исследований, которую часто называют современной алхимией».

Как тут не вспомнить крушение стремлений и надежд многих поколений алхимиков получать одни химические элементы (чаще всего — золото) из других в связи с открытием во второй половине XVIII века Лавуазье закона неизменности химических элементов. И вдруг, в начале XX века, оказалось, что в результате радиоактивного распада некоторые элементы самопроизвольно превращаются в другие. Это было поистине научной сенсацией.

Впрочем, наука XX века принесла немало сенсационных открытий, многие из которых совершенно не укладывались в представление обыденного человеческого опыта. Ярким примером этого может служить теория относительности, созданная в начале нашего столетия мало кому известным тогда мыслителем Альбертом Эйнштейном (1879-1955).

В 1905 г. им была создана так называемая специальная теория относительности. В целом теория А. Эйнштейна основывалась на том, что — в отличие от механики И. Ньютона — пространство и время не абсолютны. Они органически связаны с материей и между собой. Когда А. Эйнштейна попросили выразить суть теории относительности в одной, по возможности понятной фразе, он ответил: «Раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то пространство и время сохранились бы, теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время».

Более подробно о теории относительности сказано в разделе, посвященном пространственно-временным представлениям. Мы здесь лишь отметим, что эта теория получила признание далеко не сразу. Специальная теория относительности была быстро принята лишь узким кругом известных физиков-теоретиков. Но в 20-х годах, после появления общей теории относительности, этот круг существенно расширился. Эйнштейн получил полную поддержку многих выдающихся ученых, работавших в других областях физики, но обладавших широкой культурой физического мышления.

В то же время существовали и тупая ограниченность в науке, милитаризм и расизм в политике. Не случайно теория относительности была встречена в штыки в фашистской Германии, где к хору злобных голосов, отвергших теорию Эйнштейна как «неарийскую», враждебную национальному германскую сознанию, присоединились такие известные физики-экспериментаторы, как Ленард и Штарк.

Хотя имя А. Эйнштейна по сей день в массовом сознании связывается с теорией относительности, эта теория была далеко не единственным его научным достижением. Опираясь на представление Планка о квантах, Эйнштейн еще в 1905 году сумел обосновать природу фотоэффекта. Каждый электрон выбивается из металла под действием отдельного светового кванта, или фотона, который при этом теряет свою энергию. Часть этой энергии уходит на разрыв связи электрона с металлом. Эйнштейн показал зависимость энергии электрона от частоты светового кванта и энергии связи электрона с металлом.

Репозиторий ВГУ

Казалось, что корпускулярная теория материи торжествует. Фотон, например, явно имеет корпускулярные свойства (русский физик П.Н. Лебедев даже доказал в 1899 году существование светового давления). Но вскоре выяснилось, что определить энергию фотона (частицы света, не обладающей массой покоя) можно было, только представляя его себе в виде волны с соответствующей длиной и частотой. Получалось, что фотон — это одновременно и волна и частица. Распространяется он как волна, излучается и поглощается — как частица.

В 1924 году произошло крупное событие в истории физики: французский ученый Луи де Бройлъ (1892-1987) выдвинул идею о волновых свойствах материи. «Почему, если волновой материи присущи свойства корпускулярности, — писал он, — мы не вправе ожидать и обратного: что корпускулярной материи присущи волновые свойства? Почему бы не мог существовать закон, единый для всякого вообще материального образования, не важно, волнового или корпускулярного?».

Наиболее убедительное подтверждение существования волновых свойств материи было получено в результате открытия (наблюдения) дифракции электронов в эксперименте, поставленном в 1927 году американскими физиками Клинтоном Дэвиссоном (1881-1958) и Лестером Джермером (1896-1971). Быстрые электроны, проходя сквозь очень тонкие пластинки металла, вели себя подобно свету, проходящему мимо малых отверстий или узких щелей. Другими словами, распределение электронов, отражавшихся от пластинки и летевших лишь по некоторым избранным направлениям, было таким же, как если бы на пластинку падал пучок цвета с длиной волны, равной длине волны электрона, вычисленной по формуле де Бройля.

Экспериментально подтвержденная гипотеза де Бройля превратилась в принципиальную основу, пожалуй, наиболее широкой физической теории — квантовой механики. У объектов микромира, рассматриваемых с ее позиций, обнаружились такие свойства, которые совершенно не имеют аналогий в привычном нам мире. Прежде всего — это корпускулярно-волновая двойственность, или дуализм элементарных частиц (это и корпускулы и волны одновременно, а точнее — диалектическое единство свойств тех и других). Движение микрочастиц в пространстве и времени нельзя отождествлять с механическим движением макрообъекта. Например, положение элементарной частицы в пространстве в каждый момент времени не может быть определено с помощью системы координат, как для привычных нам тел окружающего мира. Движение микрочастиц подчиняется законам квантовой механики.

Об абсолютной непригодности законов классической механики в микромире свидетельствует, например, установленное видным немецким физиком Вернером Гейзенбергом (1901-1976) соотношение неопределенностей: если известно место положения частицы в пространстве, то остается неизвестным импульс (количество движения), и наоборот. Это одно из фундаментальных положений квантовой механики. С точки зрения классической механики и просто «здравого смысла», принцип неопределенности представляется абсурдным. Нам трудно представить себе, как все это может быть «на самом деле».

По этому поводу известный американский физик Ричард Фейнман писал следующее: «Раз поведение атомов так не похоже на наш обыденный опыт, то к нему очень трудно привыкнуть. И новичку в науке, и опытному физику — всем оно кажется своеобразным и туманным. Даже большие ученые не понимают его настолько, как им хотелось бы, и это совершенно естественно, потому что весь непосредственный опыт человека, вся его интуиция — все прилагается к крупным телам. Мы знаем, что будет с большим предметом; но именно так мельчайшие тельца не поступают. Поэтому, изучая их, приходится прибегать к различного рода абстракциям, напрягать воображение и не пытаться связывать их с нашим непосредственным опытом».

Все вышеизложенные революционные открытия в физике перевернули ранее существующие взгляды на мир. Исчезла убежденность в универсальности законов

Репозиторий ВГУ

классической механики, ибо разрушились прежние представления о неделимости атома, о постоянстве массы, о неизменности химических элементов и т. д. Теперь уже вряд ли можно найти физика, который считал бы, что все проблемы его науки можно решить с помощью механических понятий и уравнений. Рождение и развитие атомной физики, таким образом, окончательно сокрушило прежнюю механистическую картину мира.

Вместе с этим закончился прежний, классический этап в развитии естествознания, характерный для эпохи Нового времени. Наступил новый этап неклассического естествознания XX века, характеризующийся, в частности, новыми, квантово-релятивистскими представлениями о физической реальности.

Научно-техническая революция и ее естественнонаучная составляющая

Новые явления и процессы, имевшие место в развитии естествознания и техники в первой половине XX века, подготовили уникальное в истории общества событие, получившее наименование научно-технической революции (НТР). Последняя в значительной степени определила характер общественного прогресса на рубеже второго и третьего тысячелетий.

Естественнонаучные и технические революции, имевшие место в истории общества, никогда ранее не совпадали, не сливались в единый поток. Они происходили порознь. Особенностью второй половины XX столетия стали революции в естествознании и в технике, которые не только совпали по времени, но и оказались глубоко связанными между собой. Единство этого революционного процесса адекватно отразилось в самом понятии «научно-техническая революция».

Современной научно-технической революции предшествовал своеобразный подготовительный период, относящийся к первой половине XX века. Именно в этот период были сделаны важные естественнонаучные открытия, заложившие фундаментальные основы последующего грандиозного научно-технического переворота. Среди естественнонаучных направлений, в значительной степени определивших наступление НТР, были атомная физика и молекулярная биология.

Вот как пишет об этом известный писатель, популяризатор науки Даниил Данин: «1900 год. Финиширует XIX век и стартует XX. На их рубеже рождаются в интеллектуальном обиходе человечества два новых слова — КВАНТ и ГЕН. Они становятся ключевыми в природоведении современности. И потому — судьбоносными: жизнь и смерть на нашей планете глубинно связались с открытиями и надеждами фундаментальной науки именно в этих ныне главенствующих ее ипостасях — квантовой и генетической».

Важной вехой в драматической истории атомного века стало экспериментальное наблюдение в конце 30-х годов немецкими физиками О. Ганом и Ф. Штрассманом процесса деления ядер урана и объяснение этого явления в работе Л. Майтнер и О. Фриша. Стало ясным, что физикам удалось осуществить цепную ядерную реакцию, которая может привести к ядерному взрыву с выделением огромной энергии. В условиях начавшейся второй мировой войны группа ученых США во главе с А. Эйнштейном обратилась к тогдашнему американскому президенту Ф. Рузвельту и обосновала настоятельную необходимость развертывания исследований в этом направлении. Начатые после этого исследовательские работы в Лос-Аламосской лаборатории (США, штат Нью-Мексико) привели в середине 40-х годов к созданию первой атомной бомбы.

В СССР работы над атомным оружием были начаты в 1943 году в связи с опасениями, что такое оружие создает гитлеровская Германия. После ядерных взрывов в Хиросиме и Нагасаки, окончания второй мировой войны и начала войны «холодной» стало очевидным, что наличие монополии на атомное оружие у одного государства — США является фактором, угрожающим миру и международной стабильности.

Советский Союз во второй половине 40-х годов предпринял беспрецедентные усилия для создания собственной атомной бомбы. Для решения этой задачи были сконцентрированы

Репозиторий ВГУ

огромные финансовые средства, самое передовое научное оборудование, интеллект лучших отечественных ученых-физиков, силы советской разведки, охотившейся за атомными секретами в США (по признанию академика Ю.Б. Харитона, сделанному в начале 90-х годов, первая советская атомная бомба была выполнена по американскому образцу).

Последнее требует, однако, учета следующих обстоятельств. Во-первых, ряд выдающихся советских физиков начался работать над схожими с американскими учеными проблемами еще до начала второй мировой войны и находил в 40-х годах на переднем крае ядерных исследований (без такой подготовленной научной «почвы» добытые разведкой «зерна» не дали бы никаких «всходов»). Во-вторых, советские физики могли бы создать атомную бомбу самостоятельно, опираясь только на свои силы, но это затянуло бы реализацию отечественного атомного проекта примерно на два года, что было крайне опасно в эпоху «холодной войны».

Вклад отечественных ученых в решение проблем атомной физики оказался достаточно весомым. Не случайно СССР стал пионером в освоении «мирного атома» (первая в мире атомная электростанция была пущена в 1954 году в городе Обнинске).

XX век в целом и его вторая половина, характеризовавшаяся научно-технической революцией, принесли громадные достижения в области биологии, которые выдвинули эту науку в ряды лидеров естествознания. Развитие биологии и, особенно, ее составной части — генетики не только укрепило дарвиновскую теорию эволюции живой природы, но и позволило дать ей современное толкование. Понятия изменчивости и наследственности, которым Дарвин придавал большое значение, были более глубоко осмыслены в свете достигнутых успехов молекулярной биологии XX века.

Если в первой половине истекшего столетия прогресс в области изучения макромолекул был еще сравнительно медленным, то во второй половине этого столетия, т. е. в эпоху НТР, эти исследования существенно ускорялись благодаря технике физических методов анализа. На основе полученных данных о структуре живого вещества удалось воссоздать строение ряда белков и полипептидных гормонов, а также синтезировать некоторые менее сложные вещества. Химия белков, которая ранее казалась малоперспективной областью естествознания, выдвинулась на передний край науки, а раскрытие в середине XX века структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) послужило началом интенсивных исследований в химии и биологии.

Было выяснено, что нуклеиновые кислоты, являющиеся носителем и передатчиком наследственных качеств и играющие основную роль в синтезе клеточных белков, образуют группы веществ, важность которых трудно переоценить. Выдвинутая в начале 50-х годов гипотеза, согласно которой должны существовать особые молекулы нуклеиновых кислот, выполняющие функции перевода языка нуклеиновых кислот на язык белков, достаточно скоро получила экспериментальное подтверждение. К началу 60-х годов у ученых-биологов уже сложилось четкое понимание основных процессов передачи информации в клетке при синтезе белка. Дальнейший прогресс исследований в этой области позволил известному советскому биологу Ю.А. Овчинникову констатировать в начале 80-х годов, что «наибольших успехов биологическая наука достигла в последние 20-25 лет, когда она сумела заглянуть внутрь живой клетки и понять биологические механизмы на уровне молекулярных взаимодействий».

Однако развитие биологической науки в СССР шло далеко не гладко. Мощный идеологический прессинг привел к фактическому свертыванию на длительный период отечественных исследований в области генетики. В августе 1940 года был репрессирован наиболее видный представитель отечественной генетики, президент Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук СССР (ВАСХНИЛ) Н.И. Вавилов (он погиб в тюрьме в 1943 году). Печально известная сессия ВАСХНИЛ, проходившая с 30 июля по 7 августа 1948 года, «предала анафеме» реакционный «менделизм — вейсманизм — морганизм», т. е. учения иностранных основателей современной генетики: чеха Грегора Менделя (1833-1884), немца Августа Вейсмана (1834-1914) и американца Томаса Моргана (1866-1945). С основным

Репозиторий ВГУ

докладом «О положении в биологической науке», задавшим тон указанной сессии, выступил новый президент ВАСХНИЛ, «народный академик» Т.Д. Лысенко.

«Политика партии в области биологии» распространялась и на другие науки. Была отвергнута кибернетика, основывающаяся на аналогии между функциями управления в живых организмах и в определенных автоматических устройствах. Последняя была объявлена «буржуазной лженаукой». И эта идеологическая установка продержалась почти до конца 50-х годов. А ведь именно кибернетика составила одно из важных направлений научно-технической революции второй половины XX века.

Труднее для партийных идеологов оказалось дело с физикой, ибо именно от физиков зависело создание атомной бомбы. Уже наготове была команда (главным образом, из работников московских вузов), предназначенная для выступления против академических ученых-физиков. И если бы испытания первой советской атомной бомбы закончились неудачей, идеологический погром в физике был бы неизбежен. Рождение ядерного щита страны разрядило идеологически накаленную атмосферу. По словам академика В.И. Гольданского, «взрыв атомной бомбы в 1949 году спас советскую физику».

Отмеченные выше достижения в области атомной физики и биологии, а также появление кибернетики обеспечили естественнонаучную основу первого этапа НТР, начавшегося в середине XX века и продолжавшегося примерно до середины 70-х годов. Основными техническими направлениями этого этапа НТР стали атомная энергетика, электронно-вычислительная техника (явившаяся технической базой кибернетики) и ракетно-космическая техника. В последней, как и в атомной энергетике, избежавшей «идеологических передряг», СССР с самого начала занял ведущее место в мире.

Со второй половины 70-х годов начался второй этап НТР, продолжающийся до сих пор. Важной характеристикой второго этапа НТР стали новые технологии, которых не было в середине XX века. К ним относятся гибкие автоматизированные производства, лазерная технология, биотехнология и др. По мнению наиболее авторитетного научного органа США — Национального научного совета, «никогда еще в истории естествознания не существовало такого спектра научных и технологических возможностей, как, например, в области сверхпроводимости или биотехнологии».

«Становление биотехнологии связано с успехами биологии в познании особенностей организации молекулярных структур живого и процессов этого уровня, осуществлением искусственного синтеза отдельных генов и их включения в геном бактериальной клетки. Это позволяет контролировать основные процессы биосинтеза в клетке, создавать такие генетические системы бактериальной клетки, которые способны осуществлять биосинтез определенных соединений в промышленных условиях. На решение таких задач ориентируется ряд направлений биотехнологии».

«Биологическая технология определила возникновение нового типа производства — биологизированного. Примером такого производства могут быть предприятия микробиологической промышленности... Биологизация производства — это новый этап научно-технического прогресса, когда наука о живом превращается в непосредственную производительную силу общества и ее достижения используются для создания промышленных технологий».

Значение генной инженерии на втором этапе НТР характеризуется существенным расширением ее диапазона: от получения новых микроорганизмов с заранее заданными свойствами (путем направленного изменения их наследственного аппарата) и до клонирования высших животных (а в возможной перспективе — и самого человека). Конец XX столетия ознаменовался небывалыми успехами в расшифровке генетической основы человека. В 1990 году «стартовал» международный проект «Геном человека», ставящий целью получение полной генетической карты Homo sapiens. В этом проекте принимают участие более двадцати наиболее развитых в научном отношении стран, включая и Россию.

Важной характеристикой второго этапа НТР стала невиданная ранее информатизация общества на основе персональных компьютеров (появившихся в конце 70-х годов) и

Репозиторий ВГУ

Всемирной системы общедоступных электронных сетей, получившей наименование «Интернет». В результате человек, во-первых, получил доступ к объемам информации значительно большим, чем когда бы то ни было; а во-вторых, появился новый способ общения, который можно назвать горизонтальным. До его появления общение и распространение информации было в основном вертикальным (автор выпускает книгу — читатели читают, по радио и телевидению что-то передают — люди слушают это или смотрят; обратная связь ранее почти отсутствовала, хотя потребность в ней всегда была исключительно высока). Интернет обеспечивает распространение информации для практически неограниченного круга потребителей, причем они без всякого труда могут коммуникатировать друг с другом. «Интернет — это сеть сетей с миллионами компьютеров по всему миру, связанных в одно целое. В Интернете не существует единого центра управления. Интернет можно описать как постоянный поток информации из одного места в другое, от одного человека к другому. Когда вы получаете доступ к Интернету, то подключаетесь к миллионам пользователей компьютеров... Это всемирное круглосуточное место встречи, куда может прийти любой».

Еще одним направлением второго этапа НТР, заложившим физические основы принципиально новых информационных и коммуникационных технологий, стали исследования в области физики полупроводниковых наногетероструктур. Достигнутые успехи в этих исследованиях, имеющие огромное значение для развития оптоэлектроники и электроники высоких скоростей, были отмечены в 2000 году Нобелевской премией по физике, которую разделили российский ученый, академик Ж.И. Алферов и американские ученые Г. Кремер и Дж. Килби.

На повестке дня современной физики — создание квантового компьютера (КК). Здесь существует несколько интенсивно разрабатываемых в настоящее время направлений: твердотельный КК на полупроводниковых структурах, жидкие компьютеры, КК на «квантовых нитях», на высокотемпературных полупроводниках и т. д. Фактически все разделы физики конца XX века представлены в попытках решения этой задачи.

Пока можно говорить лишь о достижении некоторых предварительных результатов. Квантовые компьютеры еще только проектируются. Но когда они покинут пределы лабораторий, мир во многом станет иным. Ожидаемый технологический прорыв должен превзойти достижения полупроводниковой революции, в результате которой вакуумные электронные лампы уступили место кремниевым кристаллам.

Но произойдет это, по-видимому, уже на третьем этапе НТР, контуры которого лишь вырисовываются. По прогнозам ученых, этот новый этап НТР наступит не ранее конца первого десятилетия XXI века.

Обзор современного естествознания

В XX веке естествознание развивалось невероятно быстрыми темпами. Его развитие стимулировалось потребностями практики. Развивающаяся быстрыми темпами промышленность требовала новых технологий, в основе которых лежало естественнонаучное знание. Мощным стимулятором для развития науки и техники были мировые войны, а также экономическое и военное противостояние двух военно-политических блоков, во главе которых стояли СССР и США. Развитые промышленные страны начинают выделять большие средства на развитие системы образования, подготовку и воспроизводство научных кадров. Расширяется сеть научно-исследовательских учреждений, финансируемых как государством, так и частными компаниями.

Наука перестает быть частным делом, какой она была в XVIII-XIX веках, когда ее развивали любознательные самоучки: адвокаты, священники, медики, ремесленники и т. д. Наука становится профессией огромного числа людей. Современные исследования показывают, что развитие науки может быть выражено экспоненциальным законом. Объем научной деятельности удваивается каждые 10-15 лет. Это проявляется в ускорении роста

Репозиторий ВГУ

количества научных открытий и научной информации, а также числа людей, занятых на науке.

По данным ЮНЕСКО, до начала 70-х годов XX века число научных работников ежегодно увеличивалось на 7 %, в то время как численность всего населения росла всего лишь на 1,7 % в год. В результате получается, что нашими современниками являются более 90 % ученых от их общего числа за всю историю науки.

В конце XIX века во всем мире было около 50 тыс. человек, занятых в сфере науки и только около 15 тыс. человек из них непосредственно занимались научно-исследовательской деятельностью. 50 лет спустя научными исследованиями занимались уже примерно 400 тыс. человек, а общее число научных работников приблизилось к 2 млн.

В этот период ежегодный рост расходов на науку составлял от 10 до 25 % в год. Такие темпы значительно превышали темпы роста расходов на другие цели, в том числе военных расходов. Если в конце XIX века научные открытия совершались в маленькой лаборатории профессора или мастерской изобретателя, то в 20-30 годы XX века начинается эпоха промышленной науки, крупных научно-исследовательских центров, расходующих десятки и сотни тысяч долларов. С конца XIX века наука начинает себя окупать. Капитал, вложенный в научные разработки, начинает приносить прибыль.

В XX веке наука изменяет не только сферу производства, но и быт. Радио, телевидение, магнитофоны, компьютеры становятся обиходными вещами: так же как одежда из синтетических тканей, стиральные порошки, лекарства и т. д.

Все это характеризует как бы внешнюю сторону развития науки нашего времени. Теперь рассмотрим, какие важнейшие научные открытия были сделаны за последние 70-80 лет.

Физика: учение об атомах

В физике можно выделить три основных направления: исследование микромира (микрофизика), макромира (макрофизика) и мегамира (астрофизика).

Прогресс физики после ряда выдающихся открытий конца XIX — начала XX века (рентгеновские лучи, электрон, радиоактивность и др.) был задержан первой мировой войной, и все же исследования атомов продолжались. Основное в этих исследованиях:

Разработка модели атома.

Доказательство изменяемости атома.

Доказательство существования разновидностей атома у химических элементов.

Эти исследования опирались практически на совершенно новое представление о структуре материи, которое начало складываться в начале XX века. Сформулированное в XIX в. представление об атомах было подытожено Д.И. Менделеевым, который в статье «Вещество», опубликованной в 1892 г. в «Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона», перечислил основные сведения об атомах:

Химические атомы каждого элемента неизменны, и существует столько сортов атомов, сколько известно химических элементов (в то время — примерно 70).

Атомы данного элемента одинаковы.

Атомы имеют вес, причем различие атомов основано на различии их веса.

Взаимный переход атомов данного элемента в атомы другого элемента невозможен.

Доказательство существования электрона разрушило эти представления об атоме. Важнейшим направлением исследований физики становится выяснение структуры атомов. Электронные модели атома стали появляться одна за другой. Их возникновение в хронологической последовательности таково:

Модель У. Кельвина (1902 г.) — электроны распределяются определенным способом внутри положительно заряженной сферы.

Модель Ф. Ленарда (1903 г.) — атом состоит из «дуплетов» отрицательных и положительных зарядов (так называемых динамит).

Репозиторий ВГУ

Модель Г. Нагаоки (1904 г.) — атом «устроен» наподобие планеты Сатурн (вокруг положительно заряженного тела располагаются кольца, состоящие из отрицательно заряженных электронов).

Модель Дж. Томсона (1904 г.) — внутри положительно заряженной сферы вращающиеся электроны размещаются в одной плоскости по концентрическим оболочкам, вмещающим различные, но конечные числа электронов.

Эти модели были результатами теоретических (во многом — чисто математических) построений и носили формальный характер. Исключение составляла модель Дж. Томсона. Он предпринял первую в своем роде попытку объяснения периодического изменения свойств химических элементов, связав феномен периодичности с числом электронов в концентрических кольцах.

Однако оставалось неопределенным точное количество электронов в атомах. Томсон полагал, что масса носителя единичного положительного заряда значительно превосходит массу единичного отрицательного заряда, и это также оказалось соответствующим истине.

Электрон довольно скоро исчерпал свои возможности в качестве единственного «строительного материала» атомов, но эти перечисленные модели, безусловно, сыграли роль в подготовке будущей планетарной модели атома. Почти каждая из них в той или иной форме содержала элементы действительности.

Появление резерфордовской модели стало возможным благодаря подключению исследований радиоактивности, причем не столько само явление, сколько изучение действия частиц, испускаемых в ходе радиоактивного распада, на вещества. Именно анализ рассеивания частиц различными материалами позволил Э. Резерфорду в 1911 году высказать идею о существовании в атоме массивного заряженного тела — ядра (сам термин «ядро» был введен Резерфордом в 1912 году).

Применив к резерфордовской модели квантовую теорию, Н. Бор (1913 г.) устранил противоречие этой модели классической электродинамики. Поэтом именно ядерная модель Резерфорда в интерпретации Бора стала основным понятием новой атомистики.

На протяжении почти двух десятилетий господствовала протонно-электронная модель ядра. Неверная по своей сути, она, тем не менее, ни чуть не мешала широкому распространению и использованию классической атомной модели целиком. Но только после открытия Дж. Чедвиком в 1932 г. нейтрона возникли современные представления о протоно-нейтронной модели ядра.

Итак, следствием фундаментальных физических открытий конца XIX века оказалась разработка структуры атома в целом. «Бесструктурный» атом уступил место новому атому как сложной системе частиц.

После того как нейтрон был признан и нашел свое место как протон, лишенный своего положительного заряда, было обнаружено, что он представляет собой центральную фигуру в структуре ядра. Очень скоро после этого К. Андерсон открыл другую элементарную частицу — положительный электрон. Позитрон обеспечил необходимую симметрию между положительным и отрицательным во взаимоотношениях частиц. Оказалось, что взаимоотношения нейтрона и протона отнюдь не являются простыми. И если раньше полагалось, что ядро состоит из протонов и электронов, то теперь было обнаружено, что значительно правильнее будет сказать, что оно состоит из протонов и нейтронов, связанных вместе мощными силами, которые Юкава приписал в 1935 году гипотетической промежуточной частице — мезону. Здесь мы видим пример элементарной частицы, которая сначала была предсказана теоретически, а затем, в 1936 году, фактически наблюдалась К. Андерсоном и Неддермейером.

Действие нейтронов на различные ядра было изучено за короткий промежуток времени в 6 лет, с 1932 по 1938 год. То были годы, когда наука вообще и физика в особенности все больше чувствовала на себе влияние событий, приводящих ко второй мировой войне.

Репозиторий ВГУ

Решающее открытие принадлежало Жолио Кюри, который нашел, что почти все атомы, подвергнутые бомбардировке нейтронами, сами становятся радиоактивными. Логическое следствие этого открытия было огромным. Знание атомных превращений могло быть использовано для объяснения того, каким образом возникли элементы.

Этой концепцией воспользовались Гамов и Бете для выявления источника солнечной энергии. Таким источником является соединение четырех атомов водорода, в результате чего образуется один атом гелия. Было уже совершенно очевидно, что источником большей части энергии Вселенной служат ядерные процессы. В 1936 году Ферми подверг бомбардировке нейтронами тяжелые элементы и заявил, что получил ряд элементов с большим весом, чем у любых других элементов, найденных в природе.

Вплоть до 1937 года все имевшие место радиоактивные изменения заключались в том, что маленькие частицы либо присоединялись к ядру, либо выбрасывались из него. Наиболее крупным из выброшенных осколков была частица, содержащая два протона и два нейтрона. Однако в 1937 году Ган и Штрассман нашли, что некоторые из продуктов, полученных в результате облучения урана нейтронами, имели в общем массу, составляющую чуть ли не половину массы атома урана. Было ясно, что имеет место деление ядра.

Тяжелые ядра могут содержать значительно большее число нейтронов по отношению к числу протонов, чем легкие ядра. Когда атом урана расщепляется, он по необходимости освобождал несколько нейтронов. Ну а стоило только понять это (что произошло в 1938 году, главным образом благодаря работам Жолио Кюри), как возможность массовых превращений атомов стала реальностью. Здесь мы имеем цепную реакцию, или своего рода явление лавинообразного нарастания. Если дать этому процессу возможность продолжаться бесконечно, то получится взрыв; если управлять им, то результатом его явится вырабатывающий энергию ядерный реактор.

То, каким образом создавалась, испытывалась и была использована атомная бомба, составляет часть мировой истории, а не просто истории науки. Военные и политические последствия создания ядерного оружия и контролируемого производства атомной энергии огромны. Здесь достаточно отметить, что в техническом отношении производство атомной энергии представляет собой новый крупный скачок вперед в установлении господства человека над силами природы.

Ядерная энергия может получаться не только путем деления ядра атома, но и путем синтеза или, другими словами, для получения такой энергии необходимо изготавливать медленно горящие водородные бомбы. Соответствующие исследования были начаты в СССР И.В. Курчатовым и продолжены его учениками. В Институте ядерной энергии им. И.В. Курчатова под руководством Л.А. Арцимовича были разработаны установки типа токамак. Название «токамак» произошло от сокращения слов «тороидальная камера с магнитным полем». Создателям этих установок пришлось решать очень трудные задачи. Прежде всего нужно разогреть дейтерий-тритиевую плазму до температуры порядка 100 млн градусов и длительно удерживать ее в этом состоянии.

В установке токамак нагревание плазмы до столь высокой температуры достигается за счет протекания через плазму электрического тока очень большой силы — порядка сотен тысяч ампер. Вследствие электрического сопротивления плазмы образуется «джоулево» тепло, за счет которого происходит нагрев плазмы.

Еще более сложной задачей является сохранение (удержание) плазмы. Не может быть и речи, конечно, о соприкосновении плазмы со стенкой — на свете нет такого материала, который бы остался цел (не испарился) после соприкосновения. В токамаках удержание плазмы производится с помощью магнитного поля, так как плазму составляют частицы, имеющие электрический заряд, — ядра атомов и электроны.

После открытия электрона, протона, фотона и, наконец, в 1932 году нейтрона было установлено существование большого числа новых элементарных частиц. В том числе: позитрон, о котором мы уже упоминали как об античастице электрона; мезоны — нестабильные микрочастицы; различного рода гипероны — нестабильные микрочастицы с

Репозиторий ВГУ

массами больше массы нейтрона; частицы резонансы, имеющие крайне короткое время жизни (порядка 10"22-10"24 с); нейтрино — стабильная, не имеющая электрического заряда частица, обладающая почти невероятной проницаемостью; антинейтрино — античастица нейтрино, отличающаяся от нейтрино знаком лептонного заряда, и др.

В характеристике элементарных частиц существует еще одно важное представление — взаимодействие. Различают четыре вида взаимодействия.

Сильное взаимодействие (короткодействующее, радиус действия около 10~18 см) связывает между собой нуклоны (протоны и нейтроны) в ядре; именно по этой причине ядра атомов являются весьма устойчивыми, их трудно разрушить.

Электромагнитное взаимодействие (дальнодействующее, радиус действия не ограничен) определяет взаимодействие между электронами и ядрами атомов или молекул; взаимодействующие частицы имеют электрические заряды; проявляется в химических связях, силах упругости, трения.

Слабое взаимодействие (короткодействующее, радиус действия меньше 10~15 см), в котором участвуют все элементарные частицы, обусловливает взаимодействие нейтрино с веществом.

Гравитационное взаимодействие — самое слабое, не учитывается в теории элементарных частиц; распространяется на все виды материи; имеет решающее значение, когда речь идет об очень больших массах.

Элементарные частицы обычно разделяют на следующие классы:

Фотоны — кванты электромагнитного поля, частицы с нулевой массой покоя, не имеют сильного и слабого взаимодействия, но участвуют в электромагнитном.

Лептоны (от греч. leptos — легкий), к числу которых относятся электроны, нейтрино; все они не обладают сильным взаимодействием, но участвуют в слабом взаимодействии, а имеющие электрический заряд — также и в электромагнитном взаимодействии.

Мезоны — сильно взаимодействующие нестабильные, как уже говорилось, частицы.

Барионы (от греч. berys — тяжелый), в состав которых входят нуклоны, нестабильные частицы с массами, большими массы нейтрона, гипероны, многие из резонансов.

Сначала, особенно когда число известных элементарных частиц ограничивалось электроном, нейтроном и протоном, господствовала точка зрения, что атом состоит из этих элементарных кирпичиков. А дальнейшая задача в исследовании структуры вещества заключается в том, чтобы разыскивать новые, еще не известные «кирпичики», из которых состоит атом, и в определении того, не являются ли эти «кирпичики» (или некоторые из них) самыми сложными частицами, построенными из еще более тонких «кирпичиков».

При таком подходе к делу было логичным считать элементарными только те частицы, которые не могут быть разделены на более мелкие или которые мы пока не можем разделить. Смотря так на структуру материи, молекулу и атом нельзя было считать элементарными частицами, так как молекула состоит из атомов, а атомы — из электронов, протонов и нейтронов.

Однако действительная картина строения вещества оказалась еще более сложной, чем можно было предполагать. Оказалось, что элементарные частицы могут претерпевать взаимные превращения, в результате которых некоторые из них исчезают, а некоторые появляются. Нестабильные микрочастицы распадаются на другие, более стабильные, но это вовсе не значит, что первые состоят из вторых. Поэтому в настоящее время под элементарными частицами понимают такие «кирпичики» Вселенной, из которых можно построить все, что нам известно в природе.

Приблизительно в 1963-1964 годах появилась гипотеза о существовании кварков — частиц, из которых состоят барионы и мезоны, являющиеся сильно взаимодействующими и по этому свойству объединенными общим названием адронов. Кварки имеют весьма необычные свойства: они обладают дробными электрическими зарядами, что не характерно какой-либо микрочастице, и, по-видимому, не могут существовать в свободном, не связанном виде. Число различных кварков, отличающихся друг от друга величиной и знаком

Репозиторий ВГУ

электрического заряда и некоторыми другими признаками, достигает уже нескольких десятков.

В заключение необходимо сказать о большом значении для изучения микроструктуры вещества ускорителей заряженных частиц (электронов, протонов, атомных ядер), используемых для получения частиц высоких энергий, с помощью которых удается проследить процессы, происходящие с элементарными частицами. Ускоряемые частицы движутся в вакуумной камере, а управление их движением производится чаще всего с помощью магнитного поля.

Основные положения современной атомистики могут быть сформулированы следующим образом:

Атом является сложной материальной структурой, представляет собой мельчайшую частицу химического элемента.

У каждого элемента существуют разновидности атомов (содержащиеся в природных объектах или искусственно синтезированные).

Атомы одного элемента могут превращаться в атомы другого; эти процессы осуществляются либо самопроизвольно (естественные радиоактивные превращения), либо искусственным путем (посредством различных ядерных реакций).

Перечисленные три положения современной атомистики практически охватывают основное ее содержание.

Надо отметить, что привычное понятие «атом», вообще говоря, выглядит анахронизмом, ибо представление об его «неизменности», «неделимости» уже давно опровергнуто. Делимость атома есть твердо установленный факт, и она определяется не только тем, что атом может быть «разъят» на составные части — ядро и электронное окружение, но и тем, что индивидуальность атома претерпевает изменение результатов разнообразных ядерных процессов.

Астрофизика

Открытия спектроскопии в XIX веке положили начало изучению внутренней структуры небесных тел на основе исследования излучаемого ими света. К XX веку астрофизика становится общепризнанной отраслью науки, областью, в которой работа лаборатории и обсерватории полностью сливается воедино. С самого же начала астрофизика приняла отличный от физики характер в том смысле, что она раскрывает структуры не только в пространстве, но и во времени. Шаг за шагом средствами астрономии начали определять размеры нашего Млечного пути, затем расстояния до близких и отдаленных туманностей, причем исследовались результаты наблюдений через гигантские телескопы, самым крупным из которых являлся 100-дюймовый телескоп обсерватории в Маунт Вилсон, построенный в 1915 году.

Что же представляет собой наша Вселенная, какое место в ней занимает Солнечная система и наша планета Земля?

Мы можем наглядно представить относительные масштабы Солнечной системы следующим образом. Пусть Солнце изображается биллиардным шаром диаметром 7 см. Тогда ближайшая к Солнцу планета — Меркурий находится от него в этом масштабе на расстоянии 280 см. Земля — 760 см, гигантская планета Юпитер удалена на расстояние около 40 м, а самая дальняя планета Плутон — на расстоянии около 300 м. Размеры земного шара в этом масштабе несколько больше 0,5 мм, лунный диаметр — около 0,1 мм, а орбита Луны имеет диаметр около 4 см.

Даже близкая к нам звезда — Проксима Центавра удалена от нас на неизмеримо большое расстояние по сравнению с размерами Солнечной системы. В астрономии часто употребляют единицу «световой год» для оценки межзвездных расстояний. Это такое расстояние, которое свет, двигаясь со скоростью 300 тыс. км/с проходит за год, около 10 000 млрд. км. Более научная единица — «парсек». 1 парсек (пс) равен 3,26 светового года.

Репозиторий ВГУ

Ни одна из звезд — наших ближайших соседей — не находится ближе 1 пс. Например, упомянутая Проксима Центавра удалена на 1,3 пс. В том масштабе, в котором мы изобразили Солнечную систему, это соответствует 2 тыс. км. Таким образом, наша Солнечная система сильно изолирована.

Но окружающие Солнце звезды и само Солнце составляют лишь ничтожно малую часть гигантского коллектива звезд и туманностей, который называется Галактикой.

Это скопление звезд мы видим в ясные ночи как полосу Млечного Пути. Часто форму Галактики сравнивают с двояковыпуклой линзой. На самом деле Галактика имеет довольно сложную структуру, и существует некий закон распределения. Разные типы звезд по разному концентрируются к центру Галактики. Отметим лишь, что наше Солнце находится на периферии Галактики вблизи от ее экваториальной плоскости. Расстояние от Солнца до ядра Галактики — около 30 тыс. световых лет.

Звезды и туманности в пределах Галактики движутся довольно сложным образом. Прежде всего они участвуют во вращении Галактики вокруг оси со скоростью примерно 250 км/сек. За время своего существования Солнце совершило примерно 25 оборотов вокруг оси вращения.

Уже несколько десятилетий астрономы настойчиво изучают другие звездные системы, в той или иной степени сходные с нашей. Этот раздел называется «внегалактическая астрономия». Он играет едва ли не ведущую роль в астрономии. Понемногу стали вырисовываться грандиозные контуры Метагалактики, в состав которой наша звездная система входит как малая частица. Мы можем определить Метагалактику как совокупность звездных систем — галактик, движущихся в огромных пространствах наблюдаемой нами Вселенной. Ближайшие к нашей звездной системе галактики — знаменитые Магеллановы Облака. Расстояние до Магеллановых Облаков «всего лишь» около 200 тыс. световых лет, что вполне сравнимо с общей протяженностью Галактики. Другая «близкая» к нам галактика — это туманность в созвездии Андромеды. В большие телескопы наблюдается огромное количество галактик.

Изучение спектров галактик позволило сделать одно открытие фундаментальной важности. Все галактики удаляются от нас, причем скорость этого «разлета» по мере удаления галактик растет. Причины расширения системы являются предметом современной космологии.

Современная космология начала складываться в 20-е годы нашего века на основе созданной Эйнштейном общей теории относительности. Из этой теории следует так называемая кривизна пространства и связь кривизны с плотностью массы (энергии). Космология, основанная на этих постулатах — релятивистская. Еще в 1922 году советский математик и геофизик А.А. Фридман нашел решение уравнений общей теории относительной для замкнутой расширяющейся Вселенной. Он установил, что искривленное пространство не может быть стационарным: оно должно или расширяться, или сжиматься.

Уравнения Фридмана теоретически обосновали нестационарность Вселенной. На этот вывод ученые не обращали внимание вплоть до открытия американским астроном Эдвином Хабблом (1889-1953) в 1929 году так называемого «красного смещения». Дело в том, что еще в XIX веке австрийский физик и астроном Кристиан Доплер обнаружил, что если источник света приближается, спектральные линии смещаются в сторону более коротких волн, если удаляется — в сторону более длинных (красных) волн. Это явление было названо эффектом Доплера. Э. Хаббл открыл «красное смещение» для всех далеких источников света. Красное смещение оказалось пропорциональным расстоянию до источника, что подтверждало гипотезу о расширении видимой части Вселенной. Тем самым теоретически построенные Фридманом модели нестационарной Вселенной были обоснованы результатами наблюдений. Уравнения Фридмана обеспечили математический фундамент большинству современных космологических теорий.

Существует два различных типа моделей Фридмана.

Репозиторий ВГУ

Если средняя плотность материи во Вселенной меньше некоторой критической величины или равна ей, то тогда Вселенная должна быть пространственно бесконечной. В этом случае современное расширение Вселенной будет продолжаться всегда.

В то же время, если плотность материи во Вселенной больше той же критической величины, тогда гравитационное поле, порожденное материей, искривляет вселенную, замыкая ее на себя; Вселенная в этом случае конечна, хотя и не ограничена, вроде поверхности сферы. Это означает, что если мы отправимся в путешествие по прямой линии, мы не сможем добраться до какого-то угла Вселенной, а просто вернемся туда, откуда начали свой путь. Гравитационные поля достаточно сильны для того, чтобы в конце концов остановить расширение Вселенной, так что рано или поздно она начнет снова сжиматься к состоянию бесконечно большой плотности.

В 1965 году американские ученые астрономы А. Пензиас и Р. Вилсон сделали с помощью радиотелескопа — устройства, предназначенного для приема радиоизлучения космических объектов, — открытие большой важности. Они установили, что во Вселенной имеется так называемое фоновое радиоизлучение, названное советским ученым И.С. Шкловским реликтовым. Реликтовое радиоизлучение образовалось на раннем этапе существования Вселенной, когда ей было всего около 3 млн лет.

Два экспериментально установленных положения: — расширение Вселенной и реликтовое излучение — являются убедительными доводами в пользу так называемой теории «большого взрыва», ставшей теперь общепризнанной.

До утверждения этой теории существовала теория стационарного состояния, согласно которой Вселенная всегда была почти такой, какой мы видим ее сейчас. В XVIII, XIX и даже в первой половине XX века в астрономии господствовал взгляд на Вселенную как на нечто статическое, не изменяющееся. Изучались движения планет и комет, химический состав звездных атмосфер и т. д. Но истинная картина меняющейся, богатой «скачками» и взрывами Вселенной стала ясной астрономам только во второй половине XX века.

Основываясь на теории расширяющейся Вселенной, оказалось возможным проследить развитие Вселенной в «обратную сторону», т. е. попробовать вернуться возможно дальше назад. Хотя осуществить такую реконструкцию было далеко не просто, но все же она оказалась успешной.

По современным представлениям, вначале был взрыв. Не такой взрыв, который знаком нам на Земле и который начинается из определенного места и затем распространяется, захватывая все больше и больше пространства, а взрыв, который произошел одновременно везде, заполнив с самого начала все пространство, причем каждая частица материи устремилась прочь от любой другой частицы.

Всего лишь через одну сотую секунды после взрыва Вселенная имела температуру порядка 100 000 миллионов К (10й К). При такой высокой температуре (выше температуры центра самой горячей звезды) молекулы, атомы и даже ядра атомов существовать не могут. Вещество Вселенной пребывало в виде элементарных частиц, среди которых преобладали электроны, позитроны, нейтрино, фотоны, а также в относительно малом количестве протоны и нейтроны. Плотность вещества Вселенной спустя 0,01 с после взрыва, несмотря на очень высокую температуру, была огромной — в 4 000 миллионов раз больше, чем у воды.

В конце первых трех минут после взрыва температура вещества Вселенной, непрерывно снижаясь, достигла 1 млрд. градусов (109 К). Плотность вещества также снизилась, но еще была близкой к плотности воды. При этой, хотя и очень высокой, температуре начали образовываться ядра атомов, в частности ядра тяжелого водорода (дейтерия) и ядра гелия. Однако вещество Вселенной в конце первых трех минут состояло в основном из фотонов, нейтрино и антинейтрино. Только по истечении нескольких сотен тысяч лет начали образовываться атомы, главным образом водорода и гелия. Силы гравитации превращали газ в сгустки, ставшие материалом для возникновения галактик и звезд.

Репозиторий ВГУ

Как следует из сказанного, за последние примерно 50 лет достигнуты значительные результаты в изучении звезд, галактик и даже Вселенной и их эволюции.

Один из главных выводов, к которому пришли астрономия и астрофизика, состоит в том, что Вселенная находится в состоянии непрерывной эволюции. Остановимся на эволюции звезд. Звезды образуются из газопылевой межзвездной среды, главным образом из водорода и гелия, в результате действия сил гравитации. Проследить эволюцию звезд помог факт, что во Вселенной существуют звезды всех «возрастов». Более того, образование новых звезд происходит и теперь.

Под действием гравитационных сил звезда сжимается и становится все более горячей. Когда температура достигает приблизительно 10 млн К, внутри звезды начинается термоядерная реакция. Для звезды начинается новая стадия эволюции. Сопротивление силам гравитации будет оказывать растущее давление внутри звезды, возникшее вследствие протекания термоядерной реакции. В некоторый момент будет достигнуто равновесие. В этом состоянии звезда может существовать долгое время, излучая в пространство огромную энергию. Например, Солнце в этом состоянии будет существовать 13 млрд. лет, из которых истекли 5 млрд.

Рано или поздно наступает такой момент, когда водород, необходимый для термоядерной реакции, будет израсходован. Температура и давление внутри звезды начнут снижаться, гравитационные силы начнут преобладать. Наступает новый этап эволюции звезды. Ее ядро, состоящее теперь из гелия (продукт реакции), начинает сжижаться, образуя плоскую горячую область. Но термоядерная реакция будет еще продолжаться на периферии, где еще сохранился водород. В это время, как следует из расчетов, размер звезды и ее светимость будет увеличиваться. Звезда превратится в так называемый красный гигант.

Температура гелиевого ядра достигнет 100-150 млн. К, начнется новая ядерная реакция превращения гелия в углерод.

Дальнейшая эволюция звезды зависит от ее массы. Если масса звезды меньше 1,2 массы Солнца, то после того, как завершится термоядерная реакция в периферийных слоях звезды (весь водород «выгорит») и закончится ядерная реакция в ядре звезды (весь гелий превратится в углерод), внешние слои отделятся и рассеются в пространстве, а оставшиеся внутренние слои звезды, очень горячие и плотные, будут представлять собой так называемый белый карлик. Постепенно остывая, они все меньше и меньше излучают, переходя в невидимые черные карлики. Это мертвые, холодные звезды очень большой плотности, в миллионы раз плотнее воды. Их размеры меньше размеров земного шара, хотя массы сравнимы с солнечной. Процесс остывания белых карликов длится много сотен миллионов лет. Так кончает свое существование большинство звезд.

Если же масса звезды превышает 1,2 массы Солнца, то ее дальнейшая эволюция имеет другой характер. После прекращения термоядерной реакции в ядре звезды огромные гравитационные силы приводят к так называемому гравитационному коллапсу — катастрофически быстрому сжатию, в результате которого центральная область звезды становится сверхплотной нейтронной звездой (ее плотность может достигать 1015 г/см3, т. е. превышать плотность атомных ядер), а периферические сферы звезды сбрасываются, — это явление может наблюдаться как огромная вспышка, именуемая вспышкой сверхновой звезды.

Если же центральная область звезды будет сжата до величины гравитационного радиуса (для Солнца, например, эта величина равна лишь 3 км, а для Земли — 0,9 см), то образуется так называемая черная дыра — сфера, в которой поле тяготения столь велико, что никакое излучение или частицы не могут выйти из этой сферы.

В 1967 году были открыты пульсары — космические тела, являющиеся источниками радиоизлучения. Это излучение носит импульсный характер, причем импульсы повторяются через очень короткий промежуток времени: от долей секунды до нескольких секунд. Пульсары относят к разряду нейтронных звезд.

Репозиторий ВГУ

В 1963 году были открыты новые астрономические объекты, находящиеся вне пределов нашей галактики и получившие название квазаров. Квазары удаляются от нашей Галактики с огромными скоростями — 100-200 тыс. км/с. По сумме всех характеристик квазаров предполагается, что они представляют собой ядра особо удаленных от нас галактик, в которых происходят поражающие своей мощью процессы, происхождение которых еще недостаточно ясно.

В заключение необходимо выделить основные проблемы современной физики. Об этих проблемах говорит академик В.Л. Гинзбург в своей статье «О перспективах развития физики и астрофизики в конце XX в.».

Макрофизика

Управляемый термоядерный синтез.

Высокотемпературная сверхпроводимость.

Новые вещества (проблема создания металлического водорода и некоторых других «необычных» веществ).

Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.

Изучение очень больших молекул. Жидкие кристаллы.

Разеры, гразеры и лазеры новых типов.

Нелинейные явления. Солитоны.

Сверхтяжелые элементы.

Микрофизика

Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика.

Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия.

«Великое объединение». Распад протона. Масса нейтрино. Суперобъединение.

Астрофизика

Экспериментальная проверка и граница применимости общей теории относительности.

Гравитационные волны.

Космологическая проблема. Связь космологии с физикой высоких энергий.

Нейтронные звезды и пульсары. Физика «черных дыр».

Квазары и ядра галактик. Образование галактик.

Происхождение космических лучей и космического гамма- и рентгеновского излучения.

Нейтринная астрономия.

Электроника

Ядерная физика и астрофизика достигли в XX веке огромных успехов в изучении окружающего мира, но наиболее значительные практические успехи были достигнуты в области электроники.

Электронику можно определить как науку о взаимодействии электронов с электромагнитными полями и о методах создания электронных приборов и устройств (вакуумных, газозарядных, полупроводниковых), используемых для передачи, обработки и хранения информации. Развитие электроники начинается в конце XIX — начале XX века. Электромагнитные волны, как известно, были изучены Герцем в 1886 г. Теория Максвелла объяснила их природу и свойства. В конце прошлого века электромагнитные волны были использованы для беспроволочной связи. Впервые это сделал русский инженер А.С. Попов в 1895 году. Примерно через год этот опыт повторил итальянский техник и предприниматель Г. Маркони. Он первым попытался послать радиосигналы через Атлантический океан, которые действительно были приняты. Это означало, что в атмосфере должно существовать какое-то подобие зеркала, отражающего радиоволны обратно на землю.

В 20-х годах Э. Эпплтон занялся изучением этого вопроса. Так была открыта ионосфера. Открытие Эпплтона легло в основу радиолокационного прибора, созданного в ходе второй мировой войны.

Репозиторий ВГУ

Использование коротких волн давало возможность направления их по точно определенным лучам, что было использовано в радиолокации. Непосредственным стимулом для ее развития явилась необходимость предупреждения воздушного нападения во время второй мировой войны. В дальнейшем радиолокация применялась для нахождения пути, съемки карт с воздуха, управления полетом самолетов, а также полетом снарядов и ракет. Методы радиолокации были использованы также для целей астрономии, в частности, для проверки расстояния до Луны. Возник также новый вид астрономии — радиоастрономия.

Настоящую революцию в области связи вызвало создание электронной лампы, которая делает возможным усиление и регенерацию волн. Электронные лампы нашли широкое применение главным образом в радиоаппаратуре и ЭВМ первого поколения.

Для целей войны было необходимо создать аппараты, которые бы могли выполнять сложные расчеты траектории снарядов и ракет. Это позволило к концу войны создать первые электронные счетные машины.

Предпосылки для создания быстродействующих счетных машин сложились к 40-м годам нашего века. К этому времени был создан соответствующий теоретический базис. В конце 30-х годов английский математик А. Тьюринг показал, что различные проблемы могут быть решены с помощью машин, если эти проблемы или задачи могут быть выражены посредством конечного числа операций.

В 1940 году американский математик Норберт Виннер предложил использовать в вычислительных машинах не десятичную систему счисления, а двоичную. В этом случае любое число можно записать только с помощью двух цифр — 1 и 0. Двоичная система счисления и бинарная логика, разработанная Джоржем Булем в XIX веке, играют ключевую роль в вычислительной технике.

В конце 30-х годов в вычислительных машинах начинают применяться электронные элементы, что позволило повысить быстродействие машин на три порядка. Первая ЭВМ, использующая элементы на электровакуумных триодах, была создана в Пенсильванском университете в 1945 году под руководством Дж. Маучли.

Ее назвали ЭНИАК. Первая ЭВМ была очень громоздкой. Она состояла из 18 тысяч электронных ламп, 1500 реле и занимала зал длиной 30 метров. За одну секунду этот гигант мог складывать или вычитать пять тысяч чисел. Но машина часто простаивала из-за того, что перегорали лампы, выходили из строя реле, много времени тратилось на подготовительные работы. Операторы, обслуживающие ЭНИАК, отставали от него.

В 1946 году американский математик и физик Джон фон Нейман выдвинул и обосновал принципы создания новых ЭВМ. В них предполагался переход на двоичную систему счисления, а также ввод и хранение программы в памяти ЭВМ аналогично данным. Идеи Неймана и постройка под его руководством новой ЭВМ — ЭДВАК — оказали существенное влияние на дальнейшее развитие вычислительной техники.

Прогресс вычислительной техники в 40-50-е годы был обусловлен появлением ряда работ по численному анализу. В 1944 году была опубликована книга фон Неймана и О. Моргенштерна «Теория игр и оптимальное поведение», а в 1948 году вышла книга Н. Виннера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине». Эти работы оказались очень продуктивными для дальнейшего развития ЭВМ. На основе идей Виннера удалось создать общую теорию информации и связи, применимую в самых различных областях — от физики до биологии и языкознания. В развитии теории информации сыграли важную роль работы советских ученых А.Н. Колмогорова и А.Я. Хинчина.

В СССР разработка первой отечественной ЭВМ с запоминаемой программой началась в 1947 году в Киеве под руководством академика С.Я. Лебедева (1902-1974). Серийное производство ЭВМ началось практически одновременно в СССР и США в 1951-1952 годах.

Парк ЭВМ увеличивался очень высокими темпами. Если в 1952-1953 годах их было несколько десятков, то в 1965 году во всем мире использовалось уже около 40 тыс. ЭВМ, а в 1970 году — свыше 100 тыс.

Репозиторий ВГУ

В развитии вычислительной техники можно выделить несколько этапов («поколения» ЭВМ).

К первому поколению ЭВМ (1950-1958 гг.) относятся ламповые вычислительные машины. Они были громоздки и малонадежны, отличались высокой стоимостью и большим энергопотреблением, работали в однопрограммном режиме, обладали низким быстродействием.

Ко второму поколению относятся полупроводниковые ЭВМ (1959-1967 гг.), в которых электронные лампы были заменены транзисторами. В ЭВМ второго поколения были применены новые принципы организации и работы машины: совмещение операций ввода и вывода данных с вычислениями на центральном процессоре, повышение быстродействия процессора за счет параллельного во времени выполнения частей 1-2 команд.

Параллельно с техническим совершенствованием ЭВМ шла работа по созданию универсальных языков, пригодных для широкого класса машин. В 60-х годах были разработаны и получили широкое распространение универсальные языки АЛГОЛ, КОБОЛ, ФОРТРАН и др.

В середине 60-х годов появились так называемые интегральные схемы: на миниатюрной монокристаллической пластинке полупроводника размещалось значительное количество логических элементов.

К третьему поколению (середина 60-х годов) относятся машины, построенные на интегральных схемах. Это программно-совместимые ЭВМ, отличающиеся большой производительностью, максимальным объемом оперативной памяти, составом периферийного оборудования.

Новый этап использования ЭВМ связан с появлением быстродействующих и весьма емких запоминающих устройств. Одновременно была решена задача быстрого поиска данных. При создании и эксплуатации ЭВМ первых двух поколений практически не решался вопрос обеспечения удаленного доступа к ЭВМ. Появление баз данных и резкое повышение мощности вычислительных ресурсов поставили на повестку дня задачу обеспечения одновременного доступа к ним различных потребителей, находящихся географически в самых разных точках. Для потребителя это означало возможность обращения к любой ЭВМ и соответствующей базе данных независимо от места расположения этой ЭВМ. Новые возможности хранения, быстрого поиска и передачи информации означают революцию в системах накопления и доступа к освоенным знаниям. Наступает важный в жизни человечества этап «безбумажной информатики»: информация поступает к специалистам прямо на рабочее место — экран дисплея.

Созданные в начале 60-х годов первые образцы микросхем содержали тысячи активных элементов (диодов, транзисторов) в одном кубическом сантиметре. С каждым последующим десятилетием количество элементов увеличивалось примерно в 10 раз.

В начале 80-х годов стали выпускать микросхемы, содержащие до 100 тысяч элементов в одном кубическом сантиметре, а во второй половине 80-х годов это число перевалило за миллион. Вслед за интегральными схемами (ИС) появились большие интегральные схемы (БИС) и сверхбольшие интегральные схемы (СБИС).

Особенно активно интегральные схемы начала разрабатывать и производить американская фирма «Интел». В 1971 году «Интел» создает семейство микропроцессоров 4004 с четырехразрядными порциями информации. Процессор стоил 200 долларов, в нем 2,3 тыс. транзисторов. В 1976 г. создан 8-разрядный микропроцессор 8080. Было предложено создать на его основе персональный компьютер.

1985 год — 32-разрядный процессор 1386, в котором 275 тыс. транзисторов, быстродействие — 5 млн операций в секунду.

1989 год — микропроцессор I486; содержит 1,2 млн транзисторов, быстродействие — 20 MIPS.

Репозиторий ВГУ

1993 год — микропроцессор Pentium; 3,1 млн транзисторов; производительность 90 MIPS.

1995 год — Pentium-Pro, 5,5 млн транзисторов, производительность 300 MIPS.

Этот фантастический прогресс — результат глубоких исследований и миллиардных капвложений.

Один из путей развития электроники — создание микросхем на основе белковых структур. Вот первые результаты: японская фирма «Сантори ЛТД» создала первые образцы так называемых биочипов — микросхем, выполняющих функции электронной памяти на основе искусственно выращенных белковых структур. По оценкам японских специалистов в ближайшем будущем емкость памяти микросхем на биочипах превысит емкость памяти микросхем, выполненных на полупроводниковых кристаллах, в 109 (в миллиард) раз.

Сравнивая современный персональный компьютер с громоздкой ЭВМ первого поколения, мы видим, как высоко мы поднялись. Сравнивая тот же компьютер с мозгом, мы понимаем, что до уровня совершенства, которого путем длительной эволюции достигла природа, нам пока еще весьма далеко.

Нейронные сети чрезвычайно компактны: 1011 нейронов мозга уместились в объеме 1,5 литра. Сеть из 1011 искусственных электронных нейронов, выполненная на обладающих самой высокой степенью интеграции микросхемах, получилась бы величиной с жилой дом. Причем этот гигантский искусственный мозг был бы весьма примитивен по сравнению не только с человеческим мозгом, но и с мозгом животных. Мозг курицы сравнительно примитивен. Ее интеллект не способен усвоить даже простые арифметические действия сложения, вычитания или умножения. Зато курица находит зерно среди травы, мелких камешков, разного мусора. Подобную операцию пока неспособно выполнить созданное для распознавания зрительных образов электронное устройство.

В последние десятилетия ведутся активные исследования по проблеме искусственного интеллекта. Когда работа по моделированию только начиналась, казалось, что достаточно увеличить быстродействие машины и объем памяти — и проблема будет решена, но потом стало ясно, что проблема не сводится к перебору множества вариантов. Тогда встала чисто теоретическая проблема: а что такое мышление? Ответить на этот вопрос не так просто. Мышление не сводится к решению задач. Это еще и творчество, целеполагание, умение задачу сформулировать. Поэтому если даже мы сумеем смоделировать работу мозга, неизбежно встает вопрос: какую программу в этот искусственный мозг надо закладывать? Если программа задается человеком, то искусственный интеллект — это просто орудие для усиления человеческого мышления. Так, бинокль усиливает возможности наших глаз, но он не может видеть. Если искусственный интеллект сам создает себе программы, т. е. воспроизводит одну из важнейших функций интеллекта — творчество, тогда возникает проблема цели «ради чего»? Цели человеческой деятельности и мышления задает общество, в котором живет человек. Следовательно, искусственный интеллект необходимо «социализировать», ввести в социум, сделать его реальным членом общества, наделить чувствами, эмоциями, волей. Но где гарантии, что цели искусственного интеллекта и цели общества совпадут? Все эти вопросы показывают, что проблема искусственного интеллекта — это не только техническая проблема, но и проблема философская, гуманитарная. Для ее решения необходимо объединить усилия ученых различных направлений.

Химия

Химия — наука, теснейшим образом связанная с физикой. Она рассматривает главным образом превращения веществ, изучает элементы (простейшие вещества, образуемые одинаковыми атомами) и сложные вещества, состоящие из молекул (сочетаний различных атомов).

Во второй половине XVIII и начале XIX века в работах ученых преобладало изучение и описание свойств химических элементов и их соединений. Кислородная теория Лавуазье

Репозиторий ВГУ

(1743-1794) и атомная теория Дальтона (1766-1844) заложили основы теоретической химии. Открытия, вызванные атомно-молекулярным учением, начали играть существенную роль в производственной практике.

Атомистические представления о строении вещества породили много теоретических проблем. Необходимо было выяснить, что происходит с атомами, образующими молекулярные структуры? Сохраняют ли атомы свои свойства в составе молекул и как они взаимодействуют друг с другом? Действительно ли атом прост и неделим? Эти и другие вопросы необходимо было решить.

Без атомной теории нельзя было создать учение об ионах, а без понимания ионного состояния материи нельзя было разрабатывать теорию электролитической диссоциации, а без нее — понять истинный смысл аналитических реакций, а затем понять роль иона как комплексообразователя и т. д.

Разработка проблем органической химии привела к созданию учения о замещении, теории типов, учения о гомологии и валентности. Открытие изомерии выдвинуло важнейшую задачу — изучить зависимость физико-химических свойств соединений от их состава и строения. Исследования изомеров наглядно показали, что физические и химические свойства веществ зависят не только от расположения атомов в молекулах.

К середине XIX века на основе учения о химическом соединении и химических элементах, на базе атомно-молекулярной теории оказалось возможным создать теорию химического строения и открыть периодический закон химических элементов. Во второй половине XIX века происходит постепенное превращение химии из описательной науки, изучающей химические элементы, состав и свойства их соединений, в теоретическую науку, исследующую причины и механизм превращения веществ. Стало возможным управлять химическим процессом, преобразовывая вещества, природные и синтетические, в полезные продукты. К концу XIX века были получены и изучены десятки тысяч новых органических и неорганических веществ. Открыты фундаментальные законы и созданы обобщающие теории. Достижения химической науки внедрялись в промышленность. Были построены и хорошо оборудованы химические лаборатории и физико-химические институты.

Химия принадлежит к той категории наук, которые своими практическими успехами способствовали повышению благосостояния человечества. В настоящее время развитие химии имеет ряд характерных черт. Во-первых, это размывание границ между основными разделами химии. Например, ныне можно назвать тысячи соединений, которые нельзя однозначно причислить к органическим или неорганическим. Во-вторых, развитие исследований на стыке физики и химии породило большое число специфических работ, которые в итоге сформировались в самостоятельные научные дисциплины. Достаточно назвать, например, термохимию, электрохимию, радиохимию и т. д. В то же время «расщепление >> химии шло и по объектам исследования. На этом направлении возникли дисциплины, изучающие:

1) отдельные совокупности химических элементов (химия легких элементов, редкоземельных элементов).

2) отдельные элементы (например, химия фтора, фосфора и кремния).

3) отдельные классы соединений (химия гидридов, полупроводников).

4) химия особых групп соединений, куда относится элементарная и координационная химия.

В-третьих, для химии партнерами для интеграции явилась биология, геология, космология, что привело к рождению биохимии, геохимии и т. д. Произошел процесс «гибридизации».

Одной из важных задач современной химии является предсказание условий синтеза веществ с заранее заданными свойствами и определение их физических и химических параметров.

Репозиторий ВГУ

Охарактеризуем основные направления современной химии. Химию принято подразделять на пять разделов: неорганическая, органическая, физическая, аналитическая и химия высокомолекулярных соединений.

Основными задачами неорганической химии являются: изучение строения соединений, установление связи строения со свойствами и реакционной способностью. Также разрабатываются методы синтеза и глубокой очистки веществ. Большое внимание уделяется кинетике и механизму неорганических реакций, их каталитическому ускорению и замедлению. Для синтезов все чаще применяют методы физического воздействия: сверхвысокие температуры и давления, ионизирующее излучение, ультразвук, магнитные поля. Многие процессы проходят в условиях горения или низкотемпературной плазмы. Химические реакции часто сочетают с получением волокнистых, слоистых и монокристаллических материалов, с изготовлением электронных схем.

Неорганические соединения применяются как конструкционные материалы для всех отраслей промышленности, включая космическую технику, как удобрение и кормовые добавки, ядерное и ракетное топливо, фармацевтические материалы.

Органическая химия — наиболее крупный раздел химической науки. Если число известных неорганических веществ насчитывает около 5 тыс., то еще в начале 80-х было известно более 4 млн органических веществ. Общепризнано огромное значение химии полимеров. Так, еще в 1910 году СВ. Лебедев разработал промышленный способ получения бутадиена, а из него каучука.

В 1936 году У. Карозерс синтезирует «найлон», открыв новый тип синтетических полимеров — полиамиды. В 1938 году Р. Планкет случайно открывает тефлон, создавший эпоху синтеза фторполимеров с уникальной термостабильностью, создаются «вечные» смазочные масла (пластмассы и эластомеры), широко используемые космической и реактивной техникой, химической и электротехнической промышленностью. Благодаря этим и многим другим открытиям из органической химии выросла химия высокомолекулярных соединений (или полимеров).

Начавшиеся в 30-40-е годы широкие исследования фосфорорганических соединений (А.Е. Арбузов) привели к открытию новых типов физиологически активных соединений — лекарственных препаратов, отравляющих веществ, средств защиты растений и др.

Химия красителей практически дала начало химической индустрии. Например, химия ароматических и гетероциклических соединений создала первую отрасль химической промышленности, продукция которой ныне превосходит 1 млрд тонн, и породила новые отрасли — производство душистых и лекарственных веществ.

Проникновение органической химии в смежные области — биохимию, биологию, медицину, сельское хозяйство — привело к изучению свойств, установлению структуры и синтезу витаминов, белков, нуклеиновых кислот, антибиотиков, новых ростовых средств и средств борьбы с вредителями.

Ощутимые результаты дает применение математического моделирования. Если нахождение какого-либо фармацевтического препарата или инсектицида требовало синтеза 10-20 тыс. веществ, то с помощью математического моделирования выбор делается лишь в результате синтеза нескольких десятков соединений.

Роль органической химии в биохимии трудно переоценить. Так, в 1963 году В. Виньо синтезировал инсулин, также были синтезированы окситоцин (пептидный гормон), вазопрессин (гормон обладает антидиуретическим действием), брадикикин (обладает сосудорасширяющим действием). Разработаны полуавтоматические методы синтеза полипептидов (Р. Мерифилд, 1962).

Вершиной достижений органической химии в генной инженерии явился первый синтез активного гена (Х. Корана, 1976). В 1977 году синтезирован ген, кодирующий синтез человеческого инсулина, а в 1978-м — ген сомато-статина (способен угнетать секрецию инсулина, пептидный гормон).

Репозиторий ВГУ

Физическая химия объясняет химические явления и устанавливает их общие закономерности. Физическая химия последних десятилетий характеризуется следующими чертами. В результате развития квантовой химии (использует идеи и методы квантовой физики для объяснения химических явлений) многие проблемы химического строения веществ и механизма реакций решаются на основании теоретических расчетов. Наряду с этим широко используются физические методы исследования — рентгеноструктурный анализ, дифракция электронов, спектроскопия, методы, основанные на применении изотопов и др.

Аналитическая химия рассматривает принципы и методы изучения химического состава вещества. Включает количественный и качественный анализ. Современные методы аналитической химии связаны с необходимостью получения полупроводниковых и других материалов высокой частоты. Для решения этих задач были разработаны чувствительные методы: активационный анализ, химико-спектральный анализ и др.

Активационный анализ основан на измерении энергии излучения и периодов полураспада радиоактивных изотопов, образующихся в исследуемом веществе при облучении его ядерными частицами.

Химико-спектральный анализ состоит в предварительном выделении определяемых элементов из пробы и в получении их концентрата, который анализируют методами эмиссионного спектрального анализа (метод элементного анализа по атомным спектрам испускания). Эти методы позволяют определить 10~7-10~8 % примесей.

Биология

Биологией называется совокупность наук о живой природе. За последние десятилетия в биологии применяются понятия и методы физики и химии. Поэтому, наряду с такими «чистыми» биологическими науками, как ботаника — наука о растениях, зоология — наука о животных, микробиология — наука о микроорганизмах, генетика — наука о законах наследственности и изменчивости организмов, в систему наук, в целом составляющих биологию, вошли биофизика, биохимия, молекулярная биология.

Поскольку объектом изучения биологии является живая природа, естественно возникает вопрос: что следует понимать под словом «жизнь»? Общим ответом на этот вопрос является: жизнь есть одна из форм существования материи. Но появляется второй вопрос: в чем особенности этой формы существования материи? На этот вопрос, по-видимому, нельзя дать столь же короткий ответ, как на предыдущий, — жизнь характеризуется рядом важнейших признаков. Живой организм должен быть способен к обмену веществ (метаболизму), т. е. быть в состоянии усваивать извне определенные вещества (например, пищу, кислород), подвергать их химической переработке, выделять вовне ненужные ему продукты. Он должен быть также способен к воспроизводству себе подобных, причем так, чтобы в данном воспроизводстве сохранялся биологический вид. Живой организм также должен быть в состоянии регулировать свои функции, приспосабливая их к изменениям среды, различным видам движения и к другим условиям.

Но не всегда легко определить применительно к некоторым объектам, можно ли их отнести к живым организмам или нет. Речь идет, например, о вирусах — мельчайших неклеточных частицах, состоящих из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки, способных вызывать болезни у растений, животных и человека (например, оспу, корь, грипп, полиомиелит, чуму рогатого скота, птиц, бешенство и др.).

Говоря о живых организмах, необходимо отметить, что все они состоят из клеток. Известные сегодня клетки очень разнообразны. Например, их размеры, как правило, колеблются от 1 мкм до 1 м. Существуют одноклеточные организмы, например, бактерии. И наоборот, многие состоят из очень большого числа клеток. Например, организм человека состоит приблизительно из 500 000 миллиардов (5*1014) клеток. Клетки имеют очень тонкую клеточную мембрану, так называемую цитоплазму и ядро. Клеточная (плазматическая) мембрана участвует в регуляции обмена веществ между клеткой и средой,

Репозиторий ВГУ

цитоплазма — внеядерная часть белка клетки, ядро — часть клетки, управляющая синтезом белка.

Как по своему строению и размерам, так и по исполняемым функциям клетки также очень разнообразны. Их разделяют, в частности, на клетки, составляющие тело (соматические), и клетки, служащие для размножения. В организме человека среди огромного числа клеток существуют клетки мышц, стенок кровеносных сосудов, соединительных тканей, нервов (некоторые из них имеют длину около 1 м; например, клетка, соединяющая концы пальцев ног со спинным мозгом), кожи. Красные тельца крови — эритроциты также являются клетками; их в организме человека имеется около 25 млрд.

В состав организма человека входят также кости, образованные костеобразующими клетками и состоящие из фосфата кальция, а также из белка коллагена. В теле человека имеется жидкость: кровь (около 5 л), лимфа, обеспечивающая обмен веществ между кровью и тканями организма, и др.

Белки являются основной частью организма всех растений и животных, в том числе и человека. В состав белков входят аминокислоты. Растения и большинство микроорганизмов сами синтезируют их в своем организме. Что касается животных и человека, то они не могут синтезировать 20 аминокислот примерно из 150. Поэтому эти 20 аминокислот называются незаменимыми, и животные должны получать их с пищей.

Для жизнедеятельности человека особенно важными являются 9 незаменимых аминокислот. Все остальные необходимые организму человека аминокислоты могут вырабатываться самим организмом. Очень важным ингредиентом пищи является белок казеин — основной белок молока. Из казеина (из молока) организм человека может получать все необходимые ему незаменимые аминокислоты.

Большое значение для деятельности живого организма имеют ферменты — катализаторы химических реакций, протекающих в организме. В 1857 году основоположник современной микробиологии и иммунологии, известный французский ученый Луи Пастер (1822-1925) отверг теорию «самозарождения» микроорганизмов, изучил процесс брожения, играющий огромную роль в круговороте веществ в природе и в жизнедеятельности микробов. Пастер занимался инфекционными заболеваниями и достиг большого успеха в их лечении и профилактике. Было установлено, что ферменты (их называют также энзимами), присутствующие во всех живых клетках, представляют собой белки (очень большие молекулы), могущие существовать в кристаллической форме, чаще всего образуются в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Для нормальной жизнедеятельности живых организмов требуется в небольших количествах еще один вид органических соединений — витамины, участвующие в обмене веществ. Большинство витаминов человек получает с пищей, некоторые образуются в организме.

Современная биология основывается на тех достижениях, которые были сделаны в этой науке во второй половине века: создание Ч. Дарвином эволюционного учения, основополагающие работы К. Бернара в области физиологии, основополагающие исследования Л. Пастера, Р. Коха и И.И. Мечникова в области микробиологии и иммунологии, работы И.М. Сеченова и И.И. Павлова в области высшей нервной деятельности и, наконец, блестящие работы Г. Менделя, хотя и не получившие известности до начала

века, но уже выполненные их выдающимся автором. XX век является продолжением не менее интенсивного прогресса в биологии. В 1900 году голландским ученым-биологом, одним из основателей учения об изменчивости и эволюции, Х. де Фризом (1848-1935), немецким ученым-ботаником К.Э. Корренсом (1864-1933) и австрийским ученым Э. Чермак-Зейзенеггом (1871-1962) независимо друг от друга и почти одновременно вторично были открыты и стали всеобщим достоянием законы наследственности, установленные Менделем.

Развитие генетики после этого происходило быстро. Был принят принцип дискретности в явлениях наследственности, открытый еще Менделем; опыты по изучению

Репозиторий ВГУ

закономерностей наследования потомками свойств и признаков родителей были значительно расширены. Было принято понятие «ген», введенное, как уже говорилось, известным датским биологом Вильгельмом Людвигом Иогансоном (1857-1927) в 1909 году и означающее единицу наследственного материала, ответственного за передачу по наследству определенного признака.

Утвердилось понятие хромосомы как структурного ядра клетки, содержащего дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) — высокомолекулярное соединение, носитель наследственных признаков.

Дальнейшие исследования показали, что ген является определенной частью ДНК и действительно носителем только определенных наследуемых свойств, в то время как ДНК - носитель всей наследственной информации организма.

Развитию генетики способствовали в большой мере исследования известного американского биолога, одно из основоположников этой науки, Томаса Ханта Моргана (1866-1945), и его учеников, которым удалось определить расположение генов в хромосомах плодовой мушки дрозофилы (Drosophila), на которой они проводили опыты.

Важно отметить, что все клетки данного организма (в том числе, разумеется, и половые) имеют один и тот же набор генов, что сохраняет устойчивость организмов при размножении, а при делении клеток происходит также удвоение молекул ДНК.

Уже упоминавшийся выдающийся американский ученый Морган сформулировал хромосомную теорию наследственности. Большинство растительных и животных организмов являются диплоидными, т. е. их клетки (за исключением половых) имеют наборы парных хромосом, однотипных хромосом от женского и мужского организмов. Хромосомная теория наследственности сделала более понятными явления расщепления в наследовании признаков.

Важным событием в развитии генетики стало открытие мутаций — возникающих внезапно изменений в наследственной системе организмов и потому могущих привести к устойчивому изменению свойств гибридов, передаваемых и далее по наследству. Своим возникновением мутации обязаны либо случайным в развитии организма событиям (их обычно называют естественными или спонтанными мутациями), либо искусственно вызываемым воздействиям (такие мутации часто именуют индуцированными). Все виды живых организмов (как растительных, так и животных) способны мутировать, т. е. давать мутации. Это явление — внезапное возникновение новых, передающихся по наследству свойств — известно в биологии давно. Однако систематическое изучение мутаций было начато уже известным читателю голландским ученым Хуго де Фризом, установившим и сам термин «мутации». Было обнаружено, что индуцированные мутации могут возникать в результате радиоактивного облучения организмов, а также могут быть вызваны воздействием некоторых химических веществ.

Следует отметить первооткрывателей всего того, что связано с мутациями. Советский ученый-микробиолог Георгий Адамович Надсон (1867-1940) вместе со своими коллегами и учениками установил в 1925 году воздействие радиоизлучения на наследственную изменчивость у грибов. Известный американский генетик, Герман Джозеф Меллер (1890-1967), работавший в течение 1933-1937 годов в СССР, обнаружил в 1927 году в опытах с дрозофилами сильное мутагенное действие рентгеновских лучей. В дальнейшем было установлено, что не только рентгеновское, но и любое ионизированное облучение вызывает мутации.

Советские ученые-генетики Максим Николаевич Мейсель (р. 1901), Владимир Владимирович Сахаров (1902-1969), Михаил Ефимович Лобашев (1907-1971) обнаружили в период 1928-1934 годов мутагенное воздействие на организмы некоторых химических веществ. Эти работы были успешно продолжены советским ученым-генетиком Иосифом Абрамовичем Рапопортом (р. 1912) и другими советскими и иностранными учеными.

Достижения генетики (и биологии в целом) за прошедшее после выхода в свет книги Дарвина «Происхождение видов» время так значительны, что было бы удивительно, если бы

Репозиторий ВГУ

все это никак не повлияло на дарвиновскую теорию эволюции. Два фактора: изменчивость и наследственность, которым Дарвин придавал большое значение, получили более глубокое толкование.

Изменчивость растительного или животного организма может быть достигнута двумя путями: либо непосредственным воздействием внешней среды, в результате которого наследственный аппарат организма не изменяется, либо посредством мутаций, характерных тем, что они вызывают изменения наследственного аппарата (генов, хромосом), и поэтому происходящие в этом случае изменения организма являются наследственными.

Итак, дальнейшее развитие биологии и входящей в нее составной частью генетики, во-первых, еще более укрепило дарвиновскую теорию эволюции живого мира и, во-вторых, дало более глубокое толкование (соответствующее достигнутым успехам в биологии) понятиям изменчивости и наследственности, а следовательно, всему процессу эволюции живого мира. Более того, можно сказать, что успехи биологии выдвинули эту науку в ряды лидеров естествознания, причем наиболее поразительные ее достижения связаны с изучением процессов, происходящих на молекулярном уровне.

Прогресс в области изучения макромолекул до второй половины нашего века был сравнительно медленным, но благодаря, как уже говорилось, технике физических методов анализа, скорость его резко возросла. На основе полученных данных о структуре вещества удалось воссоздать строение ряда белков и полипептидных гормонов, а также синтезировать некоторые менее сложные вещества. Химия белков, которая несколько лет назад казалась мало обещающей областью, сегодня выдвинулась на передний край науки, а раскрытие структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) послужило началом интенсивных исследований в химии и биологии. Являясь носителем и передатчиком наследственных качеств и играя основную роль в синтезе клеточных белков, нуклеиновые кислоты образуют группы веществ, важность которых трудно переоценить.

Уже к началу 40-х годов в распоряжении ученых имелись надежные методы выделения и фракционирования биополимеров.

У. Астбери ввел в науку термин «молекулярная биология» и провел основополагающие исследования белков и ДНК. Хотя в 40-е годы почти повсеместно господствовало мнение, что гены представляют собой особый тип белковых молекул, в 1944 году О. Эвери, К. Маклеод и М. Маккарти показали, что генетические функции в клетке выполняет не белок, а ДНК. Установление генетической роли нуклеиновых кислот имело решающее значение для дальнейшего развития молекулярной биологии, причем было показано, что эта роль принадлежит не только ДНК, но и РНК (рибонуклеиновой кислоте).

40-е годы ознаменовались коренным изменением взгляда на структуру нуклеиновых кислот; до этого предполагалось, что все кислоты построены из одинаковых тетра-нуклеотидных блоков и поэтому лишены специфичности. Отказ от этого представления произошел в результате детального исследования структуры нуклеиновых кислот, в которых первые крупные достижения принадлежали Д. Гуланду (Англия) и Э. Чаргаффу (США). Чаргаффу в 1949-1951 годах удалось показать, что нуклеиновые кислоты обладают специфичностью, т. е. что кислоты, полученные из разных биологических источников, различаются по своему составу.

Результаты, полученные Чаргаффом, создали предпосылку расшифровки молекулы ДНК, которую произвели в 1953 году Ф. Крик (Англия) и Д. Уотсон (США).

Уотсону и Крику удалось построить модель молекулы ДНК, напоминающую двойную спираль. Если эту спираль развернут на плоскость, то полученная структура будет напоминать лестницу. Таким образом, оказалось, что строение одной ветви молекулы ДНК целиком определяет строение другой ветви, поскольку последовательность оснований, примыкающих к одной из направляющих, однозначно определяет последовательность оснований, примыкающих к другой направляющей. Это важное свойство молекулы ДНК, названное комплиментарностью (дополнительностью), определяет генетическую функцию молекулы.

Репозиторий ВГУ

Для дальнейшего процесса становления молекулярной биологии большое значение имела работа по расшифровке механизмов репликации ДНК и транскрипции. Уотсон и Крик предположили, что репликация (воспроизведение) молекулы происходит следующим образом: двойная спираль раскручивается, и составляющие ее нити расходятся, разделяясь в местах соединения оснований. Затем на каждой из нитей в соответствии с правилами комплиментарности образуется новая молекула. В 1957 году американский биохимик А. Кронберг провел биосинтез ДНК с помощью репликации, подтвердив тем самым гипотезу Крика и Уотсона. Для того чтобы осуществить этот процесс, Кронбергу понадобилось выделить фермент, катализирующий его. За открытие этого фермента — полимеразы — и синтез ДНК Кронберг в 1959 году получил Нобелевскую премию по медицине (он разделил ее с С. Очоа, который провел биосинтез РНК).

Генетическая информация кодируется в ДНК с помощью четырех символов (оснований), располагающихся в определенной последовательности. Однако, поскольку существует 20 основных белковых аминокислот, следующей задачей было выяснить, каким образом запись на четырехбуквенном алфавите в ДНК переводится в запись на двадцатибуквенном алфавите в белках.

Решающий вклад в решение этой проблемы был сделан Г.А. Гамовым в 1954 году. Он предположил, что каждая аминокислота кодируется сочетанием из трех нуклеотидов (нуклеотид представляет собой элементарный мономер ДНК, состоящий из сахара, фосфата и основания). Доказательство этого предположения было получено лишь в 1961 году в результате работ Ф. Крика, Л. Барнета, С. Бреннера и Р. Ваттс-Тобина (Великобритания), а также работ М. Нирнберга и Дж. Маттеи (США).

К началу 60-х годов уже сложилось четкое понимание основных процессов передачи информации в клетке при синтезе белка. К понятию репликации прибавились понятия транскрипции и трансляции. При раздвоении молекулы ДНК последовательность ее оснований переводится в комплиментарную последовательность оснований информационной РНК (РНК, как и ДНК, построена с помощью четырех оснований, лишь вместо тимина в ней используется урацил — вещество, близкое ему по свойствам). Этот процесс передачи информации от гена матричной РНК называется транскрипцией. Затем РНК перемещается из ядра в цитоплазму, где она соединяется с рибосомой — субмикроскопической структурой, в которой происходит белковый синтез. В рибосоме происходит считывание генетической информации, т. е. последовательность оснований, содержащихся в РНК, приводится в последовательность аминокислот. Этот процесс называется трансляцией. Аминокислоты захватываются небольшими участками транспортной РНК и переносятся в нужное место к информационной РНК, находящейся в рибосоме. Для каждой аминокислоты есть своя транспортная РНК, состоящая приблизительно из 80 нуклеотидов. Так как насчитывается 20 аминокислот, то существует 20 транспортных РНК, каждая из которых соответствует кодону — тройке нуклеотидов в кодовой последовательности информационной (матричной) РНК. Когда все кодовые элементы информационной РНК соответствуют своим дополнительным элементам, аминокислоты располагаются в требуемом порядке, соединяясь через пептидные связи в цепь. Образовавшийся белок сходит с матрицы и процесс повторяется.

Наряду с изучением нуклеиновых кислот и процессом синтеза белка в молекулярной биологии большое значение с самого начала имели исследования структуры и свойств самих белков.

Параллельно с расшифровкой аминокислотного состава белков проводились исследования их пространственной структуры. Среди важнейших достижений этого направления следует назвать теорию спирали, разработанную в 1951 году Э. Полингом и Р. Кори. Согласно этой теории, полипептидная цепь белка не является плоской, а свернута в спираль, характеристики которой были также определены. Крупным достижением 50-х годов было определение пространственной структуры миоглобина (Дж. Кендрью) и гемоглобина (М. Перутц).

Репозиторий ВГУ

После проблемы специфичности белкового синтеза на первом месте в молекулярной биологии оказалась проблема регуляции синтеза белков, или, что то же самое, регуляции активности генов.

В 1961 году французские биохимики Ф. Жакоб и Ж. Моно предложили схему регуляции активности генов, которая сыграла исключительную роль в понимании регуляторных механизмов вообще. Согласно схеме Жакоба и Моно, в ДНК кроме структурных (информационных) генов имеются еще гены-регуляторы и гены-операторы. Эти виды генов особым образом влияют на работу структурного гена.

Несмотря на молодость молекулярной биологии, успехи, достигнутые ею в этой области, ошеломляющи. За сравнительно короткий срок были установлены природа гена и основные принципы его организации, воспроизведения и функционирования. Полностью расшифрован генетический код, выявлены и исследованы механизмы и главные пути образования белка в клетке. Полностью определена первичная структура многих транспортных РНК — специфических молекул-адаптеров, осуществляющих перевод языка нуклеиновых матриц на язык аминокислотной последовательности синтезирующегося белка. Установлены основные принципы организации разных субклеточных частиц, многих вирусов, и разгаданы пути их биогенеза в клетке.

Другое направление молекулярной генетики — исследование мутации генов. Современный уровень знаний позволяет не только понять эти тонкие процессы, но и использовать их в своих целях. Разрабатываются методы генной инженерии, позволяющие внедрить в клетку желаемую генетическую информацию. В 70-е годы появились методы выделения в чистом виде фрагментов ДНК с помощью электрофореза.

Транспортным средством переноса генетической информации в клетку стал вирус. Явление трансдукции — переноса генов из одной клетки в другую с помощью вирусов — изучали еще с 50-х годов.

Появилась возможность изучать распределение нуклеотидов в определенном гене или получать нужный белок. Для этого создается рекомбинантная ДНК, которая возникает, когда ДНК одного организма внедряется в клетки другого. Так, в 80-е годы были разработаны интерфероны — белки, способные подавлять размножение вирусов. Были выбраны наиболее подходящие для переноса гены и мобильные участки ДНК. Например, культурным растениям вводят гены, повышающие их иммунитет и устойчивость. Барбара Макклинток при изучении генетики кукурузы обнаружила в ее геноме один подвижный ген, отвечающий за цвет початка. Подвижные (мобильные) гены представляют собой структурно и генетически дискретные фрагменты ДНК, способные перемещаться по геному клеток. Механизм перемещения фрагментов ДНК по геному до конца не выяснен. Встраиваясь в различные участки хромосом, они вносят в геном факторы нестабильности и изменчивости, что, возможно, определяет их важную роль в эволюции.

В 1981 году процесс выделения генов и получения из них различных цепей был автоматизирован. Генная инженерия в сочетании с микроэлектроникой предвещают возможности управлять живой материей почти так же, как неживой.

В последнее время в средствах массовой информации активно обсуждаются опыты по клонированию и связанные с этим нравственные, правовые и религиозные проблемы. Еще в 1943 году журнал «Сайенс» сообщил об успешном оплодотворении яйцеклетки в пробирке. Далее события развивались следующим образом.

1953 год — Р. Бриге и Т. Кинг сообщили об успешной разработке метода переноса ядра клетки в гигантские икринки африканской шпорцевой лягушки «ксенопус».

1973 год — профессор Л. Шетлз из Колумбийского университета в Нью-Йорке заявил, что он готов произвести на свет первого «бэби из пробирки», после чего последовали категорические запреты Ватикана и пресвитерианской церкви США.

1975 год — закончилась публикация серии статей о работах профессора зоологии Оксфордского университета Дж. Гердона, в ходе которых было клонировано более полусотни лягушек. Из их икринок удалялись ядра, после чего в оставшийся

Репозиторий ВГУ

«цитоплазматический мешок» пересаживалось ядро соматической клетки. Впервые в истории науки на место гаплоидного ядра яйцеклетки с одинарным набором хромосом было внесено диплоидное ядро соматической клетки с двойным числом носителей генетической информации.

1979 год — рождение в Англии Луизы Браун, первого ребенка «из пробирки».

1981 год — Шетлз получает три клонированных эмбриона (зародыша) человека, но приостанавливает их развитие.

1985 год — 4 января в одной из клиник северного Лондона родилась девочка у миссис Коттон — первой в мире суррогатной матери, не являющейся матерью биологической (то есть «бэби Коттон», как назвали девочку, была зачата не из яйцеклетки миссис Коттон). Был вынесен парламентский запрет на эксперименты с человеческими эмбрионами старше четырнадцати дней.

1987 год — специалисты Университета им. Дж. Вашингтона, использовавшие специальный фермент, сумели разделить клетки человеческого зародыша и клонировать их до стадии тридцати двух клеток (бластов, бластомеров), после чего зародыши были уничтожены. Тогдашняя американская администрация пригрозила лишить лаборатории дотаций из федеральных фондов, если в них будут проводиться подобные опыты.

1990 год — 7 марта журнал «Нейчур» помещает первую статью коллектива авторов из института Рослин в Эдинбурге, которые сообщили о рождении пяти ягнят, полученных без участия барана: в цитоплазматические мешки яйцеклеток были перенесены ядра культуры эмбриональных клеток, полученных от другого зародыша. Администрация Билла Клинтона еще раз подтверждает свое намерение лишать поддержки федеральных фондов всех, кто вознамерится экспериментировать с человеческими эмбрионами. Так был лишен субсидии исследователь из Университета им. Дж. Вашингтона, осуществлявший анализ пола зародыша и анализ дефектных генов на стадии восьми клеток.

1994 год — 27 февраля «Нейчур» поместил на своей обложке — на фоне микрофотографии яйцеклетки — знаменитую овечку Долли, родившуюся в том же институте Рослин в Эдинбурге. В конце июня Клинтон направил в Конгресс законопроект, запрещающий «создавать человеческое существо путем клонирования и ядерного переноса соматических клеток».

1996 год — в самом конце декабря журнал «Сайенс» сообщил о рождении шести овец, полученных по рослин-скому методу. Три из них, в том числе и овечка Полли, несли человеческий ген «фактора IX», или кровоостанавливающего белка, который необходим людям, страдающим гемофилией, то есть несвертываемостью крови.

1997 год — чикагский физик Сиди объявляет о создании лаборатории по клонированию людей: он утверждает, что отбоя от клиентов у него не будет.

1998 год, начало марта — французские ученые объявили о рождении клонированной телочки.

Все это открывает уникальные перспективы для человечества.

Клонирование органов и тканей — это задача номер один в области трансплантологии, травматологии и других областях медицины и биологии. При пересадке клонированного органа не надо думать о подавлении реакции отторжения и возможных последствиях в виде рака, развившегося на фоне иммунодефицита. Клонированные органы станут спасением для людей, попавших в автомобильные аварии или какие-нибудь иные катастрофы, или для людей, которым нужна радикальная помощь из-за заболеваний пожилого возраста (изношенное сердце, больная печень и т. д.).

Самый наглядный эффект клонирования — дать возможность бездетным людям иметь своих собственных детей. Миллионы семейных пар во всем мире страдают, будучи обреченными оставаться без потомков.

Далее. Клонирование поможет людям, страдающим тяжелыми генетическими болезнями. Если гены, определяющие какую-либо подобную болезнь, содержатся в хромосомах отца, то в яйцеклетку матери пересаживается ядро ее собственной соматической

Репозиторий ВГУ

клетки — и тогда появится ребенок, лишенный опасных, генов, точная копия матери. Если эти гены содержатся в хромосомах матери, то в ее яйцеклетку будет перемещено ядро соматической клетки отца — появится здоровый ребенок, копия отца.

Расшифровка генетического кода

Расшифровка генетического кода была одним из самых выдающихся научных открытий XX века.

Самым трудным в проблеме кода было понять то, что код существует. На это потребовалось целое столетие. Когда это поняли, то для того чтобы разобраться в деталях, хватило каких-нибудь десяти лет.

Проблема генетического кода — это ключевая проблема. В конце 50-х — начале 60-х годов она приковывала к себе внимание многих ученых. В широком смысле генетический код — это способ записи генетической информации в последовательностях нуклеиновых кислот (ДНК или РНК) о структуре полепептидов (белков).

Развитие проблемы генетического кода прошло несколько этапов. Предтечами этой проблемы можно считать многих выдающихся исследователей. В частности, Н.К. Кольцов (1927,1935) предложил в общей форме идею молекулы-гена и матричный принцип ее дублирования. Э. Шрёдингер (1944) сформулировал необходимость кодирования генетической информации в структуре генов-молекул. П. Колдуэлл и С. Хиншельвуд (1950) предложили идею матричного синтеза белков на ДНК. А. Дауне (1952) сформулировал гипотезу о синтезе белков на РНК.

Научные представления о генетическом коде как о реальной проблеме эксперимента и теории были сформулированы Г.А. Гамовым сразу же после обоснования Дж. Уотсоном и Ф. Криком (1953) модели строения двойной спирали ДНК. Первый этап изучения проблемы (1953-1961) можно назвать гипотетическим. Из модели Уотсона— Крика вытекало представление о линейной последовательности ДНК (некий текст), построенной из четырех типов нуклеотидов (A, T, G и C — четыре символа алфавита). Но кодируемые белки тоже имеют линейную первичную структуру (некий текст), построенную из 20 типов канонических аминокислот (алфавит из 20 символов). Поэтому Г.А. Гамов (1954) сразу же сформулировал идею генетического кода в конкретном смысле — как соответствие двух текстов, записанных при помощи двух разных алфавитов. Кроме того, он предложил использовать технические средства криптографии (расшифровки неизвестных кодов) для решения центральной проблемы генетики.

Генетический код сразу же приобрел облик великой загадки природы, ребуса для остроумных. Многие сотни математиков, физиков, химиков, биологов, включая Г.А. Гамова, Ф. Крика и др., предложили гипотетические варианты генетического кода, которые представляют теперь лишь исторический интерес. Реальный код оказался совсем иным.

Научными результатами первого этапа можно считать: 1) постановку проблемы генетического кода; 2): формирование понятий линейного текста для нуклеиновых кислот и белков, генетической информации, записанной в этих текстах при помощи символов алфавита; 3) представление о матричной роли РНК в трансляции; 4) понятие о кодонах и доказательство их неперекрывания; 5) предположение о триплетности кодонов и коллинеарности гена и белка, доказанное лишь в дальнейшем; и т. д.

Второй этап (1961-1966) можно назвать экспериментальным, так как в этот период генетический код был расшифрован в прямом эксперименте.

Третий этап изучения проблемы генетического кода (после 1966 года) связан с углубленным исследованием молекулярных механизмов кодирования, системных свойств генетического кода: симметрии, регулярности, помехоустойчивости, универсальности, а также путей его возникновения и эволюции.

В результате исследований геномов сформулированы специфические задачи, созданы методы, компьютерные программы, роботы, особый и изощренный математический аппарат. Тем самым заложены основы новой науки, названной «геномикой». Только что вышел в свет

Репозиторий ВГУ

первый учебник для вузов, написанный Чарлзом Кэнтором и Кассандрой Смит, так и названный «Геномика».

При расшифровке последовательностей нуклеотидов геномов просто устроенных бактерий и вирусов генетикам удалось с точностью до одного нуклеотида определить их последовательность в ДНК. Затем настал черед многоклеточных организмов, суммарная длина ДНК в хромосомах которых была в десятки, сотни и даже сотни тысяч раз больше. В начале декабря 1998 года было объявлено об окончании секвенирования генома круглого червя Caenorhabditis elegans, первого многоклеточного животного. Однако сказать однозначно, что при этом удалось определить положение каждого нуклеотида в ДНК этой нематоды, нельзя. Да, было доказано, что геном C. elegans содержит 97 млн пар оснований и несет 19 099 генов (и ни одного больше!), но тем не менее 100 или чуть больше небольших по размеру отрезков (около сотни нуклеотидов каждый) остались нерасшифрованными. К ноябрю 1999 года это число неопределенностей уменьшилось — осталось около 70 неясных точек, но они пока ускользают от исследователей. Это связано частично с тем, что в данных точках есть зоны повторения нуклеотидов. Во время наработки копий этих участков с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) зоны повторяющихся нуклеотидов могут вести себя необычно: образовывать шпильки или изломы, нераспознаваемые или неправильно читаемые ДНК-полимеразами — ферментами, удваивающими (амплифицирующими) данные участки.

Другая причина неудач обусловлена тем, что иногда повторяющиеся участки просто невозможно размножить в бактериальных клетках (получить клоны этих участков), так как они обладают способностью убивать клетки, в которых их пытаются клонировать. Но в целом остающиеся неопределенности хотя и сильно раздражают исследователей, но столь малы, что не составляют и сотой доли процента от общей длины расшифрованной ДНК и ни в одном случае не включены в участки генов, а всегда сосредоточены в межгенном пространстве. Поэтому общепризнан успех в изучении генома С. Все до единого гена открыты, все функциональные участки (промотеры, другие рецепторные и важные в структурном отношении районы) секвенированы до последнего нуклеотида, точки генома, в которых расположены отрезки неопределенностей, известны.

Вопрос о точности изучения последовательностей ДНК стал особенно важным в отношении генома человека. В нашем геноме существует большое число повторов нуклеотидов. Кроме них в хромосомах есть теломеры, центромеры и зоны гетерохроматина, где секвенирование затруднено, так как нуклеопротеиды в них плотно сконденсированы: на сегодняшний день они попросту исключены из исследований. Участников программы это не очень беспокоит, дел и без того невпроворот.

Остается неясным, какой точности анализа надо достичь. Недавно все сходились на том, что ошибок не должно быть больше, чем одна на миллион нуклеотидов. Но добиться такой точности по всей длине генома трудно, и было заявлено, что в пределах генов частота ошибок не должна превышать 106, а в межгенных пространствах точность может быть и в сто раз меньше. Сейчас пришли к согласию, что для рабочего варианта генома в пределах генов будет достаточно такой точности, как 104.

К концу XX столетия геномы почти 50 видов были полностью секвенированы. Собранная информация разнообразна, порой необычна, но важна для будущего прогресса науки и промышленности. Вот один из примеров. Летом 1997 года была завершена пятилетняя работа 37 лабораторий (главным образом европейских — они расшифровали 60% генома; японских, секвенировавших 30% генома; одной корейской и двух американских лабораторий) над геномом бактерии Bacillus subtilis (ее ДНК содержит 4,2 Мб нуклеотидов и около 4 тыс. генов). Это был десятый по счету изученный организм, причем впервые была исследована грамположительная бактерия. К этому классу относятся такие патогены, как Staphylococcus aureus, вызывающий гнойные воспаления, стрептококки — источники воспаления среднего уха, пневмонии и менингитов. Помимо лучшего понимания процессов патогенности стали ясны структуры генов для многих ферментов, в том числе и

Репозиторий ВГУ

промышленно важных (теперь эти гены можно искусственно собирать из предшественников), были также секвенированы участки, в которые встроились ДНК бактериофагов, а также стало ясно, как именно эти пришельцы не только наносят вред клеткам, но иногда помогают им, придавая устойчивость к тяжелым металлам и токсинам.

Функциональная геномика

В последнее время важные для медицины и сельского хозяйства сведения о геномах получены в разных странах. Так, британские исследователи из Сэнгеровского центра и Института молекулярной медицины Оксфордского университета поли остью раскодировали из четырнадцати хромосом основного патогена, вызывающего смертные случаи при заболевании малярии Plasmodium falciparum. Секвенированы геномы большого числа микроорганизмов, вызывающих болезни человека.

Одним из неожиданных итогов геномики, существенных для будущего сельскохозяйственного производства, стало развитие нового направления, название которого в прямом переводе на русский звучит несколько неуклюже — питательная геномика. Известно, что многие сельскохозяйственные культуры несут недостаточное количество незаменимых для человека аминокислот (тех, которые не синтезируются в теле человека), микроэлементов, металлов, витаминов или, напротив, содержат вещества, в больших количествах вредные или даже опасные для человека. В последние десятилетия интерес врачей и диетологов к потреблению так называемой здоровой пищи, которая содержала бы сбалансированное количество всех нужных человеку ингредиентов пищи, небывало вырос. Практически на каждом пищевом продукте на Западе проставлены цифры, говорящие о том, какую долю от ежедневно рекомендованных норм потребления того или иного соединения приносит данный продукт. Сейчас установлено, во сколько раз необходимо увеличить потребление того или иного витамина и микроэлемента, чтобы понизить во столько-то раз риск раковых, сердечно-сосудистых, респираторных, обменных и иных заболеваний. На фоне этих успехов стало ясно, что изучение геномов растений, их метаболизма (целиком зависящего от определенных генов), разработка биотехнологических операций по переносу генов позволяют надеяться, что в ближайшее время, в считанные годы, ученые научатся получать растения с заранее выбранными свойствами в отношении их питательной ценности.

Расшифровка генома человека

Пожалуй, впервые в современной науке сложилась необычная ситуация, когда в работу над исключительно дорогостоящим и важным проектом включились индивидуальные исследователи, нашедшие себе мощных спонсоров и создавшие серьезную конкуренцию учреждениям и университетам, финансируемым правительствами нескольких стран. Первоначально (в 1988 году) средства на изучение генома человека выделило Министерство энергетики США, и одним из руководителей программы «Геном человека» стал профессор Чарлз Кэнтор.

В 1990 году Нобелевский лауреат Джеймс Уотсон начал лоббирование конгресса США, и вскоре конгресс распорядился выделить сразу сотни миллионов долларов на изучение генома человека. Эти средства были добавлены к бюджету Министерства здравоохранения, оттуда они перетекли в ведение дирекции сети институтов, объединенных под общим названием — Национальные институты здоровья (National Institutes of Health, сокращенно NIH). В составе NIH появился новый институт — Национальный институт исследования генома человека (NHGRI, директор Фрэнсис Коллинз).

В мае 1992 года ведущий сотрудник NIH Крэйг Вентер подал заявление об уходе и объявил о создании нового, частного исследовательского учреждения — Института геномных исследований (The Institute for Genomic Research, сокращенно — TIGR или ТИГР).

Ожидание гигантских прибылей от будущего внедрения результатов изучения геномов хорошо поняли не только в США. В ведущих странах Запада началась настоящая гонка в отношении вклада средств в исследования геномов. 3 мая 1999 года британский «Белком траст» (формально правительство Великобритании финансирует британскую часть проекта «Геном человека» через этот частный благотворительный фонд) добавил

Репозиторий ВГУ

дополнительно 100 млн фунтов стерлингов (примерно 167 млн долларов) нескольким английским лабораториям, занимающимся исследованиями генома человека, из них 77 млн долларов было выделено на 1999 год Сэнгеровскому центру в Кембридже. Этим шагом британский фонд постарался стимулировать своих соотечественников. Вскоре в Колд Спринг Харборской лаборатории под Нью-Йорком (где почетным президентом работает Джеймс Уотсон) за закрытыми дверьми состоялось заседание всех сторон, участвующих в международном проекте «Геном человека», после чего руководство проекта объявило, что «рабочий вариант» человеческого генома будет готов не к 2003, а в 2000 году.

Для того чтобы объяснить публике, как можно столь вольно манипулировать, казалось бы, строго продуманными научными планами, был использован следующий аргумент. Как уже было сказано, можно по-разному подходить к критериям точности секвенирования геномов. При первоначальном объявлении сроков завершения проекта в 2003 году предполагалось, что точность исследования генома составит 99,99%. Потом сроки подвинули, основываясь на том, что для биологов и медиков хватит и 90%-ной точности, зато отрапортовать о завершении генома можно будет к концу 2000 года.

Правда, американскому правительству, чтобы не отстать в гонке, пришлось пойти на серьезные дополнительные траты. Уже 15 марта дирекция NHGRI сообщила, что получила дополнительно 81,5 млн долларов на программу генома человека и что эти деньги будут немедленно распределены между тремя американскими центрами.

2 декабря 1999 года журнал «Nature» обнародовал данные, касающиеся крупного прорыва в исследовании генома человека: в основном усилиями английских ученых при активном участии других европейских, японских и американских лабораторий был завершен полный анализ одной из хромосом человека (правда, одной из самых маленьких) — хромосомы 22.

На этом гонка отнюдь не затихла. Как сообщил журнал «Science» со ссылкой на газету «Ля Монд» от 14 мая 1999 года, французское правительство решило в этот момент «впрыснуть» дополнительно 330 млн долларов на ближайшие три года в бюджет расположенного рядом с Парижем исследовательского центра генома в Иври. Этим шагом французское правительство хотело бы устранить свое отставание по сравнению с США и Великобританией и обеспечить себе возможность запатентовать достаточное количество наработок в этой области. Только тогда можно надеяться, что в будущем, когда результаты изучения генома человека будут внедрены в медицинскую и индустриальную практику, приток денег французским компаниям будет большим.

В июне 1999 года Германия, которая до этого выделяла явно недостаточно средств на исследования генома человека (всего 23 млн долларов в год начиная с 1996 года), изменила свой подход: на ближайшие пять лет было отпущено 550 млн долларов. В ноябре — декабре 1999 года стало ясно, что ученым удалось убедить правительство увеличить ежегодные траты на исследования генома человека до 280 млн долларов.

13 июля 1999 года об увеличении выделяемых средств на работу по секвенированию генома человека объявило правительство Японии. Вклад Японии в проект «Геном человека» составлял до этого небольшую величину (японские ученые к тому времени изучили не более 8% генома, средств было выделено недостаточно, хотя в последние три года ежегодные траты достигали 560 млрд иен и составили четверть средств, расходуемых в США). Теперь правительство Японии решило вложить в ближайшие пять лет 2 трлн иен (17 млрд долларов, или около 0,2% валового национального продукта Японии), что позволит японским ученым раскодировать до трети генома человека к 2001 году. Этот огромный по размерам план стал частью общих усилий по широкомасштабному развитию биотехнологии в стране. Для этого японское правительство решило расширить в ближайшие десять лет японский биотехнологический рынок в 25 раз, доведя масштаб ежегодных сделок на нем до 25 трлн иен (213 млрд доларов) и создав условия для возникновения около 1000 биотехнологических частных фирм к 2010 году.

Репозиторий ВГУ

То, что участвовавшая в начале создания международного проекта «Геном человека» Россия фактически приостановила свой вклад в него, можно рассматривать однозначно: Россия обрекает себя в этом отношении на скатывание на уровень второстепенных государств, обреченных на экономическую зависимость в будущем от тех, кто вложил средства в эту научную область.

Описание генома человека ученым удалось получить значительно раньше планировавшихся сроков (2005-2010 гг.). Уже в конце нового, XXI века были достигнуты сенсационные результаты в деле реализации указанного проекта. Оказалось, что в геноме человека — от 30 до 40 тысяч генов (вместо предполагавшихся ранее 80-100 тысяч). Это ненамного больше, чем у червяка (19 тысяч генов) или мухи-дрозофилы (13,5 тысяч). Однако, по словам директора Института молекулярной генетики РАН, академика Е. Свердлова, «сетовать на то, что у нас меньше генов, чем предполагалось, пока рано. Во-первых, по мере усложнения организмов один и тот же ген выполняет гораздо больше функций и способен кодировать большее количество белков. Во-вторых, возникает масса комбинаторных вариантов, которых нет у простых организмов. Эволюция весьма экономна: для создания нового занимается «перелицовкой» старого, а не изобретает все вновь. Кроме того, даже самые элементарные частицы, вроде гена, на самом деле невероятно сложны. Наука просто выйдет на следующий уровень познания».

Расшифровка генома человека дала огромную, качественно новую научную информацию для фармацевтической промышленности. Вместе с тем оказалось, что использовать это научное богатство фармацевтической индустрии сегодня не по силам. Нужны новые технологии, которые появятся, как предполагается, в ближайшие 10-15 лет. Именно тогда станут реальностью лекарства, поступающие непосредственно к больному органу, минуя все побочные эффекты. Выйдет на качественно новый уровень трансплантология, получит развитие клеточная и генная терапия, радикально изменится медицинская диагностика и т. д.

Нобелевская премия — творцам современной электроники

Королевская Академия наук Швеции присудила Нобелевскую премию по физике за 2000 год исследователям, чьи труды заложили основу современной информационной техники.

Премия делится на две части с вручением первой половины Жоресу Ивановичу Алфёрову, директору Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург/ Россия), и Герберту Крёмеру, профессору Калифорнийского института (Санта Барбара, Калифорния/ США), за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной и оптоэлектроники.

Вторая половина премии вручается Джеку С. Килби, главе исследовательского центра корпорации «Тексас Инструменте» (T1) (Даллас, Техас/ США), за вклад в создание интегральной схемы.

Обмен информацией в современном обществе происходит при помощи компьютеров по оптоволоконным кабелям через Интернет и мобильных телефонов спутниковой связи. Современные системы связи отвечают двум основным требованиям. Они обладают высоким быстродействием — большой объем информации можно передать за короткий промежуток времени. Аппараты пользователя стали настолько компактными, что умещаются не только на столе, но и в портфеле или даже в кармане. Весомый вклад в создание всей этой техники внесли работы трех физиков, нобелевских лауреатов этого года.

Жорес Иванович Алфёров и Герберт Крёмер открыли и усовершенствовали скоростные опто- и микроэлектронные компоненты на базе многослойных полупроводников, так называемых гетероструктур. Быстродействующие транзисторы, созданные на их основе, широко используются в системах спутниковой связи и в мобильных телефонах. Лазерные диоды, сконструированные по этой технологии, передают информационные потоки посредством оптоволоконных телефонных линий и сетей Интернета. Они работают в проигрывателях компакт-дисков, устройствах, считывающих товарные ярлыки в магазинах,

Репозиторий ВГУ

лазерных указках, дальномерах, теодолитах и во многих других приборах. На базе гетероструктурных технологий сконструированы мощные светоизлучающие диоды, которые применяются в качестве габаритных огней и стоп-сигналов автомобилей, в светофорах и маяках. В будущем лампочки накаливания и люминесцентные лампы уступят место гораздо более экономичным и долговечным светоизлучающим диодам.

Джек С. Килби работал над созданием компактных полупроводниковых приборов с начала 60-х годов. Его исследования привели к созданию интегральной схемы, получившей название «микросхемы» или «чипа» — устройства размером около сантиметра, содержащего тысячи транзисторов. Появление микросхемы привело к бурному развитию микроэлектроники, которая сегодня лежит в основе всей современной техники — от ручных часов до мировых систем связи. В качестве примера можно назвать мощные компьютеры и процессоры. Они собирают и обрабатывают информацию, контролируют работу множества механизмов — от стиральной машины и автомобиля до космических спутников и медицинского оборудования — компьютерного томографа и диагностических приборов на основе ядерного магнитного резонанса.

Можно смело утверждать, что без фундаментальных теоретических работ и экспериментальных исследований, проделанных за многие годы творцами современной электроники, вся наша жизнь была бы совсем другой.

Итоги уходящего столетия

На границе столетий всегда какая-то часть людей была озабочена поисками символов ушедшего времени. Вот и ныне — периодические издания дружно выделяют события, ставшие этапными и оказавшие влияние на жизнь человечества в прошедшие сто лет. Называют атомную бомбу, компьютеры и Интернет, открытие генетического кода и клонированную овечку. Если посмотреть повнимательнее и на прочие более мелкие события века, то все равно окажется, что, подводя итоги времен, люди выделяют прежде всего и чаще всего достижения науки и техники.

Известное приложение к «Независимой газете» — «НГ-Наука» в течение года проводила рейтинговые опросы читателей по четырем, как принято сегодня говорить, номинациям:

самые выдающиеся ученые столетия;

открытия и научные концепции (теории), в наибольшей степени повлиявшие на развитие цивилизации в XX в.;

наиболее значимые технологии и изобретения;

самые грандиозные реализованные технические (инженерные) проекты.

В результате, как и планировала «НГ-Наука», появился список — «Золотая сотня» науки и техники XX в., составленный по мнениям читателей.

Самые выдающиеся ученые столетия

Иван Павлов (теория условных и безусловных рефлексов).

Мария Склодовская-Кюри (работы по радиоактивности).

Николай Семенов (теория разветвленных химических реакций).

Отто Ган (деление ядра урана).

Альберт Эйнштейн (специальная и общая теория относительности).

Нильс Бор (теория строения атомов).

Макс Планк (квантовая теория).

Вольфганг Паули (принцип запрета в квантовой механике).

Вернер Гейзенберг (квантовая механика).

Поль Дирак (квантовая механика).

Энрико Ферми (ядерная и нейтронная физика).

Эдвард Теллер (ядерные реакции).

Стивен Хокинг (теория излучения «черных дыр»).

Бенуа Мандельброт (фрактальная геометрия).

Фрэнсис Крик, Джеймс Уотсон (открытие двойной спирали ДНК).

Репозиторий ВГУ

Норберт Виннер (кибернетика).

Илья Пригожий (термодинамика неравновесных процессов).

Деннис Габор (голография).

Александр Фридман (модель нестационарной расширяющейся Вселенной).

Клод Шеннон (математическая теория информации).

Уильям Шокли,. Джон Бардин, Уолтер Браттеин (транзисторный эффект).

Александр Флеминг (открытие пенициллина).

Анри Пуанкаре (математическая формулировка принципов специальной теории относительности).

Тим Бернерс-Ли (концепция Всемирной паутины — World Wide Web).

Кристиан Барнард (пересадка сердца человеку).

Петр Капица (физика низких температур).

Томас Морган (генетика).

Андрей Сахаров (работы в области термоядерного синтеза).

Фриц Габер (синтез аммиака).

Гленн Сиборг (синтез трансурановых элементов).

Сергей Королев (реализация советских космических программ).

Николай Вавилов (генетика).

Игорь Курчатов (создание советского атомного оружия).

Владимир Вернадский (теория ноосферы).

Владимир Ипатьев (химия высоких температур и давлений).

Константин Циолковский (теория космических полетов).

Юлий Харитон (создание советского атомного оружия).

Владимир Уткин (создание ракетно-космической техники).

Андрей Мирзабеков (секвенирование геномов).

Николай Басов, Александр Прохоров (работы в области квантовой электроники).

Уоллес Короузерс (синтез нейлона).

Открытия и научные концепции (теории), в наибольшей степени повлиявшие на развитие цивилизации в XX в.

Специальная теория относительности.

Общая теория относительности.

Квантовая механика.

Транзисторный эффект.

Теория электрослабого взаимодействия;.

Ноосферная концепция.

Теория диссипативных систем.

Разветвленные цепные реакции.

Лазерный эффект.

Двойная спираль ДНК.

Ядерный магнитный резонанс.

Теория иммунитета.

Открытие функции хромосом как носителей наследственности.

Экспериментальное подтверждение явления квантовой телепортации.

Соотношение неопределенности Гейзенберга.

Энтропийный принцип.

Концепция Большого взрыва.

Кварковая теория строения вещества.

Высокотемпературная сверхпроводимость.

Концепция устойчивого развития.

Концепция «ядерной зимы».

Открытие эмбриональных стволовых клеток.

Концепция дрейфа материков.

Репозиторий ВГУ

Синтез трансурановых элементов.

Выделения фермента теламеразы, останавливающего процесс старения клеток.

Закон гомологических рядов Вавилова.

Открытие реликтового озера Восток под трехкилометровым панцирем льда в центральной части Антарктиды.

Открытие групп крови.

Планетарная модель атома.

Эффект Вавилова-Черенкова (излучение света движущимся в воде электроном).

Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.

Космологическая теория суперструн.

Наиболее значимые технологии и изобретения

Генная инженерия.

Интернет.

Клонирование млекопитающих.

Атомная энергетика.

Лазеры.

Компьютерные виртуальные реальности.

Кремниевые микрочипы.

Волоконно-оптическая связь.

Факс.

Мобильная телефонная связь.

Нанотехнологии.

Томография.

Синтез фуллеренов.

Телевидение.

Запись информации на CD- и DVD-дисках.

Радиолокация.

Термоядерный синтез.

Молекулярные микрочипы для расшифровки геномов.

Реактивная авиация.

Синтез пластмасс.

Шариковая авторучка.

Застежка «молния».

Ксерокс.

Акваланг.

Перфторан (голубая кровь) — кровезаменитель на основе перфторуглеродных эмульсий.

Технология «чистых комнат».

Пузырьковая камера.

Ускорители элементарных частиц.

Роторные автоматизированные линии.

Реализованные инженерные проекты

«Саркофаг» (объект «Укрытие» над 4-м блоком Чернобыльской АЭС).

Высадка человека на Луну.

Проект «Вега» (исследование вещества кометы Галлея).

Автомат Калашникова.

Экспедиция марсохода «Соджорнер» (марсианская станция «Марс Пэсфайндер»).

Создание и испытание в СССР самой мощной водородной бомбы (50 мегатонн).

Космическая орбитальная станция «Мир».

Плотина Рогунской ГЭС (высота 355 м).

Пересадка человеческого сердца.

Первый искусственный спутник Земли.

Репозиторий ВГУ

Кольская сверхглубокая скважина (достигнутая глубина — более 12 тыс. м).

Ледокол-атомоход «Ленин».

Экраноплан «Монстр Каспия» (длина 100 м, размах крыльев 40 м, 10 реактивных двигателей, скорость передвижения 800 км/ч в нескольких метрах над поверхностью воды).

Беспилотный полет советского космического челнока «Буран».

Туннель под Ла-Маншем.

Телескоп Хаббл.

Программа «Геном человека».

Сибирский горно-химический комбинат (Красно-ярск-20).

Проект «Союз-Апполлон».

Здание делового центра в столице Малайзии Куа-ла Лумпур «Петронас Твин Тауэре», высота 452 м.

Останкинская телебашня — 537 м.

Радиовещание, начало регулярных радиопередач.

Первая посадка на Венеру советского космического аппарата «Венера-3».

Юпитерианский зонд «Галилео».

Система «Спэйс шаттл».

Ускоритель элементарных частиц — Большой коллайдер в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН).

Газодобывающая платформа «Циклоп» в Северном море.

План ГОЭЛРО.

Список литературы

1. Чанышев А.Н. Курс лекций по древней философии. М., 2008.

2 Азерников В.З. Неслучайные случайности. Рассказы о великих открытиях и выдающихся ученых. М., 2006.

3. Седов Л.И. Галилей и основы механики. М., 2004.

4. Бернал Дж. Наука в истории общества. М., 2007.

5. Юкава Х. Лекции по физике. М., 2006.

6. Александров Г.Ф. Концепции современного естествознания. М., 2007.

7. Кудрявцев П.С. Современное естествознание. Курс лекций. М., 2007.

Лекция 8

Тема: Успехи современной биологии.

План:

1.Развитие биологии в XX ст.

2.Дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследования.

3.Уровни биологических исследований.

4.Космическая биология.

5.Основные открытия в биологии XX в.

6.Современные представления о происхождении жизни, передаче наследственных признаков, строении клеток, строении и функции белков, эволюции жизни. Биологическое разнообразие как феномен Земли и проблемы его сохранения.

7.Жизнеобеспечение человека и продление его жизни.

НАНОТЕХНОЛОГИИ

Прощай, XX век!..

Век квантово-релятивистской механики и ускорителей элементарных частиц, генетики и молекулярной биологии, космических аппаратов и Интернета, но также век

Репозиторий ВГУ

атомной бомбы, геноцида и масштабных техногенных катастроф. Что получаем мы, люди XXI в., в наследство от ушедшего столетия?

Минувший век ознаменовался торжеством естественных наук, их высоким авторитетом, общественный престиж науки вообще и образования был чрезвычайно высок практически во всех странах мира, что было закономерно связано с успехами в фундаментальных и прикладных науках. Человечество как никогда близко подошло к разгадке тайн Вселенной, при этом компетентные и научно обоснованные решения чисто бытовых проблем человечества серьезно улучшили условия его обитания в окружающей природной среде. XX век был вообще веком масштабов, веком укрупнения и объединения. На фоне объединения государств, капиталов и создания транснациональных корпораций было естественным и объединение усилий ученых по решению актуальных научных проблем: отныне они решаются коллективами ученых, гениальные ученые-одиночки остались в XIX в.

Во второй половине XX в. был дан старт реализации нескольких долговременных научных программ, важность которых для развития науки и для человечества в целом не вызывает сомнения. Выполнение их продолжается и в настоящее время, а завершение работ по ним (если оно вообще возможно, так как в рамках этих программ ставятся все новые и новые актуальные задачи) планируется в середине XXI в. Таковой является программа исследования космоса. Объединение усилий научных коллективов разных стран мира для исследования как ближайшего космоса, так и отдаленных уголков Вселенной привело в результате реализации этой программы к созданию международных космических станций, использованию на них новейшего оборудования и т.д.

К таким программам относится также грандиозная по замыслу, а также по объемам денежных вложений международная программа «Геном человека», целью которой является расшифровка генного кода человека (и не только человека: параллельно развиваются программы «Геномы животных»). Успешно реализуются международные экологические программы, международные программы мониторинга объектов окружающей среды и т. д. Вот далеко не полный перечень успешных научных проектов, начатых в прошлом веке, в которые были вовлечены ученые разных стран.

Следует, однако, отметить, что деловые круги различных стран мира, вкладывающие средства в реализацию научных программ, интересует не столько идея объединения ученых, сколько борьба за техническое лидерство в наиболее доходных отраслях промышленности, таких как компьютерная техника, системы связи, автомобилестроение, авиационная, медицинская и фармацевтическая промышленности. Примером сплава науки и техники является интереснейшая и перспективнейшая научная программа, впечатляющие достижения которой удивляли мир в последние два десятилетия XX в. и которая, по мнению многих ученых, приведет к следующей промышленной революции. В названии этой программы отражен ее прикладной характер. Она называется «Развитие нанотехнологий».

Что же это такое – нанотехнологии?

Название нового направления в науке возникло просто в результате добавления к общему понятию «технология» приставки «нано». «Нано», так же как и «милли», и «микро», – приставки к выражениям единиц линейных размеров для создания производных этих единиц в системе СИ, причем в сторону уменьшения линейных размеров: например, 1 миллиметр (мм) означает одну тысячную долю метра (1 мм = 10^{-3} м), 1 микрометр (другое название – микрон) составляет одну миллионную долю метра (1 мкм = 10^{-6} м), а 1 нанометр (нм) означает одну миллиардную долю метра (1 нм = 10^{-9} м).

Для наглядности можно указать, что 1 нм составляет одну миллионную долю миллиметра (представим себе любой измеритель длины с делениями – линейки, рулетки, штангенциркули и т. п.), и если считается, что человеческий волос имеет в среднем диаметр 100 мкм, то 1 нм примерно в 100 тысяч раз меньше его толщины. Или еще можно сказать так: величины, измеряемые в нанометрах, на 9 порядков меньше величин, сравнимых по размерам с человеческим телом.

Репозиторий ВГУ

К нанотехнологиям принято относить процессы и объекты с характерной длиной от 1 до 100 нм. Верхняя граница нанообласти соответствует минимальным элементам в так называемых БИС (больших интегральных схемах), широко применяемым в полупроводниковой и компьютерной технике. Что касается нижней границы, то размером в 1 нм и около того обладают отдельно взятые молекулы; при этом интересно, что радиус знаменитой двойной спирали молекулы ДНК равен 1 нм, а многие вирусы имеют размер приблизительно 10 нм.

Для понятия «нанотехнология», пожалуй, не существует исчерпывающего определения, но по аналогии с существующими ныне микротехнологиями следует, что нанотехнологии, оперирующие величинами порядка нанометра, имеют дело с ничтожно малыми величинами, в сотни раз меньшими длины волны видимого света и сопоставимыми с размерами атомов. Поэтому переходот «микро» к «нано» – это уже не количественный, а качественный переход, скачок от манипуляции веществом к манипуляции отдельными атомами. Квантовая физика XX в. при изучении объектов микромира оперировала в основном их математическими моделями. Теперь ученые могут оперировать объектами микромира непосредственно: искусственно создавать микрообъекты, перемещать их в пространстве, закреплять их на поверхности, то есть действовать так, как будто мы имеем дело с привычными нам макрообъектами.

В научных центрах мира развитие нанотехнологий как технологий изготовления сверхмикроскопических конструкций из мельчайших частиц материи идет в основном по трем направлениям: изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, величиной примерно со среднюю молекулу; разработка и изготовление наномашин, то есть механизмов и роботов такого же размера; непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них всего сущего. Именно поэтому они представляются весьма перспективными для получения новых конструкционных материалов, полупроводниковых приборов, устройств для записи информации, ценных фармацевтических препаратов и т. д. Нанотехнологии могут привести мир к новой технологической революции и изменить среду обитания человека.

Из сказанного ясно, что нанотехнологии объединяют все связанные непосредственно с атомами и молекулами технические процессы, осуществляемые и изучаемые в разных естественных науках. Тем самым подчеркивается *междисциплинарный характер нового направления в естествознании.* Наряду с другими междисциплинарными научными направлениями в естествознании – синергетикой, кибернетикой, системным методом – развитие нанотехнологий является очень ценным научным наследием XX в., неким связующим звеном, обеспечивающим преемственность научных направлений в современном естествознании.

По мнению многих источников по истории естествознания, начало нанонауки положил в 1959 г. знаменитый американский физик, лауреат Нобелевской премии РичардФ. Фейнман при прочтении лекции под названием «Внизу полным-полно места». В ней впервые была рассмотрена возможность создания веществ (а затем, естественно, отдельных элементов, деталей и целых устройств) совершенно новым способом, а именно «атомной укладкой», при которой человек манипулирует нужными атомами поштучно, располагая их в требуемом ему порядке.

В 1986 г. американский физик Эрик К. Дрекслер в своей известной книге «Машины творения» предложил создавать устройства, названные им «молекулярными машинами», и раскрыл удивительные возможности, связанные с развитием нанотехнологии. Начиная с 1980 г. в технологии производства транзисторов и лазеров все чаще стали использоваться искусственно создаваемые пленки толщиной около 10 нм, что позволяло изготавливать устройства с новыми, повышенными техническими характеристиками. В 1980 г. в Японии был изготовлен первый полевой транзистор с высокой подвижностью носителей *(High Electron Mobility Transisteor, HEMT).*

Репозиторий ВГУ

В 1981г. сотрудники фирмы *IBM* создали сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), позволявший получать изображение с разрешением на уровне размеров отдельных атомов. Это явилось исключительно важным научным достижением, поскольку исследователи впервые получили возможность непосредственно наблюдать и изучать мир в нанометровом, атомарном масштабе. Как работает СТМ? Экспериментатор подводит тончайший золотой щуп (зонд, пробник) на расстояние около 1 мкм к поверхности исследуемого образца, в результате чего между зондом и поверхностью возникает электрический ток, обусловленный квантово-механическим туннельным эффектом, величина которого меняется в зависимости от состояния изучаемой поверхности (например, из-за наличия на поверхности впадин или выступов). Меняя величину туннельного тока или, наоборот, сохраняя ее постоянной (за счет регулирования потенциала зонда), экспериментатор может «сканировать» поверхность и получать ее прямое «изображение», подобно тому как электронный луч создает изображение, сканируя поверхность экрана обычного телевизора. Этот методпозволяет не только изучать атомарную структуру поверхности, но и проводить разнообразные и весьма ценные физические эксперименты (например, можно проверять теоретические расчеты, относящиеся к изменению поверхности в определенных условиях, и т.п.).

Работая со сканирующим микроскопом описываемого типа, экспериментаторы неожиданно вышли на следующий этап развития, а именно стали проводить прямые технологические операции на атомарном уровне. Прикладывая к зонду СТМ соответствующее напряжение, его можно использовать в качестве своеобразного атомного «резца» или гравировального инструмента. Впервые это удалось сделать в США сотрудникам Армаденской лаборатории *1MB* под руководством Д. Эйглера, которые сумели выложить на поверхности монокристалла никеля название своей фирмы из 35 атомов ксенона. Это стало своеобразным рекордом в методах миниатюризации записи «текста». Позднее, в 1991г., из этого выросла методика перемещения атомов ксенона вверх-вниз (относительно поверхности монокристалла), названная атомным переключением *(atomic switch).* В целом описанная техника создает много возможностей как для манипуляций на уровне отдельных атомов, так и для изучения их структур и поведения.

Японские фирмы и научные организации в свою очередь начали энергично развивать методики в области микроскопии, в результате чего за короткое время были созданы новые типы сканирующих туннельных микроскопов, а также электронных микроскопов с очень высоким разрешением (разрешением оптического прибора физики называют размер наименьшей детали, которую можно выделить на получаемом изображении), позволяющих исследовать движение отдельных атомов и молекул. Это привело к энергичному развитию экспериментальной техники в нанометровом диапазоне и значительно расширило представления ученых о микромире и нанообъектах.

В 1990 г. началась реализация огромного международного проекта по определению последовательности укладки около 3 млрд нуклеотидных остатков в записи генетической информации – проекта «Геном человека», ставшего ярким прорывом в биологии и медицине. Этот проект одновременно является исключительно важным для развития нанотехнологий, поскольку открывает новые огромные возможности в информационных технологиях, позволяя понять, а затем и использовать принципы обработки информации в живой природе (биоинформатика). В 1991 г. в Японии начала осуществляться первая государственная программа по развитию техники манипулирования атомами и молекулами (проект «Атомная технология»), которая привлекла внимание исследователей во многих странах мира. Это ознаменовало новый этап в развитии нанонауки и нанотехнологий: государство стало поддерживать направление, признав его приоритетность не только для национальной науки, но и для государства в целом.

В настоящее время нанотехнологии все больше и больше входят в нашу жизнь. Нанотехнологический контроль изделий и материалов, буквально на уровне атомов, в некоторых областях промышленности стал обыденным делом. Реальный пример – DVD-

Репозиторий ВГУ

диски, производство которых было бы невозможно без нанотехнологического контроля матриц. Очень популярны в промышленных устройствах очистки питьевой воды и получении сверхчистой воды так называемые нанофильтрационные мембранные фильтры, позволяющие задерживать частицы молекулярного размера. Стали реальностью квантовые точки в технологии получения полупроводников, которые эффективнее известных в 1000 раз. Этот список можно продолжить:

♦«нанотрубки» и «нанонити» («нановолокна»), состоящие из 6070 молекул, как новое состояние поверхности вещества и создание сверхлегких материалов;

♦нанозеркало для лазеров со сверхвысокой отражающей способностью;

♦атомная игла – сверхтонкая игла, сужающаяся на острие едва ли не до единственного атома, которая как атомный щуп изучает рельеф поверхности на молекулярном уровне;

♦нанороботы-манипуляторы, создающие разные типы поверхностей путем переноса отдельных молекул;

♦наногенераторы электрического заряда внутри человеческого организма для электропитания имплантатов;

♦сверхскоростной нано-Интернет с потенциалом увеличения скорости в сотни раз;

♦диагностика качества пищевых продуктов с помощью наносенсоров (квантовых точек) для выявления опасных химических или биологических загрязнителей пищевых продуктов;

♦наногранулы, которые внутри человеческого тела доставляют молекулу лекарственного препарата не просто к органу-мишени, но прямо к рецептору, который, по сути, также является молекулой и отвечает за реализацию физиологического эффекта;

♦нанокод, то есть молекулы антител, иммобилизованные на поверхности нанонитей для идентификации антигенов (то есть чужеродных веществ) по иммунной реакции;

♦наночастицы косметического крема, проходящие через мембраны клеток кожи, для настоящего клеточного питания дермы – и это далеко не полный перечень использования нанотехнологий в мире XXI в.

Что-то из вышеперечисленного уже становится реальностью «на глазах», поскольку скорость технического прогресса в современном мире огромна; что-то еще находится в стадии доработки. Важно, что уже сейчас все это работает и приносит огромную пользу.

А потенциальные возможности нанотехнологий поистине не знают границ. Хотелось бы особо подчеркнуть, что мы пока не можем, конечно, оценить и представить себе масштабы развития и возможности применения нанотехнологий в целом, но количество научных исследований и затраты на них будут расти с каждым годом, учитывая перспективность тематики. Исследования в данном направлении все время расширяются. В 2004 г. человечество истратило на нанотехнологии $ 8,6млрд. Причем больше половины – $ 4,6 млрд – это расходы правительственных организаций разных стран.

В связи с этим необходимо отметить государственное участие в проектах по нанотехнологиям. Япония и США начиная с 90-х гг. XX в. тратят на государственную поддержку нанопроектов миллиарды долларов; существует Объединенный комитет Евросоюза по нанотехнологиям, который также с этого времени активно финансирует развитие нанотехнологий как одно из самых приоритетных направлений. Не остается в стороне и Россия, которая вступила в борьбу за мировое лидерство в области развития нанотехнологий. Некоторое запоздание России в области развития нанотехнологий имеет исторические причины. То, что отставание в этой области может повлечь неконкурентоспособность России в различных областях техники и промышленности, в которых растет удельный вес нанотехнологий, и, как следствие, отставание в экономическом развитии в целом, понимают в России на высшем государственном уровне.

Ниже приводится выдержка из выступления президента Российской Федерации В. В. Путина перед Федеральным собранием 26 апреля 2007 г.:

Переднами стоит задача формирования научно-технологического потенциала, адекватного современным вызовам мирового технологического развития. И в этой связи

Репозиторий ВГУ

хочу особо подчеркнуть необходимость создания эффективной системы исследований и разработок в области нанотехнологий, основанных на атомном и молекулярном конструировании.

Сегодня для большинства людей «нанотехнологии» – это такая же абстракция, как и ядерные технологии в 30-е гг. прошлого века. Однако нанотехнологии уже становятся ключевым направлением развития современной промышленности и науки. На их основе, в долгосрочной перспективе, мы в состоянии обеспечить повышение качества жизни наших людей, национальную безопасность и поддержание высоких темпов экономического роста. Оценки ученых говорят о том, что изделия с применением нанотехнологий войдут в жизнь каждого – без преувеличения – человека, позволят сэкономить невозобновляемые природные ресурсы.

Учитывая масштабность и уникальность российского проекта по нанотехнологиям, президент призвал страны СНГ принять участие в этом объединяющем взаимовыгодном и направленном в будущее деле. Придание проекту статуса международного повысит интерес к этому проекту и будет способствовать распространению достоверной и позитивной информации об этом очень непростом для понимания, но чрезвычайно перспективном направлении развития не только отечественной науки, но и человечества в целом.

Особые задачи стоят перед педагогами российских школ и высших учебных заведений. Настала необходимость для разработки новых программ по курсу концепций современного естествознания, включающих нанонауку и нанотехнологии как неотъемлемое междисциплинарное направление современного естествознания; в этих программах особенное внимание следует уделить углубленному изучению проблем микромира, с тем чтобы достижения нанотехнологий были понятны специалистам гуманитарного профиля.

В заключение этой главы приведем «наноцитату».

«Следующая промышленная революция» – данная фраза была отпечатана на поверхности, площадь которой меньше площади сечения человеческого волоса, буквами шириной 50 нанометров.

Вопросы для самопроверки

1. Что означает приставка «нано» к терминам: технологии, мембраны, транзисторы, сенсоры, зеркала и т. д.?

2. Только ли с изменением линейных размеров связан переходот микротехнологий к нанотехнологиям? Какие качественные изменения он предполагает? Обоснуйте ответ.

3. Приведите примеры использования нанотехнологий в современной жизни.

4. Является ли развитие нанотехнологий делом ученых-одиночек или небольших отраслевых лабораторий? Расскажите о масштабе программы «Развитие нанотехнологий».

Лекция 9

План:

1. Объекты физического познания и структура физических наук
2. Концепции предклассического механистического естествознания
3. Ньютоновы принципы классического механистического естествознания

3 Электромагнитное поле фарадея-Максвелла, электромагнитное взаимодействие и принципы специальной теории относительности - теории пространства-времени Эйнштейна и Минковского

4. Концепции пространство и время
5. Концепции и принципы химического естествознания
6. Концепции и принципы биологического естествознания

Репозиторий ВГУ

Объекты физического познания и структура физических наук

Как ясно из главы 2, естествознание выросло из античной натурфилософии, философии природы, рассматривающей ее как умозрительную целостность. В недрах натурфилософии, наряду с астрономией, наукой небес, зародилась и главная наука о природе — физика. Аристотель предвосхитил предмет физики в сочинении «Физика». «Физика, — писал он, — наука о природе и изучает преимущественно тела и величины, их свойства и виды движения и, кроме того, начало такого рода бытия*. Это аристотелевское определение практически не расходится с современным определением физики как науки, изучающей простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы ее движения. Поэтому понятия, принципы и законы физики фундаментальны, то есть основополагающие для всего естествознания. Физика относится к точным наукам и изучает количественные закономерности явлений. «Высшая задача физики состоит в открытии наиболее общих элементарных законов, из которых можно было бы логически вывести картину мира», — так писал Эйнштейн (мы, конечно, помним, что элементарные — это значит начальные, основные, фундаментальные).

В своей основе физика — экспериментальная наука: ее законы базируются на фактах, установленных опытным путем, представляют собой количественные соотношения (как правило, достаточно простые) и формулируются на том или ином математическом языке. Различают экспериментальную физику — опыты, проводимые для обнаружения новых фактов и для проверки известных физических законов, и теоретическую физику, цель которой состоит в формулировке законов природы и в объяснении конкретных явлений на основе этих законов, а также в предсказании новых явлений. При изучении любого явления опыт и теория действуют в единстве, во взаимосвязи.

В соответствии с многообразием исследуемых физических объектов, уровней организации и форм движения физика подразделяется на ряд дисциплин (разделов), так или иначе связанных друг с другом. По изучаемым физическим объектам физика делится на физику элементарных частиц, физику ядра, физику атомов и молекул, газов и жидкостей, твердого тела и плазмы. По критерию уровней организации материи — на физику микро-, макро- и мегамира. По критерию изучаемых процессов, явлений или форм движения (взаимодействия) различают механические, электромагнитные, квантовые и гравитационные явления, тепловые или термодинамические процессы, и соответствующие им области физики: механику, электродинамику, квантовую физику, теорию гравитации, термодинамику и статистическую физику. Указанные подразделения физики по отмеченным критериям частично перекрываются, вследствие глубокой внутренней взаимосвязи между объектами материального мира и процессами, в которых они участвуют. Современная физика содержит не такое уж большое количество фундаментальных теорий, охватывающих все разделы физики. Эти теории представляют собой квинтэссенцию (наиболее существенное; в буквальном смысле латинское слово Quinta essentia — пятая сущность, то есть добавление Аристотелем к четырем античным стихиям — воздуху, воде, огню, земле еще и пятой стихии, стихии небес — эфира) знаний о характере физических процессов и явлений, приближенное, но наиболее полное отображение различных форм движения материи в природе.

В нашу задачу в этом курсе входит только сжатый очерк развития с XVI века сначала механистических, затем физических концепций и освещение основных концептуальных понятий физических объектов, форм их движений и взаимодействий.

Концепции предклассического механистического естествознания

Репозиторий ВГУ

С середины XV века Европа вступает в период революционных цивилизационных (от лат. civilis — гражданский) преобразований. Изменяется все: экономические отношения, государственное устройство, культура, образовательная система и наука. В науке особо выделяется естествознание, развитию которого содействовали, как минимум, два обстоятельства. Во-первых, начавшаяся робко в средневековье ломка основ религиозного мышления и нарождение нового научного мышления получает мощную поддержку со стороны великих реформаторов естествознания, таких как Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Теофраст Парацельс, Джордано Бруно, Фрэнсис Бэкон, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Рене Декарт, Пьер Ферма, Блез Паскаль, Роберт Гук, благодаря которым наука превращается в самостоятельный фактор духовной и культурной жизни, в реальную основу нарождающегося нового мировоззрения. Во-вторых, наряду с наблюдением и миросозерцанием, характерным для науки античного и раннего средневекового периодов, в науку внедряется эксперимент, который становится в ней ведущим методом исследования, радикально расширяя сферу познаваемой реальности и усиливая познавательную мощь естествознания. Господствующим методом мышления становится метафизика, так что этот период развития естествознания можно называть метафизическим, который уступит место диалектическому методу только в XIX столетии. Наибольшие успехи достигаются в области механики, завершенной и систематизированной в своих основаниях к концу XVII века, в результате чего решающее значение приобретает формирующаяся механистическая картина мира, ставшая на три столетия универсальной научной картиной мира. В ее рамках осуществлялись познания не только физических и химических, но также и биологических и антропологических явлений и событий. Идеалы механистического естествознания становятся основой теории познания и методологии науки. Возникают философские учения о человеческой природе, обществе и государстве, выступающие в XVI-XVIII веках как разделы общего учения о едином мировом механизме.

Галилео Галилей (1564-1642), итальянский гений, титан мысли и дела, родился в городе Пизе в знатной, но обедневшей семье. Кстати, бедность не дала ему возможность закончить Пизанский университет, в котором он изучал медицину, но, тем не менее, в 1589 г. он сумел получить в этом университете должность преподавателя математики (!), которую начал изучать самостоятельно с 1585. (До Галилея фактически самоучкой был Авиценна, после него будет Майкл Фарадей). Несколькими годами позже, в 1592, он перешел в Падуанский университет, где занял кафедру математики, которую до него годом раньше безуспешно пытался занять Джордано Бруно (как тесен мир!), и оставался на ней до 1610 года. Именно в эти годы он сделал большую часть своих научных открытий, но не в области математики, а в механике, физике и астрономии.

Все основные открытия Галилея изложены в его двух главных книгах — «Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой» (1632) и «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению» (год издания — 1638). Последняя книга была написана «узником инквизиции», тогда уже старым, больным и полуслепым человеком, окончательно потерявшим зрение в 1637. В последней книге, имеющей непреходящую ценность для науки, новыми и притом универсальными оказались не только сами вопросы, но и методологические принципы их решения, которые с тех пор кладутся в основу любого научного исследования.

Появление «Бесед» можно считать концом периода «цитатной науки», опиравшейся на авторитеты Аристотеля и других канонизированных церковью мыслителей, на цитаты и их толкование, и началом современного естествознания. Именно поэтому, говоря о величайших творцах физики, по праву называют имена: Аристотель — Галилей — Ньютон — Эйнштейн. «Беседы» разбиты на «дни», каждый из которых посвящен специальному вопросу. Вот как начинает Галилей «день третий» (сравните с книгой «Бытие» Моисея, с первой ее главой!).

Репозиторий ВГУ

«Мы создаем совершенно новую науку, предмет которой является чрезвычайно старым. В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него философами написано весьма мало значительного. Поэтому я многократно изучал на опыте его особенности... до сего времени либо неизвестные, либо недоказанные... Говорят, что естественное движение падающего тяжелого тела есть движение ускоренное. Однако в какой мере нарастает ускорение, до сих пор не было указано... Было замечено также, что бросаемые тела или снаряды описывают некоторую кривую линию; но того, что линия является параболой, никто не указал».

Далее Галилей, ни разу не употребив на 600 страницах книги математических формул (через два века подобное совершит Майкл Фарадей, излагая законы электромагнетизма!), исследуя движение твердого тела, напишет: 1. «... скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих наклонных плоскостей одинаковы». 2. «Если тело, выйдя из состояния покоя, падает равномерно ускоренно, то расстояния, проходимые им за определенные промежутки времени, относятся между собой, как квадраты времени». (Между прочим, широко распространяемая легенда о том, что Галилей проводил свои эксперименты, бросая тела с Башни знаний в Пизе, не соответствует действительности, но она жива и будет жить еще многие века). Для проверки своих доводов Галилей создает расчетную модель — предполагает, что у падающего тела скорость меняется либо пропорционально времени, либо пропорционально квадрату времени, т. е. феноменологически ставится вопрос не почему тело падает, а как падает! Впервые в истории науки ставится эксперимент, который должен проверить расчетную модель. Целенаправленный эксперимент есть то, что Галилей ввел в качестве неотъемлемого элемента научного исследования. Последующие рассуждения привели его к открытию закона инерции, одного из главнейших законов природы, и того, что возможно движение в отсутствии действия каких-либо сил.

Важным и непреходящим является также то, что Галилей учил и научил, во-первых, не доверять кажущимся очевидностям. Во-вторых, он писал (как завещание): «Философия написана в величайшей книге, которая постоянно открыта нашим глазам (я говорю о Вселенной); но нельзя ее понять, не научившись прежде понимать ее язык и различать знаки, которыми она написана. Написана же она языком математическим, и знаки ее суть треугольники, круги и другие математические фигуры, без которых человеку невозможно понять ни одного содержащегося в ней слова». Здесь — зерно метода математического естествознания.

Читая эту книгу, которая, по сути, была энциклопедией физики начала XVII века, можно только поражаться разносторонности интересов Галилея, его пытливости, его наблюдательности, обилию полученных результатов. Здесь излагается метод определения скорости света, объясняется явление резонанса, указывается на одинаковый период качаний паникадила в церкви, что положит начало основам теории колебаний, и т. д. Он услышал в 1609 г. об изобретении в Голландии прибора, который позднее будет назван телескопом, и этого для него достаточно, чтобы из органной трубы и двух линз самому построить «зрительную трубу». Это позволило ему открыть горы на Луне, пятна на Солнце (хотя сделал эти открытия далеко не первым из людей, вспомните китайцев), фазы Венеры, спутники Юпитера.

Опровергая аргументы Птолемея и Аристотеля, высказанные ими против вращения Земли, путем разбора множества механических явлений, Галилей приходит к открытиям закона инерции и механического принципа относительности.

Эти конкретные и хорошо известные достижения Галилея затеняют другое, не менее важное, научное наследие Галилея — научную методологию исследований природных явлений. Галилей сумел практически реализовать экспериментальный метод, придав ему современные черты (создание модели реального процесса, абстрагирование (отвлечение) от

Репозиторий ВГУ

несущественных факторов, неоднократное повторение опыта и т. д.). Галилей возобновил математический подход Архимеда к исследованию явлений природы, провозгласив, что «книга природы написана на языке математики, ее буквами служат треугольники, окружности и другие геометрические фигуры...».

Было бы несправедливо не вспомнить еще об одном великом предшественнике И. Ньютона — выдающемся французском философе и математике Р. Декарте. Рене Декарт (1596-1650 гг.) был авторитетнейшим ученым для естествоиспытателей XVII века. Для Декарта весь физический мир представлял собой огромную машину, функционирующую по определенным, объективным законам, открыть которые человечество способно путем математических рассуждений. Декарт считал, что только математика обеспечивает надежный путь к истине. Он заявлял, что «не приемлет и не надеется найти в физике каких-либо принципов, отличных от тех, которые существуют в Геометрии или абстрактной Математике, потому что они позволяют объяснить все явления природы и привести доказательства, не оставляющие сомнений». С точки зрения Декарта, реальный мир подвластен математическому описанию. По его мнению, наиболее глубокими и надежными свойствами материи являются форма, протяженность в пространстве и движение в пространстве и времени.

Восхваляя математический метод в познании реального мира, Декарт удивительно мало написал работ по математике, а точнее, только одно небольшое, но великое произведение — «Геометрию», в которой заложил основы аналитической геометрии, являющейся в настоящее время необходимым инструментом при математической формулировке многих физических задач.

Резюме

1) Важнейшим моментом в подготовке научной революции XVI—XVII вв., приведшей к рождению нового естествознания, было изменение взглядов на состояние Земли во Вселенной — переход от геоцентрической картины мира к гелиоцентрической.

2) Законы движения планет, сформулированные И. Кеплером, послужили фундаментом для закона всемирного тяготения.

3) Закон инерции, сформулированный Галилео Галилеем, положил конец физике Аристотеля — это с одной стороны, и послужил толчком, с другой стороны, развития физической мысли в направлении, приведшем к специальной и общей теории от носительности Эйнштейна в XX столетии.

Ньютоновы принципы классического механистического естествознания

Исаак Ньютон (1642-1727), величайший ученый всех времен и народов, английский физик, механик, астроном и математик, в 1687 году издал свое классическое произведение, главный труд своей жизни — «Математические начала натуральной философии». «Начала», вершина научного творчества Ньютона, состоят из 3-х частей: в первых двух частях речь идет о движении тел, механике тел, в которых формулируются, постулируются три знаменитых закона динамики Ньютона, а последняя часть сочинения посвящена системе мира (космологии), в которой обосновывается вывод и даны приложения знаменитейшего закона всемирного тяготения Ньютона.

Начать надо с фундаментальных физических определений и понятий, положивших начало классического естествознания, поскольку здесь мы имеем общий образец, которому следовали ученые последующих поколений при построении теорий. Так вот, Ньютон, прежде всего, определяет свойства объекта, который является предметом изучения — это некоторая масса (тело), и место, и время, в которое он (объект) изучается.

Репозиторий ВГУ

Итак, слово Исааку Ньютону из его «Начал»:

1) Количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее.

2) Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе.

3) Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения.

Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные.

а) Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью.

б) Абсолютное пространство по самой своей сущности, без относительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

в) Место есть часть пространства, занимаемая телом и, по отношению к пространству, бывает или абсолютным, или относительным.

г) Абсолютное движение есть перемещение тела из одного его абсолютного места в другое».

И далее то, как постулированы три фундаментальные закона движения, носящие имя Ньютона:

I. Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе — взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противопоожные стороны».

Четвертым законом в «Началах» Ньютона стал закон всемирного тяготения. Анализируя законы Кеплера, Ньютон пришел к заключению, что между небесными телами действует сила притяжения, обратно пропорциональная квадрату расстояния между телами. Высказав предположение, что силы тяготения имеют всеобщий (всемирный) характер и что эти силы пропорциональны массам взаимодействующих тел, Ньютон установил закон, олицетворяющий первую теорию тяготения (гравитации):

Ньютону принадлежит доказательство того, что закон всемирного тяготения вместе с первым и вторым законами динамики достаточны для описания движения тел на поверхности и вблизи поверхности Земли. Законы движения и закон всемирного тяготения Ньютона принадлежат к числу фундаментальных физических принципов, и, подобно аксиомам Евклида в геометрии, они служат логической основой для получения других частных физических законов.

Итак, основное содержание или основные идеи классической механики таковы:

А) есть тела, которые следует наделить свойством массы;

Б) массы притягиваются друг к другу (закон всемирного тяготения);

В) тела могут сохранять свое состояние — покоиться или двигаться равномерно, не меняя своего направления движения (закон инерции, он же принцип относительности);

Репозиторий ВГУ

Г) при действии на тела сил они изменяют свое состояние: либо ускоряются, либо замедляются (второй закон динамики Ньютона);

Д) действие сил вызывает обратное равное ему противодействие (третий закон Ньютона).

Ньютону также принадлежит честь (вместе с немецким математиком Готфридом Лейбницем) создания великолепной математической теории — дифференциального и интегрального исчислений, лежащих в основании классического естествознания. Эта математическая теория стала одной из самых «используемых» теорий всеми учеными, работающими не только в области естествознания, но и в технических и в социально-экономических науках.

В XVIII-XIX веках знаменитыми математиками — швейцарцем (проработавшим большую часть своей жизни в России, а потому признаваемым как русский ученый) Леонардо Эйлером, французами Луи Лагранжем (1736-1813 гг.), Пьером Симоном Лапласом (1749-1827 гг.) и ирландцем Уильямом Роаном Гамильтоном (1805-1865 гг.), механике Ньютона были приданы изящные, математически строгие формы. Этих форм две, и их принято называть лагранжева и гамилътонова формы (часто это также характеризуют словами лагранжев и гамильтонов формализм). Они, эти великие математики, в этом нет никакого сомнения, завершили построение здания под названием классическая механика.

Теперь можно сформулировать основные научные положения механистической ньютоново-картезианской парадигмы или механистической картины мира, которые составляют, вместе с тем, основные принципы и закономерности классического механистического естествознания:

? мир состоит из массивных (материальных) объектов конечных объемов (размеров), видимые контуры которых являются их физическими границами;

? эти объекты движутся в пустом трехмерном евклидовом пространстве, евклидовыми также являются линии (траектории) их движения — прямые, окружности, эллипсы, параболы, спирали и другие линии;

? время — четвертая координата пространственно-временного континуума, независимая от пространственных координат;

? три закона динамики Ньютона управляют движениями (траекториями) материальных (наделенных массой или масссивных) объектов, заполняющих пространственно-временной континуум;

? поле тяготения (гравитация) распространяется в пространственно-временном континууме с бесконечной скоростью и никак не затрагивает течения времени;

? линейный характер ньютоновой динамики означает, что интенсивность следствия в мире механических явлений прямо пропорциональна интенсивности причины (так называемый лапласовский детерминизм).

Указанные фундаментальные положения классического формализма могут быть дополнены следующими эвристическими (методологическими) выводами:

1. Природных возможностей человеческого разума вполне достаточно для того, чтобы понять (выразить) мир механических явлений в понятиях и теориях.

2. Изучение мира механических явлений и процессов не оказывает существенного влияния на их течение.

3. Теоретический расчет движения реальных массивных объектов можно сделать сколь угодно точно, задавая экспериментальные так называемые начальные условия в какой-либо точке пространственно-временного континуума (начальные значения пространственных координат и скорости объекта в какой-либо его точке).

Репозиторий ВГУ

4. Уравнения динамики обратимы во времени, т. е. для них безразлично, куда развивается процесс из настоящего времени — в будущее или прошлое.

5. Точный численный расчет движений массивных объектов позволяет эффективно изменять и преобразовывать его по своему усмотрению.

Итак, именно эти перечисленные выше концептуальные положения и выводы, именуемые как ньютоново-картезианская (Картезий — латинизированное имя Декарта) парадигма, являются методологической основой классического механистического и физического естествознания. Вместе с лапласовским детерминизмом ньютоново-картезианская парадигма создала основу классического естествознаний и всей классической науки, господствующих в мышлении людей с XVIII века, а во многих случаях, и до сих пор, хотя время их уже давно прошло.

Ключевые слова классического механистического этапа науки: абсолютное пространство, абсолютное время, масса, инерция, динамические законы Ньютона, лапласовский детерминизм, лагранжев формализм, гамилътонов формализм, объективность, абсолютная предсказуемость событий будущего.

Резюме

1. Классическая механика дала четкие ориентиры в понимании фундаментальных категорий — пространства, времени и движения материи.

2. Законы классической механики с большой точностью (но все же приближенно) отражают истинные законы природы. До сих пор с помощью законов, сформулированных И. Ньютоном, производится, например, расчет траекторий искусственных спутников Земли. Пределы применимости классических законов механики устанавливаются в другой теории, возникшей в XX веке — в специальной теории относительности Эйнштейна.

3. Формирование классической физики, начатое в XVII веке работами Галилея, завершилось в XIX веке созданием Дж. Максвеллом теории электромагнитного поля, положившему начало в XX веке новому этапу в науке — неклассическому.

Невообразимо широк спектр использования этой теории в науке, технике, быту.

Электромагнитное поле фарадея-Максвелла, электромагнитное взаимодействие и принципы специальной теории относительности - теории пространства-времени Эйнштейна и Минковского

Классическая физика и соответствующее ей классическое естествознание завершились созданием термодинамики. На очереди стояли учения об электричестве и магнетизме, которые, казалось, должны были получить понимание в рамках традиционного классического мировоззрения. Однако этому не суждено было сбыться. Познание тайн электромагнетизма привело к началу нового этапа в физике, во всем естествознании и во всей науке — привело к этапу неклассической рациональности.

Новая рациональность начиналась еще в недрах классической рациональности фактически так. В XVIII веке французом Шарлем Кулоном (1736-1806) был открыт знаменитый закон взаимодействия точечных электрических зарядов — закон Кулона: $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$, где q1, q2 — электрические заряды, r — расстояние между зарядами, k — коэффициент пропорциональности, определяемый выбором единиц измерения величин зарядов и расстояния. Закон Кулона, как видим, фактически совпадает, по виду и форме, с законом всемирного тяготения Ньютона, и это позволяло физикам многие годы думать, что электрическое взаимодействие сводимо к гравитационному тяготению. Но это было кажущееся совпадение. Экспериментальные исследования Гальвани (1737-1798) и Вольта

Репозиторий ВГУ

(1745-1827) показали тесную связь электрических, химических (и даже биологических) явлений. Вопрос об отношении электричества и магнетизма оставался запутанным до открытия Эрстеда (1777-1851) в 1820 году, когда он случайно, в ходе лекционного демонстрационного эксперимента, обнаружил влияние, оказываемое электрическим током, пропускаемым по проволоке, на компас, оказавшийся вблизи от проволоки. С 1820 года интенсивной разработкой первой теории электромагнетизма — электродинамики, занялся французский ученый Ампер (1775-1836). Теория Ампера была создана по образу и духу «Начал» Ньютона, что позволило англичанину Джеймсу Максвеллу назвать французского ученого «Ньютоном электричества». Созданная Ампером электродинамика, основанная на представлении о мгновенной передаче электромагнитных взаимодействий (т. е. с бесконечной скоростью), должна быть отнесена к теориям типа теорий дальнодействия.

Однако последовательную, единственно признаваемую и сегодня, теорию электромагнитных явлений удалось построить лишь самому Максвеллу, который отказался от представления о дальнодействии й взял за основу в электромагнетизме идею о поле, выдвинутую впервые великим физиком-экспериментатором Майклом Фарадеем (1791-1867), который благодаря своим опытам доказал также тождественность различных видов электричества. Установленные Фарадеем законы электролиза доказывали выдающийся факт природы — дискретность электрического заряда. Начиная с 30-х годов XIX столетия, у Фарадея, под влиянием проводимых им экспериментов, начинает формироваться идея о передаче электромагнитных взаимодействий посредством поля. По мнению А. Эйнштейна, идея поля была самым важным открытием не только в физике, но во всей классической науке, со времен Ньютона (Эйнштейн тогда еще не подозревал, что электромагнетизм, эксперименты Фарадея и теория Максвелла дали начало новому этапу науки — неклассическому).

Ученым, который осознал глубину и оригинальность представлений Фарадея о поле на примере электромагнитного поля, стал именно Джеймс Максвелл (1831-1867). В 1865 году Максвелл опубликовал свою основополагающую работу «Динамическая теория электромагнитного поля», в которой он вывел математические уравнения теории поля — уравнения Максвелла. Одним из самых поразительных выводов электромагнитной теории Максвелла было указание на возможность распространения электромагнитных волн со скоростью света. Вывод Максвелла о том, что свет — электромагнитные волны, по праву считается вершиной его исследований в области электромагнетизма. Электромагнитная теория волн и поля позволяет наилучшим образом объяснить все явления, связанные со светом.

Специальная теория относительности. Есть одно замечательное явление в природе, которое сопровождает человека практически непрерывно да и, вероятно, обуславливает существование самого человека — это свет. Важное место в проблеме света занимал вопрос о его скорости, который не смогли прояснить ученые ни в античные, ни в средние века. Но вот Авиценна, например, полагал, что эта скорость хотя и весьма велика, но ограничена. Первую известную, но безуспешную попытку измерения скорости света сделал еще великий Галилей. Первое же успешное измерение скорости распространения света было проведено датским астрономом О. Ремером в 1676 году, использовавшим для этого экспериментальный факт запаздывания затмений спутников Юпитера, которое он объяснял конечностью скорости распространения света. В XIX веке некоторые физики развивали теорию эфира с целью объяснения природы распространения света в пространстве. Одновременно с этим проводились эксперименты по все более точному определению скорости света. В 1881 году американский ученый Альберт Майкелъсон (1852-1931) вместе с помощником Мор-ли, с помощью сконструированного ими интерферометра, определили скорость света с точностью до восьмого знака (т. е. с точностью до нескольких м/с, и это-то при величине скорости света около 300 000 тыс. км/с). У Майкельсо-на была определенная цель: подтвердить существование постулированного еще в античные времена эфира и обнаружить «эфирный

Репозиторий ВГУ

ветер», следствием которого было бы различие в скорости света в разных направлениях по отношению к скорости движения Земли по околосолнечной орбите. Результат оказался отрицательным, под таким названием он известен в науке — отрицательный результат опыта Майкелъсона.

Из опытов Майкельсона следовало, что для света не выполняется принцип сложения скоростей классической механики (вот это и есть первое противоречие канонам классической физики, в XX столетии их, этих противоречий, последует еще несколько), скорость света не зависит от скорости движения источника света. Например, согласно классической механике, скорость света от звезды, измеряемая по ходу движения Земли, должна быть 300030 км/с, а всегда получается 300000 км/с. Т. е. «с» плюс или минус «v», все равно получим «с»!

Разрешить эту, на первый взгляд, неразрешимую проблему смог в 1905 году великий немецкий физик Альберт Эйнштейн, создавший для этого специальную теорию относительности (СТО) или так называемую релятивистскую механику, заменившую для быстрых, околосветовых скоростей классическую механику. В основу новой теории движения и пространства-времени Эйнштейном были положены два постулата:

1. Релятивистский принцип относительности — в любых инерциальных системах все физические процессы — механические, оптические, электрические и другие — протекают одинаково, или, в формулировке русского советского физика Владимира Фока, явления природы не зависят от неускоренного движения.

2. Принцип постоянства скорости света — скорость света в вакууме не зависит от скоростей движения источника и приемника, она одинакова во всех направлениях, во всех инерциальных системах отсчета. Иногда этот принцип интерпретируют как принцип существования предельной скорости распространения (например, В. Фок).

Позднее, в 1908 г., в теорию Эйнштейна внедрилась идея немецкого математика, выходца из России, Германа Минковского о том, что весь наш мир представляет собой четырехмерный пространственно-временной континуум событий. Иначе, такой континуум следует понимать как сплошное четырехмерное пространство-время мировых точек событий, в геометрическом представлении (описании) которого три измерения (размерности) ответственны за пространство и одно измерение (размерность) — за время. При таком выборе описания мировых событий частице, любому объекту соответствует так называемая мировая линия. Точки этой линии определяют координаты частицы во все моменты времени. Так, например, равномерно и прямолинейно движущейся материальной частице соответствует прямая мировая линия. Среди основных следствий СТО можно выделить такие:

а) продольные размеры движущегося тела всегда меньше размеров покоящегося;

б) движущиеся часы идут медленнее покоящихся часов (время замедляется);

в) события, одновременные в одной системе отсчета, никогда не будут одновременными в какой-либо другой системе;

г) одновременность — понятие относительное (имен но анализ понятия одновременности привел Эйнштейна к созданию СТО);

д) масса движущегося тела всегда больше массы покоящегося тела.

Новый вид и новую сущность приобретает теорема сложения скоростей V_1 и V_2; если в ньютоновой механике ее вид был $V = V_1 + V_2$, то в эйнштейновой он таков: $V = (V_1 + V_2) / (1 + V_1V_2/c^2)$.

Видно, что если подставить в эту формулу самые предельные скорости с, то V будет равно с! Во всех остальных случаях $V < c$.

Репозиторий ВГУ

Таким образом, в этой новой теории пространства и времени утрачивают свою физическую абсолютность: традиционное евклидово (пифагорейское) расстояние, ньютоново время, ньютонова масса, ее импульс, энергия (но законы сохранения этих величин не нарушаются!). Большинство отмеченных физических характеристик объектов оказываются чувствительны к отношению скорости их движения v к скорости света c — отношению v/c, так что все наблюдаемые и регистрируемые новые эффекты, называемые релятивистскими, возникают при приближении этого отношения к 1. Оказалось, что ничто материальное, т. е имеющее массу, не может достичь скорости света! В эйнштейновой релятивистской механике появилась самая знаменитая формула в мире, кстати, высеченная на надгробии Альберту Эйнштейну в Принстоне. Это формула для энергии массы т, известная практически всякому грамотному человеку, а именно, E = тc2. Это вовсе не энергия движения массы т, поскольку, повторим, никакая масса не может достичь скорости света c, это некая запасенная энергия этой массой, характеризующая ее потенциальные энергетические возможности. При определенных условиях эта энергия вся, без остатка, может превратиться в энергию излучения либо кванта электромагнитного поля E = hn, либо кванта какого-то другого поля (см. п. 4.4). Такие возможности возникают при реакции аннигиляции любых частиц и античастиц, например, при лобовом столкновении электрона и позитрона.

Рассмотренная эйнштейнова формула энергии парадоксальна (или противоречива) тем, что масса т в ней умножается на квадрат скорости света c, скорости, которой она сама никогда достичь не может! Поскольку скорость света есть предельная, универсальная скорость в мировом пространстве (во Вселенной), то очевидно, что и сама масса есть проявление (следствие) универсальных свойств мирового пространства и времени, так что ни масса, ни пространство, ни время не отделимы одно от другого и третьего, ни от одной из своих трехгранных сущностей. Их объединяющая фундаментальная взаимосвязь, их своеобразное родство, единство их общей природы качественно проявляется уже в СТО, что, кстати, до нас не отметил пока никто из интерпретаторов СТО. Эйнштейн доказал их физическую взаимосвязь математически, т. е. количественно, в общей теории относительности. Концептуальные положения этой теории будут рассмотрены подробно в п. 4.2, а ее космологические и космогонические следствия и структура Вселенной — в главе 6.

Основной, фундаментальный смысл СТО (как его определяет отечественный академик Анатолий Логунов) состоит в том, что все явления (физические, химические, биологические и пр.) протекают в четырехмерном пространстве-времени, геометрия которого псевдоевклидова. Псевдоевклидовой принято часто называть геометрию Минковского, в которой квадрат расстояния между двумя мировыми точками (он называется интервал) на какой-либо плоскости, например, с координатами ct и x, определяется не суммой их квадратов, как в геометрии Евклида, а их разностью. В дополнение существующих неевклидовых геометрий Лобачевского и Римана (о них читайте в п. 4.2), геометрия Минковского стала еще одной, вновь созданной человеческим гением геометрией, которую физики стали использовать для познания явлений; и структуры природы.

Ценность и фундаментальность специальной теории относительности заключается в неограниченно глубоком влиянии СТО на физическое мировоззрение. В дальнейшем приведенные в соответствие со специальной теорией относительности физические теории стали называться релятивистскими. Например, есть классическая механика движущихся и покоящихся тел, и есть релятивистская механика этих тел, нерелятивистская и релятивистская квантовая механика и т. д.

Резюме

Специальная теория относительности Эйнштейна внесла революционные изменения в ряд фундаментальных понятий прежней классической физики: пространства, времени,

Репозиторий ВГУ

размера (протяженности) тел, массы. Оказалось, что время не является абсолютной величиной, оно зависит от системы отсчета, более того, пространственные координаты неразрывно связаны со временем, образуя пространственно-временное многообразие. Как показал Минковский, геометрия этого пространства-времени очень похожа на евклидову, но, в силу различия знаков перед квадратами пространственных координат и времени в выражении — аналоге теоремы Пифагора, эта геометрия называется неевклидовой. Продольные размеры движущегося тела всегда меньше покоящегося. Движущиеся часы идут медленнее покоящихся часов. События, одновременные в одной системе отсчета, никогда не будут одновременными в любой другой системе. Одновременность — понятие относительное. Масса движущегося тела всегда больше массы покоя.

Концепции пространство и время

В предыдущих главах приведен краткий исторический материал из области физического естествознания, который позволяет рассмотреть ряд фундаментальных основополагающих физических концепций, возникших в разные исторические эпохи — от древности до современности. Начнем с понятий пространства и времени.

Пространство и время, как определяют их философы, — всеобщие формы существования материи, не существующие вне материи и независимо от нее. Пространство — математическая, физическая и философская категория. Время — физическая (но сейчас даже общее — естественнонаучная, так как и геологи, и биологи, и представители других естественных наук обосновывают необходимость использования понятия времени в своих исследованиях) и философская категория, как форма существования материи, заключающаяся в закономерной координации сменяющих друг друга явлений.

Исторически первым из математических пространств и наиболее известным издавна и в настоящее время является евклидово пространство, представляющее приближенный абстрактный образ реального физического пространства. Менее известны пространства Лобачевского, Рима-на, Гильберта, Жюлиа, Хаусдорфа, МандельброТа и другие. Вопрос о том, какое математическое пространство отражает общие свойства реального физического про странства, решается опытом (но так и не решено д сих пор — какое именно?).

Пространственно-временные отношения и закономерности — это очередной этап сложности реально (действительно) существующего мира, отношения, понимаемые первоначально на обыденном (созерцательном) уровне сознания, а в современную эпоху постигаемые на уровне научного сознания.

С античных времен наиболее известными были две концепции совместного рассмотрения пространства и времени. Одна из них идет от древних атомистов — Демокрита, Эпикура и Лукреция, позднее тщательно разработана Ньютоном, которые ввели понятие пустого однородного и бесконечного пространства, а время рассматривали как субъективное ощущение действительности. Другая концепция восходит еще к Аристотелю, разработана в Новое время Лейбницем, опиравшимся также на некоторые идеи Декарта. Все они фактически придерживались идеи о заполненном мировом пространстве (без пустоты), то есть идеи о тождестве протяженной материи и пространства.

Ньютон представил понятия пространства и времени как особые начала, существующие независимо от материи и друг от друга. Абсолютное пространство, или пространство само по себе, есть пустое «вместилище тел», оно неизмеримо и непознаваемо. От абсолютного пространства Ньютон отличал протяженность тел — их основное свойство, благодаря которому они занимают определенные места в абсолютном пространстве, совпадают с этими местами. Положения тел и расстояния между ними можно определить

Репозиторий ВГУ

только по отношению к другим телам. Время так же абсолютно, как и пространство, есть чистая длительность, как таковая, равномерно текущая от прошлого к будущему. Оно является пустым «вместилищем событий», которые могут его заполнять, а могут и не заполнять, ход событий не влияет на течение времени.

Время универсально, непрерывно, бесконечно, одномерно. От абсолютного времени, также неизмеримого, Ньютон отличал относительное или обыденное время. Парадокс ньютонова пространства и времени состоит в том, что не существует опытов, которые позволили бы измерять положение тела в пространстве или момент времени события — экспериментально можно измерять только расстояния между телами или промежутки времени между событиями. Таким образом, чтобы сопоставлять пространству и времени какие-либо физические величины, мы должны выбрать некоторое тело, в качестве начала отсчета расстояний, и некоторый момент времени, в качестве начала отсчета его промежутков, что в конечном итоге ведет к необходимости введения некоторой системы отсчета. Вот с этого выбора и начинается ньютонова наука о движении — механика.

Согласно концепции Лейбница, пространство и время не есть самостоятельные начала бытия. Пространство — это порядок взаимного расположения множества тел, сосуществующих вне друг друга, время — порядок сменяющих друг друга явлений или состояний тел. Протяженность любого объекта не есть первичное свойство, а обусловлено силами, действующими внутри объекта; внутренние и внешние взаимодействия определяют и длительность состояния. Что же касается самой природы времени как порядка сменяющих друг друга явлений, то оно отражает их причинно-следственную связь.

В истории естественнонаучных представлений о времени, как отдельном феномене, можно выделить четыре его концепциии, группируемых обычно попарно. Первая пара концепций времени расходится по вопросу о природе времени: 1) субстанциальная концепция рассматривает время как особую субстанцию, субстрат, наряду с пространством, веществом и другими физическими характеристиками; 2) реляционная концепция считает время отношением (или системой отношений) между физическими событиями. Вторая пара концепций времени выражает разные точки зрения на процесс становления времени: 1) статическая концепция считает события прошлого, настоящего и будущего существующими реально и в известном смысле одновременно, а становление и исчезновение материальных, физических объектов — это иллюзия, возникающая в момент осознания того или иного изменения; 2) динамическая концепция, напротив, считает, что реально существуют только события настоящего времени, события прошлого уже реально не существуют, а события будущего еще реально не существуют. Видно, что в этих концепциях смешиваются физика и философия и как трудна и неоднозначна проблема времени.

Укоренившиеся в науке ньютоновские представления о пространстве и времени изменились, когда в физическую картину мира вошла в конце XIX века концепция поля, как формы материальной связи между объектами вещества, поля, как особой и самостоятельной формы материи. Казалось, что для рассмотрения поля, тогда только электромагнитного, нужна особая среда — эфир, заполняющий мировое абсолютное пространство, но это не нашло ни тогда, ни сейчас достоверного опытного подтверждения.

Представления о новых свойствах пространства и времени получили новое развитие в научной дисциплине, получившей название специальная теория относительности, или релятивистская механика. Герман Минковс-кий, развивая представления Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна о свойствах пространства и времени, заявил с трибуны съезда естествоиспытателей в 1908 году: «Воззрения на пространство и время... возникли на экспериментально-физической основе. В этом их сила. Их тенденция радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе должно обратиться в фикцию и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность». Так им было установлено единство пространства и времени, их объединение в пространство-время с

Репозиторий ВГУ

четырьмя (три пространственных и одна временная) измерениями или координатами. Академик Анатолий Логунов так определил сущность теории относительности, называя это утверждение постулатом: «Физические процессы протекают в четырехмерном пространстве, геометрия которого псевдоэвклидова» (иногда псевдоэвк-лидово пространство называют миром или пространством Минковского).

Теория относительности исключает представления о пустых (свободных) пространстве и времени, имеющих какие-то собственные измерения. Дальнейшее развитие теории относительности в виде теории тяготения или общей теории относительности, осуществленное Эйнштейном, показало, что пространственно-временные отношения зависят также от концентрации масс, от распределения материи (см. раздел 6 о космологии и космогонии). Таким образом, была доказана несостоятельность как воззрений Канта, определившего пространство и время как априорные формы человеческого восприятия, природа которых неизменна и независима от материи, так и несостоятельность догматических воззрений Ньютона на абсолютное пространство и время.

Концепции и принципы химического естествознания

Эволюция звезд, происхождение химических элементов и планетная химическая эволюция

Процесс образования химических элементов во Вселенной неразрывно связан с эволюцией Вселенной. Мы уже познакомились с процессами, происходящими вблизи «Большого взрыва», знаем некоторые детали процессов, происходивших в «первичном бульоне» элементарных частиц. Первые атомы химических элементов, находящиеся в начале таблицы Д. И. Менделеева (водород, дейтерий, гелий), начали образовываться во Вселенной еще до возникновения звезд первого поколения. Именно в звездах, их недрах, разогретых снова (после Big Bang температура Вселенной начала стремительно падать) до миллиардов градусов, и были произведены ядра химических элементов, следующих за гелием. Учитывая значение звезд как источников, генераторов химических элементов, рассмотрим некоторые этапы звездной эволюции. Без понимания механизмов звездообразования и эволюции звезд невозможно представить процесс образования тяжелых элементов, без которых, в конечном счете, не возникла бы жизнь. Без звезд во Вселенной так бы вечно и существовала водородо-гелиевая плазма, в которой организация жизни, очевидно, невозможна (на современном уровне понимания этого явления).

Ранее мы отметили три наблюдательных факта или теста современной космологии, простирающихся на сотни парсек, теперь укажем четвертый — распространенность легких химических элементов в космосе. Необходимо подчеркнуть, что образование легких элементов в первые три минуты и распространенность их в современной Вселенной впервые была рассчитана в 1946 г. международной троицей выдающихся ученых: американцем Альфером, немцем Гансом Бете и русским Георгием Гамовым. С тех пор физики, занимающиеся атомной и ядерной физикой, неоднократно рассчитывали образование легких элементов в ранней Вселенной и распространенность их сегодня. Можно утверждать, что стандартная модель нуклеосинтеза хорошо подтверждается наблюдениями.

Эволюция звезд. Механизм образования и эволюции основных объектов Вселенной — звезд, изучен наиболее хорошо. Здесь ученым помогла возможность наблюдать огромное количество звезд на самых разных стадиях развития — от рождения до смерти, — в том числе множество так называемых «звездных ассоциаций» — групп звезд, родившихся почти одновременно. Помогла и сравнительная «простота» строения звезды, которое довольно успешно поддается теоретическому описанию и компьютерному моделированию.

Репозиторий ВГУ

Звезды образуются из газовых облаков, которые, при определенных обстоятельствах, распадаются на отдельные «сгустки», которые дальше сжимаются под действием собственного тяготения. Сжатию газа под действием собственного тяготения препятствует повышающееся давление. При адиабатическом сжатии должна повышаться и температура — в виде тепла выделяется гравитационная энергия связи. Пока облако разреженное, все тепло легко уходит с излучением, но в плотном ядре сгущения вынос тепла затруднен, и оно быстро разогревается. Соответствующее повышение давления тормозит сжатие ядра, и оно продолжает происходить только за счет продолжающего падать на рождающуюся звезду газа. С ростом массы растет давление и температура в центре, пока наконец последняя не достигает величины 10 миллионов Кельвинов. В этот момент в центре звезды начинаются ядерные реакции, превращающие водород в гелий, которые поддерживают стационарное состояние вновь образовавшейся звезды миллионы, миллиарды или десятки миллиардов лет, в зависимости от массы звезды.

Звезда превращается в огромный термоядерный реактор, в котором устойчиво и стабильно протекает, в общем, та же реакция, которую человек пока научился осуществлять только в неуправляемом варианте — в водородной бомбе. Выделяемое при реакции тепло стабилизирует звезду, поддерживая внутреннее давление и препятствуя ее дальнейшему сжатию. Небольшое случайное усиление реакции слегка «раздувает» звезду, и соответствующее уменьшение плотности приводит снова к ослаблению реакции и стабилизации процесса. Звезда «горит» с почти неизменной яркостью.

Температура и мощность излучения звезды зависит от ее массы, причем зависит нелинейно. Грубо говоря, при увеличении массы звезды в 10 раз мощность ее излучения увеличивается в 100 раз. Поэтому более массивные, более горячие звезды расходуют свои запасы топлива гораздо быстрее, чем менее массивные, и живут относительно недолго. Нижний предел массы звезды, при котором еще возможно достижение в центре температур, достаточных для начала термоядерных реакций, составляет примерно 0,06 солнечной. Верхний предел — около 70 солнечных масс. Соответственно, самые слабые звезды светят в несколько сот раз слабее Солнца и могут так светить сотню миллиардов лет, гораздо больше времени существования нашей Вселенной. Массивные горячие звезды могут светить в миллион раз сильнее Солнца и живут лишь несколько миллионов лет. Время стабильного существования Солнца примерно 10 миллиардов лет, и из этого срока оно прожило пока половину.

Стабильность звезды нарушается, когда выгорает значительная часть водорода в ее недрах. Образуется лишенное водорода гелиевое ядро, а горение водорода продолжается в тонком слое на его поверхности. При этом ядро сжимается, в центре его давление и температура повышается, в то же время верхние слои звезды, расположенные выше слоя горения водорода, наоборот, расширяются. Диаметр звезды растет, а средняя плотность падает. Благодаря росту площади излучающей поверхности, медленно растет также ее полная светимость, хотя температура поверхности звезды падает. Звезда превращается в красного гиганта. В какой-то момент времени температура и давление внутри гелиевого ядра оказываются достаточными для начала следующих реакций синтеза более тяжелых элементов — углерода и кислорода из гелия, а на следующем этапе и еще более тяжелых. В недрах звезды могут образоваться из водорода и гелия многие элементы Периодической системы, но только вплоть до элементов группы железа, обладающего наибольшей энергией связи, приходящейся на одну частицу. Более тяжелые элементы образуются в других более редких процессах, а именно при взрывах сверхновых звезд и частично новых, и поэтому в природе их мало.

Отметим интересное, парадоксальное, на первый взгляд, обстоятельство. Пока вблизи центра звезды идет горение водорода, температура там не может подняться до порога гелиевой реакции. Для этого необходимо, чтобы горение прекратилось, и ядро звезды начало остывать! Остывающее ядро звезды сжимается, при этом повышается напряженность поля

Репозиторий ВГУ

тяготения и выделяется гравитационная энергия, которая нагревает вещество. При повышенной напряженности поля необходима более высокая температура, чтобы давление могло противостоять сжатию, и гравитационной энергии оказывается достаточно, чтобы обеспечить эту температуру. Аналогичный парадокс мы имеем при снижении космического аппарата: чтобы перевести его на более низкую орбиту, его надо притормозить, но при этом он оказывается ближе к Земле, где сила тяжести больше, и скорость его возрастет. Остывание увеличивает температуру, а торможение увеличивает скорость! Такими кажущимися парадоксами полна природа, и далеко не всегда можно доверяться «здравому смыслу».

После начала горения гелия расходование энергии идет очень быстрыми темпами, так как энергетический выход всех реакций с тяжелыми элементами намного ниже, чем при реакции горения водорода и, кроме того, общая светимость звезды на этих этапах значительно возрастает. Если водород горит миллиарды лет, то гелий миллионы, а все остальные элементы — не более тысяч лет. Когда в недрах звезды все ядерные реакции затухают, ничто уже не может препятствовать ее гравитационному сжатию, и оно происходит катастрофически быстро (как говорят, коллапсирует). Верхние слои падают к центру с ускорением свободного падения (величина его на многие порядки превосходит земное ускорение падения из-за несопоставимой разности масс), выделяя огромную гравитационную энергию. Вещество сжимается. Часть его, переходя в новое состояние высокой плотности, образует звезду-остаток, а часть (обычно большая) выбрасывается в пространство в виде отраженной ударной волны с огромной скоростью. Происходит взрыв сверхновой звезды. (Помимо гравитационной энергии в кинетическую энергию ударной волны вносит свой вклад и термоядерное догорание части оставшегося во внешних слоях звезды водорода, когда падающий газ сжимается вблизи звездного ядра -происходит взрыв грандиозной «водородной бомбы»).

На какой стадии эволюции звезды остановится сжатие и что будет представлять собой остаток сверхновой, все эти варианты зависят от ее массы. Если эта масса менее 1,4 солнечной, это будет белый карлик, звезда с плотностью 10^9 кг/м^3, медленно остывающая без внутренних источников энергии. От дальнейшего сжатия ее удерживает давление вырожденного электронного газа. При большей массе (примерно до 2,5 солнечной) образуется нейтронная звезда (их существование предсказано великим советским физиком, нобелевским лауреатом Львом Ландау) с плотностью примерно равной плотности атомного ядра. Нейтронные звезды были открыты как так называемые пульсары. При еще большей исходной массе звезды образуется черная дыра — безудержно сжимающийся объект, который не может покинуть ни один объект, даже свет. Именно при взрывах сверхновых происходит образование элементов тяжелее железа, для которых нужны чрезвычайно плотные потоки частиц высокой энергии, чтобы были достаточно вероятны многочастичные столкновения. Все материальное в этом мире является потомками сверхновых, в том числе и люди, поскольку атомы, из которых мы состоим, возникли когда-то при взрывах сверхновых.

Таким образом, звезды являются не только мощным источником энергии высокого качества, рассеяние которой способствует возникновению сложнейших структур, включающих и жизнь, но и реакторами, в которых производится вся таблица Менделеева — необходимый материал для этих структур. Взрыв заканчивающей свою жизнь звезды выбрасывает в пространство огромное количество разнообразных элементов тяжелее водорода и гелия, которые смешиваются с галактическим газом. За время жизни Вселенной закончили свою жизнь очень многие звезды. Все звезды типа Солнца и более массивные, возникшие из первичного газа, уже прошли свой жизненный путь. Так что сейчас Солнце и ему подобные звезды — это звезды второго поколения (а может быть, и третьего), существенно обогащенные тяжелыми элементами. Без такого обогащения вряд ли около них могли бы возникнуть планеты земного типа и жизнь.

Репозиторий ВГУ

Пеимущественными химическими элементами и в настоящее время являются водород и гелий (почти 75% и 25% каждый). Относительно малого содержания тяжелых элементов, впрочем, оказалось достаточным для образования жизни (по крайней мере, на одном из островков Вселенной вблизи «рядовой» звезды, Солнца — желтого карлика). Помимо уже указанного нами ранее, надо помнить, что в открытом космическом пространстве присутствуют космические лучи, по сути являющиеся потоками элементарных частиц, в первую очередь, электронов и протонов разных энергий. В некоторых областях межзвездного пространства имеются локальные области повышенной концентрации межзвездного вещества, получившие название межзвездных облаков. В отличие от плазменного состава звезды, вещество межзвездных облаков уже содержит (об этом свидетельствуют многочисленные астрономические наблюдения) молекулы и молекулярные ионы. Например, обнаружены межзвездные облака из молекулярного водорода H_2, очень часто присутствуют в спектрах поглощения такие соединения, как ион гидроксила OH, молекулы CO, молекулы воды и др. Сейчас число обнаруженных в межзвездных облаках химических соединений составляет свыше ста. Под действием внешнего облучения и без него в облаках происходят разнообразные химические реакции, зачастую такие, которые невозможно осуществить на Земле по причине особых условий в межзвездной среде. Вероятно, примерно 5 миллиардов лет назад, когда образовалась наша солнечная система, первичным материалом при образовании планет были такие же простейшие молекулы, которые сейчас мы наблюдаем в других межзвездных облаках. Другими словами, процесс химической эволюции, начавшийся в межзвездном облаке, затем продолжился уже на планетах. Хотя сейчас в некоторых межзвездных облаках обнаружены достаточно сложные органические молекулы, вероятно, химическая эволюция привела к появлению «живого» вещества (т. е. клеток с механизмами самоорганизации и наследственности) уже только на планетах. Очень трудно представить организацию жизни в объеме межзвездных облаков.

Планетная химическая эволюция.

Рассмотрим процесс химической эволюции на Земле. Первичная атмосфера Земли содержала в основном простейшие соединения водорода H_2, H_2O, NH_3,CH_4. Кроме этого, атмосфера была богата инертными газами, прежде всего гелием и неоном. В настоящее время обилие благородных газов на Земле ничтожно мало, что означает, что они в свое время диссонировали в межпланетное пространство. Наша современная атмосфера имеет вторичное происхождение. Первое время химический состав атмосферы мало отличался от первичной. После образования гидросферы из атмосферы практически исчез аммиак NH_3, растворившийся в воде, атомарный и молекулярный водород улетучился в межпланетное пространство, атмосфера была насыщена преимущественно азотом N. Насыщение атмосферы кислородом происходило постепенно, сначала благодаря диссоциации молекул воды ультрафиолетовым излучением Солнца, затем, и главным образом, благодаря фотосинтезу растений.

Не исключено, что некоторое количество органических веществ было принесено на Землю при падении метеоритов и, возможно, даже комет. Например, в кометах присутствуют такие соединения, как N, NH_3, CH_4 и др. Известно, что возраст земной коры примерно равен 4,5 млрд лет. Имеются также геологические и геохимические данные, указывающие на то, что уже 3,5 млрд лет назад земная атмосфера была богата кислородом. Таким образом, первичная атмосфера Земли существовала не более 1 млрд лет, а жизнь возникла, вероятно, даже раньше.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал, иллюстрирующий, каким образом такие простые вещества, как вода, метан, аммиак, окись углерода, аммонийные и фосфатные соединения превращаются в высокоорганизованные структуры, являющиеся строительными кирпичиками клетки. Американские ученые Кельвин, Миллер и Юри провели ряд опытов, в результате которых было показало, как в первичной атмосфере могли возникнуть аминокислоты. Ученые создали смесь газов —

Репозиторий ВГУ

метана CH_4, молекулярного водорода H_2, аммиака NH_3 и паров воды H_2O, моделирующую состав первичной атмосферы Земли. Через ату смесь пропускали электрические разряды, в результате в исходной смеси газов были обнаружены глицин, аланин и другие аминокислоты. Вероятно, существенное влияние на химические реакции в первичной атмосфере Земли оказывало Солнце своим ультрафиолетовым излучением, которое не задерживалось в атмосфере в связи с отсутствием озона.

Немаловажное значение на химическую эволюцию оказали не только электрические разряды и ультрафиолетовое излучение Солнца, но и вулканическое тепло, ударные волны, радиоактивный распад калия К (доля энергии распада калия примерно 3 млрд лет назад на Земле была второй, после энергии ультрафиолетового излучения Солнца). Например, газы, выделяющиеся из первичных вулканов (O_2, CO, N_2, H_2O, H_2, S, H_2S, CH_4, SO_2), при воздействии различных видов энергии реагируют с образованием разнообразных малых органических соединений, типа: цианистый водород HCN, муравьиная кислота HCO_2H, уксусная кислота H_3CO_2H, глицин $H_2NCH_2CO_2H$ и т. д. В дальнейшем, опять же при воздействии различных видов энергии, малые органические соединения реагируют с образованием более сложных органических соединений: аминокислоты

Таким образом, на Земле были условия для образования сложных органических соединений, необходимых для создания клетки.

В настоящее время еще нет единой логически последовательной картины, как из первичной «суперкапли материи» под названием Вселенная после Большого Взрыва возникла жизнь. Но уже многие элементы этой картины ученые представляют и считают, что так все и происходило на самом деле. Одним из элементов этой единой картины эволюции является химическая эволюция. Пожалуй, химическая эволюция - это один из аргументированных элементов единой картины эволюции хотя бы потому, что допускает экспериментальное моделирование химических процессов (чего, например, нельзя сделать в отношении условий, аналогичных тем, что были вблизи «большого взрыва»). Химическая эволюция прослеживается вплоть до элементарных кирпичиков живой материи: аминокислот, нуклеиновых кислот.

Резюме

В настоящее время еще нет единой логически последовательной картины, как во Вселенной после «большого взрыва» возникла жизнь. Но уже многие элементы этой картины ученые представляют и считают, Что так все и происходило на самом деле. Одним из элементов этой единой картины эволюции является химическая эволюция. Положения химической эволюции выступают как один из аргументированных элементов единой картины эволюции хотя бы потому, что допускают экспериментальное моделирование химических процессов (чего, например, нельзя сделать, т. е. создать опытным путем условия, аналогичные тем, что были вблизи «большого взрыва»). Химическая эволюция прослеживается вплоть до элементарных кирпичиков живой материи: аминокислот, нуклеиновых кислот.

Вопросы для обсуждения

1) Звезды как источники тяжелых химических элементов.

Особенно интересно рассмотреть процесс взрыва сверхновой. Вероятно, что атомы, из которых состоит «живая» материя, в том числе и мы с вами, когда-то были в недрах какой-либо (или каких-либо) сверхновой.

2) Химические реакции в межзвездных облаках.

3) Химическая эволюция на Земле.

Репозиторий ВГУ

Влияние различных энергетических факторов на ход химических реакций (электрические разряды молний, ультрафиолетовое излучение, радиоактивный распад, удары метеоритов, вулканизм).

Концепции и принципы биологического естествознания

Объекты биологического познания и структура биологических наук

Исторически биология развивалась как описательная (феноменологическая) наука о многообразных формах, видах и взаимосвязях растительного и животного мира. Это позволяет в начале XXI века определить ее как совокупность наук о живой природе, многообразии существовавших и существующих живых организмов, их строении и функциях, происхождении, распространении и развитии, связях друг с другом и с неживой природой. Биология устанавливает закономерности, возникающие в живых системах во всех их проявлениях (метаболизм или обмен веществ, наследственность, изменчивость, рост, раздражимость, подвижность, приспособляемость и др.).

В биологии, как ни в какой другой науке, важнейшую роль играли и играют методы анализа, систематизации и классификации эмпирического материала, заложенные впервые Аристотелем, затем продолженные К. Линнеем (1707-1778 гг.), Ж. Бюффоном (1707-1788 гг.), Ж. Ламарком (1744-1829 гг.), Э. Сент-Илером (1772-1844 гг.) и великим Ч. Дарвином (1809-1882 гг.). Структуру биологии как науки, как обширной совокупности наук сегодняшнего дня, можно рассматривать с нескольких точек зрения классификации и систематизации: по объектам, по свойствам, по уровням организации живого, выделять в ней основные этапы и биологические парадигмы.

По объектам исследования биологию подразделяют на вирусологию, бактериологию, ботанику, зоологию, антропологию.

По свойствам, проявлениям живого допускается следующая классификация биологических наук: морфология — наука о строении живых организмов; физиология — наука о функционировании организмов; молекулярная биология — наука о микроструктуре живых тканей и клеток; биоэкология — наука об образе жизни сообществ растительного и животного мира, их взаимосвязях с окружающей средой; генетика — наука о наследственности и изменчивости.

По уровню организации живых организмов выделяют: анатомию - науку о макроскопическом строении животных и человека; гистологию — науку о строении тканей; цитологию — науку о строении живых клеток.

Исторически в биологии свершились три этапа: 1-й — систематики (К. Линней); И-й — эволюционный (Ч. Дарвин); III-й — биологии микромира (Т. Мендель, 1822-1884 гг.), каждый из которых порождал соответствующую биологическую парадигму (научно-исследовательскую программу).

Выявленные в ходе изучения живого масштабы позволяют дать следующую иерархию (структуру) уровней организации живых систем, в которой отражены их сложность и закономерности функционирования:

1. Биосферный — рассматривающий целостность всех живых организмов и окружающей среды, порождающий глобальную экологию планеты.

2. Уровень биогеоценозов — структурный уровень единства флоры и фауны (биоценоза) с населяемой географической областью планеты.

(Данное определение биогеоценоза предложил выдающийся советский биолог В. Н. Сукачев; употребляется как синоним экосистемы)

Репозиторий ВГУ

3. Популяционно-видовой уровень — образующийся свободно скрещивающимися между собой особями одного и того же вида.

4. Организменный или органо-тканевый уровень — все об отдельных особях: строение; физиология; поведение; функции органов и тканей.

5. Клеточный и субклеточный уровни — отражающие особенности функционирования и специализацию клеток, внутриклеточных особенностей.

6. Молекулярный уровень, на котором решаются проблемы генетики, генной инженерии и биотехнологий.

Не имея возможности осветить все аспекты биологических структур и концепций, остановимся лишь на особо значимых.

Концепции и гипотезы естествознания о человеке

Человек — сложная целостная система, которая сама является компонентом более сложных систем — биологической и социальной. Одной стороной человек принадлежит живой и неживой природе, другой — социальному миру. А в целом он является предметом изучения различных наук, но в нашем случае речь пойдет о том аспекте, который связан с естественнонаучным познанием человека.

Вопрос, на который следует ответить, и в этом суть антропогенеза, заключается в том, как и почему биологический организм, принадлежащий к типу хордовых, подтипу позвоночных, семейству гоминид, превращается в человека — существо не только биологическое, но и социальное, в носителя культуры.

Антропогенез в нынешней научной картине мира предстает как процесс со многими неизвестными. Это объясняется тем, что, по словам блестящего французского философа, биолога, палеонтолога и антрополога П. Тейяра де Шардена (1881-1955 гг.), человек является «осью и вершиной эволюции» мира и «расшифровать человека значит, в сущности, попытаться узнать, как образовался мир и как он должен продолжать образовываться» (в связи с этим см. главу 11).

Теическая гипотеза происхождения человека (творение Бога)

До XX века в европейской мысли господствовала теическая антропологическая концепция, согласно которой мир появился в результате акта божественного творения по принципу: «И сказал Бог: да будет... и стало...». Это же относится и к акту творения человека. В Библии сказано: «И сказал Бог: сотворим человека по образу Нашему, по подобию Нашему... И сотворил Бог человека по образу Своему, по образу Божию сотворил его; мужчину и женщину сотворил» (Бытие I, 26, 27). Согласно данной концепции, мир не имеет развития в истории. Прошлое и будущее точно такое же, как настоящее. Это полностью относится и к человеку. Мир появился потому, что так повелел Бог. Вот единственная причина его сотворения. Таким образом, в приведенной концепции отсутствует то главное, что делает ее научной, — объяснение естественных причин и закономерностей появления и развития мира и человека. Кроме того, можно ведь задавать вопрос (нельзя исключить, что кощунственный) — а Кто сотворил Бога?, а кто сотворил Того, Кто сотворил Бога? и т. д. до бесконечности.

Репозиторий ВГУ

Эволюционные концепции происхождения человека

Интенсивное научное осмысление проблемы антропогенеза началось в XIX веке, и главное достижение в этой области связано с утверждением эволюционной теории. В 1871 г. в книге «Происхождение человека и половой отбор» Чарлз Дарвин высказал предположение о животной связи человека с высшими приматами. О прямой связи человека с обезьяноподобными предками несколько позже стал говорить и писать его преданный сторонник и пропагандист немецкий биолог Эрнст Геккель, автор, кстати, и знаменитой дарвинской наследственной эволюционной триады. Эволюция в органическом мире осуществляется в результате трех основных факторов: изменчивости, наследственности и естественного отбора, это и есть якобы дарвинская триада, но на самом деле геккелевская. Благодаря этому единому процессу организмы в результате эволюции накапливают все новые приспособительные признаки, что и ведет, в конечном счете, к образованию новых видов. Э. Геккель (1834-1919 гг.) выдвинул гипотезу о существовании в прошлом промежуточного между обезьяной и человеком вида, который он назвал питекантропом («обезьяночеловек»). Он же предположил, что не современные обезьяны были предками человека, а дриопитеки («древние обезьяны»), которые жили в середине третичного периода (70 млн лет назад). От них одна линия эволюции пошла к шимпанзе и гориллам, другая — к человеку. Двадцать миллионов лет назад, под влиянием похолодания, джунгли с северных территорий отступили на юг, и одной из ветвей дриопитеков пришлось спуститься с деревьев и перейти к прямохождению (так называемые «рамопитеки», останки которых найдены в Индии и названы в честь бога Рамы).

В 1960 г. английский археолог Л. Лики открыл в Восточной Африке «человека умелого», возраст которого 2 млн лет, а объем мозга 670 см^3. В этих же слоях были обнаружены орудия труда из расколотой речной гальки. Позже, на озере Рудольф в Кении были найдены остатки существ того же типа возрастом 5,5 млн лет. После этого укрепилось мнение, что именно в Восточной Африке в четвертичном периоде кайнозойской эры произошло разделение человека и человекообразных обезьян, т. е. разошлись эволюционные линии человека и шимпанзе. Эти выводы подтверждены измерениями по так называемым «молекулярным часам». Скорость изменения генов за счет точечных мутаций устойчива на протяжении долгих периодов времени, и ее можно использовать для датировки ответвления данной эволюционной ветви от общего ствола.

Что было причиной появления человека именно в одном месте? В Восточной Африке имеют место открытые выходы урановых пород, т. е. на поверхность суши, и существует повышенная радиация. Таким образом, здесь эволюционные изменения могли протекать более быстрыми темпами. Возникший вид, физически более слабый, чем окружение, должен был, чтобы выжить, вести общественный образ жизни и развить разум как мощный инструмент слабого от природы существа, не обладающего достаточными естественными органами защиты.

«Человека умелого» относят к австралопитекам (переводится как «южная обезьяна»), останки которого впервые найдены в Африке в 1924 г. Объем мозга австралопитека не превышал объема мозга человекообразных обезьян, но он уже был способен к созданию орудий труда.

Гипотетически предположенным Э. Геккелем питекантропом были названы останки, обнаруженные в 1891 г. на острове Ява (Юго-Восточная Азия). Существа, жившие 500 тысяч лет назад, имели рост более 150 см, объем мозга примерно 900 см^3, использовали ножи, сверла, скребки, ручные рубила. В 20-е годы XX века П. Тейяром де Шар-деном в Китае был найден синантроп («китайский человек») с близким к питекантропу объемом мозга. Он использовал огонь и сосуды, но еще не имел речи.

Репозиторий ВГУ

В 1856 г. в долине Неандерталь в Германии обнаружили останки существа, жившего 150—40 тыс. лет назад, названного неандертальцем. Он имел объем мозга, близкий к современному человеку, но покатый лоб, надбровные дуги, низкую черепную коробку; жил в пещерах, охотясь на мамонтов. У неандертальца впервые обнаружены захоронения трупов.

Наконец, в пещере Кро-Маньон во Франции в 1868 г. были найдены останки существа, близкого по облику и объему черепа к современному человеку, имевшему рост 180 см и жившему от 40 до 15 тыс. лет назад. Это и есть Homo sapiens, или «человек разумный». В эту же эпоху появились расовые различия людей.

У. Хавеллз утверждает, что человек современного типа возник 200 тыс. лет назад в Восточной Африке. Эта гипотеза получила название «Ноева ковчега», потому что, по Библии, все расы и народы произошли от трех сыновей Ноя — Сима, Хама и Иафета. В соответствии с этой версией питекантроп, синантроп и неандерталец — не предки современного человека, а различные группы гоминид, вытесненные «человеком прямоходящим» из Восточной Африки. В пользу данной гипотезы существуют генетические исследования, которые, однако, не всеми антропологами и палеонтологами признаются достаточно надежными.

Альтернативная точка зрения мультирегиональной эволюции человечества утверждает, что только архаичные люди возникли в Африке, а современные — там, где они живут сейчас. Человек покинул Африку не менее 1 млн лет назад. Эта гипотеза основывается на палеонтологическом сходстве между современными людьми и далекими предками, живущими в местах их обитания.

Какая из этих гипотез справедлива, сказать пока невозможно, так как палеонтологическая летопись неполна и промежуточные виды между человеком и обезьянами до сих пор в полном объеме неизвестны.

Вся цепочка предшественников современного человека, с точки зрения сегодняшнего естествознания, будет выглядеть так: самый древний известный науке предок человека и высших обезьян — рамопитек — жил на территории от Индии до Африки около 14 млн лет назад. Примерно 10 млн лет назад от него отделился предок орангутанга — сивапитек, который остался в Азии. Общий же предок гориллы, шимпанзе и человека, по-видимому, обосновался в Африке, поскольку именно там обнаружены древнейшие орудия труда (изготовленные 2,5 млн лет назад) и остатки жилья (возраст 1,75 млн лет). В Африке найдены останки «человека умелого» — зинджантропа, жившего 2 млн лет назад. Он обладал уже такими человеческими признаками, как прямохождение и заметная развитость кисти руки. При этом название «умелый» ему дано за умение изготовить и применить первобытные каменные орудия труда. От «человека умелого» прослеживается связь с древнейшим человекообразным существом -австралопитеком, жившем от 4 до 2 млн лет назад. Далее развитие современного человека прослеживается более определенно: питекантроп (1,9-0,65 млн лет назад); синантроп (400 тыс. лет назад), неандерталец, появившийся по разным данным от 200 до 150 тыс. лет назад, и, наконец, кроманьонец, наш непосредственный предок, возникший от 200 до 40 тысяч лет назад.

Необходимо отметить, что антропогенез не следует представлять в виде линейного процесса. Поэтому, очевидно, следует прислушаться к мнению отечественного ученого Р. Левонтина, концепция которого к тому же хорошо согласуется с теорией самоорганизации. «Все попытки доказать, — пишет он, — что тот или иной ископаемый является нашим прямым прародителем, отражают устаревшее представление об эволюции как о строго линейном процессе и о том, что все ископаемые формы должны составлять некую единую последовательность, соединяющую прошлое с настоящим». Говоря о нелинейности процесса антропогенеза, следует иметь в виду, что эволюция осуществляется в процессе постоянного возникновения новых ответвлений (бифуркаций), большая часть которых очень быстро

Репозиторий ВГУ

исчезает. В каждый период времени существует множество параллельных эволюционных линий, происходящих от общего предка.

Высокую научную ценность получили обнаруженные в 1974 г. английским палеонтологом Л. Лики останки Australopithecus afarensis — «южной обезьяны с Афора». Останки женского пола, отчего они получили собственное имя «Люси». Она умерла около 3,7 млн лет назад и долго считалась антропологами самым древним нашим предком на древе эволюции. Два десятилетия спустя, летом 1995 г., на берегу озера Туркана, в той же Восточной Африке, был найден Australopithecus anamensis — «южная обезьяна с озера». Возраст останков — от 3,9 до 4,2 млн лет, т. е. старше, чем Люси. Это существо было прямоходящим и по своему строению находится на прямой линии общего развития гоминидов — далеких предков человека, но также и человекообразных обезьян.

В том же 1995 г. в результате раскопок французских исследователей в Чаде — примерно в 2500 км западнее мест, где были сделаны все предыдущие находки в Восточной Африке, был открыт новый вид австралопитеков, который получил имя Australopithecus bahrekgazali — «южная обезьяна с реки Газелей». Как из потомков Australopithecus anamensis и «Люси» позже развились другие формы предчеловека — вопрос, вызывающий большой спор. Уже теперь известно много линий, а палеонтологи находят все новые. Известный немецкий специалист в этой области Ф. Шрек проповедует такую мысль: существовавший от 2,5 до 1,9 млн лет назад Homo rudolfensis, нижнюю челюсть которого его группа нашла в 1991 г. около озера Малави, занимает центральное место в линии становления человека. Вместе с этим представителем рода «человек» его единоплеменники из Восточной Африки могут быть отнесены к первым в истории людям. Возможно, ближайшие потомки Homo dolfesis начали примерно 2 млн лет назад цепочку переселения из Африки. Возможно, и переселенцами на Яву могли быть потомки рода Homo rudolfesis, и тогда становится ясно, что это существо появилось в Азии около 1,8 млн лет назад.

В середине прошлого столетия выдвигалась гипотеза прихода готового Homo sapiens в Европу из Азии, однако она не нашла необходимой поддержки, так как опиралась на довольно скудный материал (черепа из Сванскомба и Фонтешевада). Российский археолог Юрий Мочанов в Центральной Якутии нашел 400 предметов, изготовленных, по-видимому, рукой человека. По предварительным данным, стоянка имеет возраст 2,5-1,8 млн лет. Позднее там был найден даже череп. Если принять за отправную точку существование древних людей 2,5-1,8 млн лет назад в Якутии, то следующим логическим шагом должно быть признание того, что возникновение рода человеческого произошло в западной части Северо-Восточной Азии, а не в Африке, как считается общепризнанным сейчас, или допустить возможность очень быстрой миграции ранних предков человека лз Африки на север Сибири. С этой новостью археологи не могут так легко и сразу примириться. В числе скептиков — видный антрополог Ричард Клейн из Стен-фордского университета, не допускающий возможности «переписать наново историю эволюции человека на основании данных, полученных всего в одном месте раскопок».

Так или иначе, перед учеными — новая загадка, которую им предстоит решить. Основная проблема в восстановлении эволюции человека состоит в том, что у нас нет близких родственников среди живущих ныне предков. Наше ближайшие, хотя и не очень близкие, в настоящее время живущие родственники — шимпанзе и горилла — были связаны с нами общим предком не менее 7 млн лет назад.

Мутационные гипотезы происхождения человека

В антропологии выдвинут ряд гипотез, которые пытаются разрешить эту Проблему, предполагая, что человек стал человеком благодаря: жизни в воде; мутации в клетках мозга

Репозиторий ВГУ

гоминид, вызванной жесткими излучениями вспышки сверхновой звезды, либо инверсиями геомагнитного поля; мутант в сообществе гоминид появился в результате теплового стресса. Рассмотрим эти гипотезы в изложенном порядке.

Весьма оригинальной является гипотеза шведского исследователя Я. Линдблада. Согласно ей, южноамериканские индейцы, живущие в тропическом лесу, являются самыми древними людьми на Земле, причем предшественником человека была «безволосая обезьяна», или «икспитек», ведущая водный образ жизни. Именно редуцированная волосатость, прямохождение, длинные волосы на голове, присущие только человеку эмоциональность и сексуальность обусловлены особенностями образа жизни водяного гоминида (меньшую часть суток он проводил на берегу). «Как всегда, когда новый образ жизни повышает процент выживания, — пишет Я. Линдблад, — мутационные изменения наследственных структур влекут за собой приспособление к водной среде. Здесь это выражается в уменьшении волосатости тела и развитии слоя подкожного жира. Однако на голове волосы длинные — важный фактор для выживания детенышей. У детенышей первые годы жизни особенно мощный слой подкожного жира. Ноги икспитека длиннее рук, большие пальцы ног не противопоставляются и направлены вперед. Осанка при ходьбе более прямая — возможно, такая же, как у нас. Другими словами, у икспитека вполне человеческий вид, во всяком случае, на расстоянии». Дальнейшее развитие черепа и мозга привело к появлению человека современного типа. В рамках сформировавшегося в последнее время такого направления научных исследований, как «космический катастрофизм», выдвинута гипотеза о возникновении современного человека в связи со вспышкой близкой сверхновой звезды. Зафиксировано то весьма удивительное обстоятельство, что вспышка близкой сверхновой в нашей Галактике звезды по времени (происходящая один раз в 100 млн лет) приблизительно соответствует возрасту древнейших останков человека разумного (35-60 тыс. лет назад). К тому же некоторые из антропологов считают, что появление современного человека обусловлено мутацией. А импульсы гамма- и рентгеновского излучения от вспышки сверхновой звезды, как известно, сопровождаются кратковременным увеличением числа мутаций. В этом случае на поверхности Земли резко увеличивается интенсивность ультрафиолетового излучения, являющегося мутагенным агентом, который, в свою очередь, инициирует появление других мутагенов. В конечном счете, можно сказать, что жесткое излучение, порожденное взрывом сверхновой, могло вызвать необратимые изменения в клетках мозга, что привело к формированию разумных мутантов вида ?человека разумного». Во всяком случае, со вспышками сверхновых современная наука связывает: образование Солнечной системы, происхождение жизни и, возможно, происхождение современного типа человека с его цивилизацией.

Другая гипотеза исходит из того, что современный человек-мутант, возникший вследствие инверсии земного магнитного поля. Установлено, что земное магнитное поле, которое в основном задерживает космические излучения, по неизвестным до сих пор причинам иногда ослабевает; тогда и происходит перемена магнитных полюсов, т. е. геомагнитная инверсия. Во время таких инверсий степень космических излучений на нашей планете резко возрастет. Исследуя историю Земли, палеомагнетологи пришли к выводу, что в течение последних 3 млн лет магнитные полюса Земли четырежды менялись местами. Некоторые обнаруженные останки первобытных людей относятся к эпохе четвертой геомагнитной инверсии. Такое необычное стечение обстоятельств приводит к мысли о возможном влиянии космических излучений на появление человека. Эту гипотезу усиливает следующий факт: человек появился в то время и в тех местах, в которых сила радиоактивного излучения оказалось наиболее благоприятной для изменения человекообразных обезьян. Именно такие условия возникли около 3 млн лет назад в Южной и Восточной Африке — в период отделения человека от мира животных. По мнению геологов, в этом регионе в силу сильных землетрясений обнажились залежи радиоактивных руд. Это, в свою очередь, вызвало мутацию у какого-то вида обезьян, который был наиболее

Репозиторий ВГУ

предрасположен к изменению генетических черт. Вполне возможно, что около 3 млн лет назад длительное воздействие радиоактивного излучения настолько глубоко изменило австралопитека, что он стал способен совершать действия, необходимые для его безопасности и обеспечения пищей. В соответствии с этой гипотезой питекантроп появился около 700 тыс. лет назад, когда же наступило второе изменение геомагнитных полюсов Земли (250 тыс. лет назад), появляется неандерталец, возникновение же современного человека приходится на четвертую геомагнитную инверсию. Такой подход вполне правомерен, ибо известна роль геомагнитного поля в жизнедеятельности организмов, в том числе и человека.

Следующая гипотеза сообщает, что все мы принадлежим к одному подвиду «человека разумного» и происходим от одной праматери и одного праотца, вполне конкретные мужчина и женщина (точнее, как теперь считается, группа из примерно 20 мужчин и 20 женщин), потомками которых являемся мы, ныне живущие люди. Более строго, как мы увидим, их следует называть генетическими Адамом и Евой. Их реальное существование признается научным большинством, но некоторые ученые в этом пока сомневаются. Адам и Ева жили приблизительно 150-200 тыс. лет назад в Африке, и их еще нельзя относить к человеку разумному, а скорее, к человеку прямоходящему. Они жили в разных местах и в разное время. Естественно, что они были не одни — вокруг них и одновременно с ними жили еще десятки тысяч других вполне таких же людей. Определенно некоторые из них также являются нашими предками. Разница в том, что эти другие были предками кого-то из нас, может, даже многих из нас, но, что принципиально, не всех. Понятие же о генетических Адаме и Еве предполагает, что эти два «человека» являются прямыми предками ВСЕХ людей, живущих сейчас на Земле.

Такова общая гипотетико-теоретическая ситуация разработки проблемы антропогенеза на сегодняшний день. Не все в ней до конца выяснено и объяснено, не во всем ученые согласны между собой. Но в этом нет ничего удивительного, ибо мы имеем дело с венцом творения природы — человеком. Важно подчеркнуть следующее: в науке можно считать доказанным тот факт, что человек — это продукт естественного развития природы. Своими корнями он уходит в биосферу Земли и является ее законнорожденным ребенком.

Концепции этнологии

Этнология — (от греческого ethnos — нация, народ, логия) народоведение, наука, изучающая бытовые и культурные особенности народов мира, проблемы происхождения (этногенез), расселения (этнография) и культурно-исторических взаимоотношений народов. Оформилась как наука в XIX веке с возникновением эволюционной школы, появлением исследований Л. Г. Моргана и книги Ф. Энгельса «Происхождение семьи, частной собственности и государства» (1884 г.), в которой сформулированы основы учения о первобытно-общинном строе. Большие заслуги в развитии этнологии в России принадлежат Н. Н. Миклухо-Маклаю, М. М. Ковалевскому, Д. Н. Ану-чину. Этнология — это рождающаяся наука. Потребность в ней возникла лишь во второй половине XX века, когда выяснилось, что простое накопление этнографических собраний и наблюдений грозит тем, что наука, не ставящая проблем, превратится в бессмысленное коллекционирование. И вот возникли на наших глазах обществоведение и этнология — две дисциплины, интересующиеся одним, на первый взгляд, предметом — человеком, но в совершенно разных аспектах. И это закономерно. Каждый человек одновременно член социума и член этноса, а это далеко не одно и то же.

Человечество, существующее на Земле совсем немного, каких-нибудь 30-50 тыс. лет, тем не менее, произвело на ее поверхности перевороты, которые В. И. Вернадский

Репозиторий ВГУ

приравнивал к геологическим переворотам малого масштаба. Эта проблема актуальна для нашего поколения, а особенно актуальной станет она для наших потомков. Человек как существо биологическое относится к роду Homo. Для этого рода при его появлении на Земле было характерно довольно большое разнообразие видов. Это касается и тех видов Homo, которых мы, строго говоря, не вправе считать людьми, а именно: питекантропов и неандертальцев. Этнос у человека — это то же, что прайды у львов, стаи у волков, стада у копытных животных. Это форма существования вида Homo sapiens и его особей, которая отличается как от социальных образований, так и от чисто биологических характеристик, какими являются расы.

В количестве рас мнения ученых-антропологов расходятся — четыре или шесть. И по внешнему виду, и по психофизическим особенностям представители различных рас весьма отличаются друг от друга. Раса — относительно стабильная биологическая характеристика вида людей, но при этом никак не форма их общежития, способ их совместной жизни. Расы различаются по чисто внешним признакам, которые можно определить анатомически. Так же как не совпадает этнос с расой, не совпадает он и с другой биологической группировкой особей — популяцией. Популяция — сумма особей, живущих в одном ареале и беспорядочно между собою скрещивающихся. В этносе всегда есть брачные ограничения. Два этноса могут сосуществовать на одной территории веками и тысячелетиями. Могут взаимно друг друга уничтожать или один уничтожит другой. Значит, этнос не биологическое явление, так же как и не социальное. «Вот почему предлагаю этнос считать явлением географическим, — писал отечественный этнолог С. Лурье, — всегда связанным с вмещающим ландшафтом, который кормит адаптированный этнос». А поскольку ландшафты Земли разнообразны, разнообразны и этносы.

Зависимость человека от окружающей его природы, точнее, от географической среды, не оспаривалось никогда, хотя степень этой зависимости расценивалась разными учеными различно. Но, в любом случае, хозяйственная жизнь народов, населяющих и населявших Землю, тесно связана с ландшафтами и климатом населенных территорий. Подъем и упадок экономики древних эпох проследить довольно трудно из-за неполноценности информации, получаемой из первоисточников. Но есть индикатор — военная мощь.

О значении географических условий, например, рельефа для военной истории, говорилось давно, можно сказать, всегда. Однако останавливаться на такой ясной проблеме в XX веке нецелесообразно, потому что и история ныне ставит куда более глубокие задачи, чем раньше, и география отошла от простого описания диковинок нашей планеты и обрела возможности, которые нашим предкам были недоступны.

Поэтому вопрос стоит иначе. Не только как влияет географическая среда на людей, но и в какой степени сами люди являются составной частью той оболочки Земли, которая сейчас именуется биосферой. На какие именно закономерности жизни человечества влияет географическая среда и на какие не влияет? Эта постановка вопроса требует анализа. Говоря об истории человечества, обычно имеют в виду общественную форму движения истории, т. е. прогрессивное развитие человечества как целого по спирали. Это движение спонтанное и уже из-за одного этого этому не может быть функцией каких бы то ни было внешних причин. На эту сторону истории ни географические, ни биологические воздействия влиять не могут. Так на что же они влияют? На организмы, в том числе и людские. Этот вывод сделан уже в 1922 г. выдающимся русским физиогеографом Львом Бергом для всех организмов, в том числе и для людей: «Географический ландшафт воздействует на организмы, принудительно заставляя все особи варьировать в определенном направлении, насколько это допускает организация вида. Тундра, лес, степь, пустыня, горы, водная среда, жизнь на островах и т. д. — все это накладывает особый отпечаток на организмы. Те виды, которые не в состоянии приспособиться, должны переместиться в другой географический ландшафт или вымереть». А под «ландшафтом» понимается «участок земной поверхности, качественно отличный от других участков, окаймленный естественными границами и представляющий

Репозиторий ВГУ

собой целостную и взаимно обусловленную закономерную совокупность предметов и явлений, которая типически выражена на значительном пространстве и неразрывно связана во всех отношениях с ландшафтной оболочкой». Берг в своих трудах сформулировал эволюционную концепцию номогенеза как процесса, протекающего по определенным внутренним закономерностям, не сводимым к воздействиям внешней среды. В отличие от Дарвина, Берг полагал, что наследственная изменчивость закономерна и упорядочена (например, гомологическими рядами), а естественный отбор не движет эволюцию, но лишь «охраняет норму». Он полагал также, что всему живому присуща изначальная целесообразность (так думал и Аристотель, строя свою лестницу существ) реакций на воздействие внешней среды, развитие же совершается за счет некой независимой от среды силы, направленной в сторону усложнения биологической организации. В наше время идеи номогенеза развивали выдающиеся русские ученые биологи А. А. Любищев и С. В. Мейен.

Теория пассионарности Л. Н. Гумилева

Выдающимся русским историком Львом Гумилевым (сыном великих русских поэтов Николая Гумилева и Анны Ахматовой) представлена исключительно биологизаторс-кая концепция этноса (нации). Он рассматривает этносы как часть биосферы Земли, подверженной влиянию взаимодействующих космических и земных электромагнитных полей и излучений, но он вместе с тем подчеркивает, что этнос не может считаться только биологическим, равно как и только социальным явлением. Гумилев соединил, как он сам об этом неоднократно говорил, служение Прекрасной Даме Истории с признанием несомненных достоинств ее Мудрой Сестры Географии, которая роднит людей с их праматерью — биосферой планеты Земля. В этой связи он предлагает считать этнос явлением географическим, всегда связанным с вмещающим ландшафтом, который питает адаптированный этнос. По мнению Гумилева, этнос является системной целостностью и возникает в определенное историческое время. Этнос — система закрытая, т. е. замкнутая, поскольку нет жесткой связи частей, но эти части нуждаются друг в друге. Этнос в какую-то историческую эпоху получает свою энергию, с помощью которой начинает существовать, живет примерно 1200-1500 лет, и, растратив ее путем рассеивания (диссипации, как и природные системы, которые мы исследовали в предыдущих главах книги), этнос распадается или образует гомеостаз. Этапы указанного этногенеза таковы:

1) подъем, или динамическая (завоевательная) фаза;

2) «перегрев», надлом, акматическая (от французского «акмэ» — «вершина») фаза;

3) переход в нормальное состояние, или инерционная фаза;

4) обскурация (от латинского obscurans — затемняющий, враждебный), или фаза затухающих колебаний.

На фазе подъема «интересы этноса выше всего»; ведутся войны; интересы индивида подчинены обществу; ведется интенсивное преобразование природы. В акмати-ческой фазе этнос достигает своей вершины, после которой неизбежен спад вниз. В инерционной фазе основной лозунг индивида «будь самим собой», т. е. процветает индивидуализм; льется кровь, но культура развивается, растранжириваются богатства и слава, накопленные предками. В фазе обскурации, враждебности основные лозунги «будь как все», «мы устали от великих»; каждый думает только о себе; продолжается рост культуры. Этнос достигает гомеостаза. В конце развития этноса — футуристическое восприятие времени, забвение прошлого и настоящего ради будущего, приводящее к губительным восстаниям и крушению. Гибель через 1200-1500 лет настигает этнос под влиянием собственного разложения или

Репозиторий ВГУ

нашествия других более молодых этносов. Последние стадии — мемориальная (остается только память как совокупность того, что было познано) и реликтовая (память исчезает).

Начало же всему этногенезу дает некий пассионарный толчок, приводящий к появлению некоторого числа энергичных (пассионарных) личностей, которые ведут людей за собой. Пассионарностъ — это характерологическая доминанта, необоримое внутреннее стремление (осознанное или, чаще, неосознанное) к деятельности, направленной на осуществление какой-либо цели (часто иллюзорной). Заметим, что цель эта представляется пассионарной особи иногда ценнее даже собственной жизни, а тем более жизни и счастья современников и соплеменников. Пассионарностъ происходит от латинского слова passio — страсть.

Пассионарность отдельного человека может сопрягаться с любыми способностями: высокими, средними, малыми; она не зависит от внешних воздействий, являясь чертой психической конституции данного человека; она не имеет отношения к этике, одинаково легко порождая подвиги и преступления, благо и зло, творчество и разрушения, исключая только равнодушие; она не делает человека «героем», ведущим «толпу», ибо большинство пассионариев находятся в составе «толпы», определяя ее потентность в ту или иную эпоху развития этноса.

Модусы (вид, проявление, разновидность) пассионар-ности разнообразны: тут и гордость, стимулирующая жажду власти и славы в веках; тщеславие, толкающее на демагогию и творчество; алчность, порождающая скупцов, стяжателей и ученых, копящих знания вместо денег; ревность, влекущая за собой жесткость и охрану.

Большая система может быть создана и существовать только за счет энергетического импульса, производящего работу (в физическом смысле), благодаря которой система имеет внутренние развитие и способность сопротивляться окружению. Л. Гумилев этот эффект энергии в этносе называл пассионарным толчком и проанализировал историко-географические условия, облегчающие его активизацию. Он писал, что, согласно наблюдениям, новые этносы возникают не в монотонных ландшафтах, а на границах ландшафтных регионов и в зонах этнических контактов, где неизбежна интенсивная метисация. Есть еще и субпассионарии, у которых пассионарность меньше, чем импульс инстинкта. Наличие субпассионариев для этноса также важно, как и наличие пассионариев, потому что они составляют известную часть этнической системы. Субпассионарии разные. Доза пассио-нарности может быть столь мала, что не погашает даже самых простых инстинктов и рефлексов. Носитель такой пассионарности готов пропить последний рубль, ибо его тянет к алкоголю, и он забывает обо всем.

Пассионарность имеет еще одно качество, которое чрезвычайно важно: она ЗАРАЗИТЕЛЬНА! Пассионарность ведет себя, как электричество при индуцировании соседнего тела: «Это еще Толстой отметил в «Войне и мире», что когда в цепи солдат кто-то крикнет: «Ура!», то цепь бросается вперед, а когда крикнут: «Отрезаны!», то все бегут назад» — писал Гумилев.

Несомненно, что подавляющее число поступков, совершаемых людьми, диктуется инстинктом самосохранения, либо личного, либо видового. Последнее проявляется в стремлении к размножению и воспитанию потомства. Однако пассионарность имеет обратный вектор, ибо заставляет людей жертвовать собой и своим потомством, которое либо не рождается, либо находится в полном пренебрежении ради иллюзорных вожделений: честолюбия, тщеславия, гордости, алчности, ревности и прочих страстей. Следовательно, можно рассматривать пассионарность как антиинстинкт, или инстинкт с обратным знаком.

Как инстинктивные, так и пассионарные импульсы регулируются в эмоциональной сфере. Но ведь психическая деятельность охватывает и сознание. Значит, следует отыскать в области сознания такое деление импульсов, которое можно было бы сопоставить с описанным выше. Иными словами, все импульсы должны быть разделены на два разряда: 1)

Репозиторий ВГУ

импульсы, направленные к сохранению жизни, 2) импульсы, направленные к принесению жизни в жертву идеалу — далекому прогнозу, часто иллюзорному. Для удобства отсчета обозначают импульсы «жизнеутверждающие» знаком плюс, а импульсы «жертвенные» — знаком минус. Тогда эти параметры можно развернуть в плоскостную проекцию, похожую на систему декартовых координат. Положительным импульсом сознания будет только безудержный эгоизм, требующий для осуществления себя как цели наличие рассудка и воли. Под рассудком понимают способность выбора реакции при условиях, допускающих это, а под волей — способность производить поступки согласно сделанному выбору. «Разумному эгоизму» противостоит группа импульсов с обратным вектором. «Она всем хорошо известна, как, впрочем, и пассионарность, но также никогда не выделялась в единый разряд», — отмечал Л. Гумилев. У всех людей имеется искреннее влечение к истине, к красоте и справедливости. Это влечение существенно варьируется в силе импульса и всегда ограничивается постоянно действующим «разумным эгоизмом», но в ряде случаев оказывается более мощным и приводит к гибели не менее неуклонно, чем пассионарность.

Из сказанного, конечно, не следует, что все положения теории Л. Н. Гумилева будут приняты научной общественностью. Остаются спорными вопросы происхождения пассионарности и понятий «пассионарный перегрев», «пассионарный генофонд» и некоторые другие.

Стоит отметить, что, обсуждая все это, Гумилев выступает как ученый с оригинальными, напрочь лишенными стереотипности и казенщины идеями. И это именно сейчас, когда этнография и история нуждаются в таком подходе. Не слепое ли следование канонам привело к тому, что отдельные положения исторической науки нуждаются в пересмотре? Книги Гумилева актуальны на сегодняшний день потому, что, вскрывая генетические корни этногенеза, автор рассматривает этнос как природное явление, анализирует нравственные болезни этносов, возникшие на почве социальных явлений, показывает губительные последствия борьбы человека с ландшафтами, аналогичные по своим масштабам современным. И этого не следует забывать, оценивая современное состояний окружающей среды и биосферы.

Возникновение и становление концепций постнеклассического естествознания

Важным аспектом совершенствования методологии познания является всесторонний анализ проблемного поля современной науки. До сегодняшних дней господствующая научная картина мира по существу распадалась на три части (неорганическую, органическую и социальную), в которой процессы самодвижения, самоорганизации имели место, но с точки зрения общего эволюционизма они не были объединены.

Прорыв в понимании того, как инертная материя может приобретать свойства самоорганизации, произошел в последней четверти XX века и, естественно, вызвал взрыв интереса к попыткам построения единой теории самоорганизации материи.

Интерес этот еще более возрос, когда физики и математики ввели в научный оборот и теоретически обосновали кардинальные концепции и понятия теорий самоорганизации материи — диссипативные структуры (Пригожин), синергетику (Хакен), теорию катастроф (Том, Арнольд), теорию автопоэза или теорию Сантьяго (Матурана, Варела) и др. Многие понятия теорий самоорганизации стали переосмысливаться в новой единой пост-неклассической картине мира, в которой магистральная эволюция непротиворечивым образом объединяет и то, как материя движется, и то, как она мыслит.

Абстрактная формулировка идеи всеобщего эволюционизма (от Аристотеля до Пригожина и Моисеева) сменилась на научно оформленную теорию в результате

Репозиторий ВГУ

ассимиляции этой идеи физикой (эволюционирующие космогонические модели Вселенной, особо термодинамических процессов), химией (каталитические системы, элементарные каталитические системы А. Руденко), биологией (биогенез, синтетическая теория эволюции, несводимость макроэволюции к микроэволюционным изменениям), социологией (тектология А. Богданова).

Разработка теоретического механизма всеобщего (глобального) эволюционизма осуществлялась после закрепления в естественных науках синергетического подхода (Хакен; Князева; Курдюмов; Моисеев) и идей теории дис-сипативных структур (Пригожин).

Хотя специфика картины мира допускает многоголосие средств выражения идеи всеобщего развития, но язык диссипативных структур и синергетического (корпоративного) эффекта наиболее адекватно описывает процессы самоорганизации, самосозидания (автопоэза) и самодвижения. Таким образом, в рамках эволюционно-синер-гетического диссилативно-структурного подходов самоорганизация предстает как одна из форм организации материи. При этом определяются, с одной стороны, равновесные формы организации, отличающиеся от самоорганизации, а с другой — под «крышей» указанных подходов объединяются в особый класс — нелинейно-динамический, практически все физические, химические ибиологические структуры, которые ранее принципиально не сводились вместе.

Мир полон мифов линейного, классического мышления. Так, вплоть до настоящего времени многих пугал и продолжает путать хаос, ибо хаос представляется сугубо деструктивным началом мира. Случайность всегда тщательно изгонялась из научных теорий. Она считалась со времен классической эпохи науки второстепенным, побочным, не имеющим принципиального значения фактором. Существовало убеждение, что случайности никак не сказываются, забываются, стираются, не оставляют следа в общем течении событий природы, науки, культуры. А мир, в котором мы живем, рассматривался как не зависящий не только от микрофлуктуаций на нижележащих уровнях бытия, но также и не зависящим от малых влияний космоса.

Картина мира, рисуемая классическим разумом (классической наукой) — это мир жестко причинно-следственных связей, согласно которым результат внешнего управляющего воздействия есть однозначное, линейное, предсказуемое воздействие. Чем больше вкладываешь, например, энергии, тем больше будто бы должна быть и отдача, следствие прямо или линейно пропорционально причине.

Еще один из господствующих по сей день мифов линейного (классического) мышления — это представление о том, что процессы бурного роста (например, возрастания народонаселения земного шара, рост научного знания, «экономическое чудо») происходят по экспоненциальной зависимости, т. е. предполагался весьма и весьма быстрый рост. На самом деле, большинство процессов лавинообразного роста происходят даже не по экспоненте, а в так называемом режиме с обострением, когда рассматриваемые величины, хотя бы часть времени, изменяются по закону неограниченного возрастания за конечное время.

Выдающийся современный мыслитель Илья Пригожин приложил немало усилий к тому, чтобы включить в парадигму современного научного сознания концепции, известные как «самоорганизация», или «возникновение порядка из хаоса». Самоорганизация — это процесс, в ходе которого создается, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы. Система называется самоорганизующейся, если она стремится сохранить свои свойства и природу протекающих процессов за счет структурных изменений.

Класс систем, способных к самоорганизации, — это открытые, нелинейные системы. Открытость системы означает наличие в ней источников и стоков, обмена веществом, информацией и энергией с окружающей средой.

Репозиторий ВГУ

Открытость системы — необходимое, но не достаточное условие для ее самоорганизации: то есть всякая самоорганизующуюся система открыта, но не всякая открытая система самоорганизуется, строит структуры. Все зависит от взаимодействия двух противоположных начал: создающего структуры, наращивающего неоднородности в сплошной среде (работы объемного источника), и рассеивающего (диссипирующего), размывающего неоднородности, т. е. начал самой различной природы. Обсудим некоторые детали и механизмы возникновения сложноорга-низованных систем и структур.

Концепции и гипотезы естествознания о человеке

Человек — сложная целостная система, которая сама является компонентом более сложных систем — биологической и социальной. Одной стороной человек принадлежит живой и неживой природе, другой — социальному миру. А в целом он является предметом изучения различных наук, но в нашем случае речь пойдет о том аспекте, который связан с естественнонаучным познанием человека.

Вопрос, на который следует ответить, и в этом суть антропогенеза, заключается в том, как и почему биологический организм, принадлежащий к типу хордовых, подтипу позвоночных, семейству гоминид, превращается в человека — существо не только биологическое, но и социальное, в носителя культуры.

Антропогенез в нынешней научной картине мира предстает как процесс со многими неизвестными. Это объясняется тем, что, по словам блестящего французского философа, биолога, палеонтолога и антрополога П. Тейяра де Шардена (1881-1955 гг.), человек является «осью и вершиной эволюции» мира и «расшифровать человека значит, в сущности, попытаться узнать, как образовался мир и как он должен продолжать образовываться».

Теическая гипотеза происхождения человека (творение Бога)

До XX века в европейской мысли господствовала теическая антропологическая концепция, согласно которой мир появился в результате акта божественного творения по принципу: «И сказал Бог: да будет... и стало...». Это же относится и к акту творения человека. В Библии сказано: «И сказал Бог: сотворим человека по образу Нашему, по подобию Нашему... И сотворил Бог человека по образу Своему, по образу Божию сотворил его; мужчину и женщину сотворил» (Бытие I, 26, 27). Согласно данной концепции, мир не имеет развития в истории. Прошлое и будущее точно такое же, как настоящее. Это полностью относится и к человеку. Мир появился потому, что так повелел Бог. Вот единственная причина его сотворения. Таким образом, в приведенной концепции отсутствует то главное, что делает ее научной, — объяснение естественных причин и закономерностей появления и развития мира и человека. Кроме того, можно ведь задавать вопрос (нельзя исключить, что кощунственный) — а Кто сотворил Бога?, а кто сотворил Того, Кто сотворил Бога? и т. д. до бесконечности.

Резюме

1. Человек — сложная целостная система, которая сама является компонентом более сложных систем — биологической и социальной. Одной стороной человек принадлежит живой и неживой природе, другой — социальному миру. А в целом, он является предметом изучения различных наук, но в нашем случае речь пойдет о том аспекте, который связан с естественнонаучным познанием человека

Репозиторий БГУ

Антропогенез в нынешней научной картине мира предстает как процесс со многими неизвестными. Это объясняется тем, что, по словам блестящего французского философа, биолога, палеонтолога и антрополога П. Тейяра де Шардена (1881-1955 гг.), человек является «осью и вершиной эволюции» мира и «расшифровать человека значит, в сущности, попытаться узнать, как образовался мир и как он должен продолжать образовываться».

Эволюция в органическом мире осуществляется в результате трех основных факторов: изменчивости, наследственности и естественного отбора, Казалось, что благодаря именно этому единому процессу, организмы в результате эволюции накапливают все новые приспособленческие признаки, что и ведет, в конечном итоге, к образованию новых видов.

У. Хавеллз утверждает, что человек современного типа возник 200 тыс. лет назад в Восточной Африке. Эта гипотеза получила название «Ноева ковчега», потому что, по Библии, все расы и народы произошли от трех сыновей Ноя—Сима, Хама и Иафета. В соответствии с этой версией питекантроп, синантроп и неандерталец — не предки современного человека, а различные группы гоминид, вытесненных «Человеком прямоходящим» из Восточной Африки. В пользу данной гипотезы существуют генетические исследования, которые, однако, не всеми антропологами и палеонтологами признаются надежными.

2. Основная проблема восстановления эволюции человека состоит в том, что у нас нет близких родственников среди живущих ныне предков. Наши ближайшие, хотя и не очень близкие, в настоящее время живущие родственники — шимпанзе и горилла — были связаны с нами общим предком не менее 7 млн лет назад.

3. Социобиология — междисциплинарное научное направление, которое изучает биологические основы социального поведения животных и человека, используя данные экологии, генетики, эволюционной теории, социальной психологии, этнографии и др.

Социобиология исходит из возможности обнаружения у животных предпосылок поведенческих форм, свойственных человеку. Исследуя альтруистичное, эгоистичное, агрессивное, половое и другие типы поведения, социобиология стремится установить их инварианты у животных и человека.

Социобиология ставит проблему взаимосвязи биологического и культурного развития, синтеза биологии и социогуманитарного.

4. Вопрос о роли биологического в процессе формирования и развития личности стал особо актуальным в последние годы. Это во многом объясняется выходом на передовые рубежи науки таких ее разделов, как генетика и молекулярная биология, и связано с их новейшими достижениями, в частности, с установлением глубочайшего единства человека с остальным органическим миром. Значительно углубились современные представления о сущности жизни, о законах развития живого. Это показывает, что материальное и духовное, природное и социальное, не разорваны в человеке, а находятся в диалектическом единстве.

Вопросы для самопроверки

1. Почему электромагнетизм является атрибутом существования живой материи?
2. Что означает эволюционно-синергетический подход в описании природы?
3. В чем сущность самоорганизации в природе в целом и в живой материи в частности?
4. Какова роль синергетики для современного миропонимания?
5. Назовите основные свойства самоорганизующихся систем.
6. Дайте понятие бифуркационного дерева как модели эволюции природы, человека, общества.
7. Дайте определение жизни с точек зрения различных ученых. Назовите отличия живой материи от неживой.

Репозиторий БГУ

8. Охарактеризуйте структурные уровни организации живой материи.

9. Сформулируйте основные гипотезы происхождения жизни на Земле.

10. Назовите основные этапы происхождения жизни по А. И. Опарину.

11. Охарактеризуйте клетку как элементарную единицу живого.

12. Назовите основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина. Чем отличается синтети еская теория эволюции от дарвинской?

13. Что такое эволюционная картина мира и глобальный эволюционизм?

14. Дайте определения наследственности и изменчивости.

15. Что определяют понятия «наследование», «ген», «геном», «генофонд»?

16. Что представляют собой генотип и фенотип? Почему принято считать, что генотип определяет фенотип?

17. Дайте определение генетического кода и перечислите его свойства.

18. Перечислите основные принципы гибридологического анализа.

19. Какие признаки называются доминантными, а какие – рецессивными?

20. Какие организмы называются гомозиготными, а какие – гетерозиготными?

21. Дайте современную формулировку законов Менделя.

22. В чем состоят особенности генетики человека? Перечислите основные методы генетики человека.

23. Укажите все возможные гипотезы о происхождении человека

24. Назовите основные проблемы антропогенеза.

25. Укажите характерные черты эволюционной теории Ч. Дар вина.

26. Каково соотношение биологического и социального в историческом развитии человека? Продолжается ли его биологическая эволюция?

27. Охарактеризуйте основные аспекты этногенеза.

28. Раскройте роль пассионарности в жизни этноса.

Лекция 11

Тема: Естествознание в Беларуси XX-XXI ст.: современное состояние, роль в социально-экономическом прогрессе

План:

1.Первые высшие учебные заведения и их роль в развитии естествознания.

2.Создание Национальной Академии Наук и развитие высшего образования.

3.Фундаментальные и прикладные исследования.

4.Главнейшие естественно-научные центры и школы.

5.Открытия белорусских ученых.

6.Роль белорусской науки в решении важнейших народно – хозяйственных проблем.

Биологические исследования в Беларуси 20 века. Основные научные центры, главнейшие открытия и внедрения.

1. К концу XX столетия биологическая наука заняла в системе существующих знаний одно из лидирующих мест. Произошел качественный прорыв в представлениях о том, как устроена клетка и какие процессы, протекающие в ее субклеточных и молекулярных структурах, лежат в основе функционирования клетки, то есть жизни. Прогресс, который сравнивают с революционными изменениями в физике в 20-40-х годах прошлого столетия, затронул физико-химические направления биологической науки, молекулярную биологию и генетику, биохимию, биофизику, физиологию человека, животных, растений и микроорганизмов. В последние годы, особый акцент делается на развитии одного из самых

Репозиторий ВГУ

перспективных направлений в социально-экономическом развитии общества, прикладного направления биологии. Биотехнологии, позволяющей решать ключевые проблемы сельскохозяйственного производства, практической медицины и охраны окружающей среды, то есть важнейшие проблемы социально-экономического развития общества, обеспечения продовольственной безопасности страны и повышения качества жизни ее населения.

Основными направлениями биологических исследований в конце XXв. были: изучение состояния и тенденций развития биологического разнообразия животного мира и разработка научных основ воспроизводства, сохранения и рационального использования ресурсов животного мира Республики Беларусь. Исследование закономерностей функционирования природных сообществ и популяций основных таксономических групп животных (млекопитающие, птицы, амфибии, рептилии, рыбы, наземные и водные беспозвоночные, паразитические организмы). Разработка путей и мер охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных. Оценка биологической роли и разработка мер по снижению негативного влияния инвазивных видов, регулированию численности вредителей сельского, лесного и охотничьего хозяйства, научное обеспечение создания схемы рационального размещения особо охраняемых природных территорий и национальной экологической сети. Разработка экологически безопасных методов борьбы с природно-очаговыми и трансмиссивными инфекциями и инвазиями. Создание научных основ и научное обеспечение государственного мониторинга и государственного кадастра животного мира. Подготовка проектов нормативно-методических и регламентирующих документов для органов управления в области охраны и устойчивого использования биологических природных ресурсов.

В последние годы глубокое развитие получили новые направления биотехнологии, связанные с изучением функционирования генетического аппарата клетки (геномика), ее белков (протеомика), внутриклеточных структур, отдельных клеток, а также с изучением клеточных технологий (клеточная инженерия) и проблем нанобиологии (новых нано-материалов), включая создание биосенсоров и информационных систем. Появилась возможность направленного конструирования молекул наследственности ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) и РЫК (рибонуклеиновой кислоты), а также отдельных клеток и целых организмов. ДНК-технологии, разрабатываемые на основе методологии генетической инженерии, открывают огромные перспективы для прогресса промышленности, сельского и лесного хозяйства, медицины, охраны окружающей среды, обеспечения национальной безопасности. Развитие биотехнологий и создание на основе их достижений новых или перепрофилирование существующих производств позволит решить ряд насущных проблем - обеспечить население качественным продовольствием, разработать профилактические меры, технологии диагностики и лечения заболеваний человека и сельскохозяйственных животных, создать новые материалы.

2. Значительный вклад в развитие разделов биологии (анатомии и физиологии) внесли ученые Беларуси. Открытие в Гродно медицинской академии, которую возглавил **профессор анатомии Ж. Э. Жилибер**, способствовало преподаванию анатомии и других медицинских дисциплин в Беларуси. При академии были созданы анатомический театр и музей, библиотека, в которой находилось много книг по медицине.

Значительный вклад в развитие физиологии внес **уроженец Гродно Август Бекю — первый профессор самостоятельной кафедры физиологии Виленского университета.**

М. Гомолицкий, который родился в Слонимском уезде, возглавлял кафедру физиологии Виленского университета. Он широко проводил эксперименты на животных, занимался проблемами переливания крови. Его докторская диссертация была посвящена экспериментальному изучению физиологии.

С. Б. Юндзилл, уроженец Лидского уезда, профессор кафедры естественных наук Виленского университета, издал учебник по физиологии. С. Б. Юндзилл считал, что жизнь организмов находится в постоянном движении и связи с внешней средой, «без которых

Репозиторий ВГУ

невозможно существование самих организмов». Тем самым он приблизился к положению об эволюционном развитии живой природы.

Я. О. Цибульский впервые выделил в **1893— 1896** гг. активный экстракт надпочечников, что в дальнейшем позволило получить гормоны этой железы внутренней секреции в чистом виде.

Развитие анатомической науки в Беларуси тесно связано с **открытием в 1921** г. медицинского факультета в Белорусском государственном университете. Основателем белорусской **школы анатомов** является профессор **С. И. Лебедкин**, который возглавлял кафедру анатомии Минского медицинского института с 1922 по 1934 г. Главным направлением его исследований были изучение теоретических основ анатомии, определение взаимоотношений между формой и функцией, а также выяснение филогенетического развития органов человека. Свои исследования он обобщил в монографии «Биогенетический закон и теория рекапитуляции», изданной в Минске в 1936 г. Вопросам развития периферической нервной системы и реиннервации внутренних органов посвящены исследования **известного ученого Д. М. Голуба, академика АН БССР**, который возглавлял кафедру анатомии МГМИ с 1934 по 1975 г. За цикл фундаментальных работ по развитию вегетативной нервной системы и реиннервации внутренних органов Д. М. Голубу в 1973 г. присуждена Государственная премия СССР.

Последние два десятилетия плодотворно разрабатывает идеи С. И. Лебедкина и Д. М. Голуба **профессор П. И. Лобко**. Основной научной проблемой коллектива, который он возглавляет, является изучение теоретических аспектов и закономерностей развития вегетативных узлов, стволов и сплетений в эмбриогенезе человека и животных. Установлен ряд общих закономерностей формирования узлового компонента вегетативных нервных сплетений, экстра - и интраорганных нервных узлов и др. За учебное пособие «Вегетативная нервная система» (атлас) (1988) П. И. Лобко, С. Д. Денисову и П. Г. Пивченко в 1994 г. присуждена Государственная премия Республики Беларусь.

Целенаправленные исследования по физиологии человека связаны с созданием в 1921 г. соответствующей кафедры в Белорусском государственном университете и в 1930 г. в МГМИ. Здесь изучались вопросы кровообращения, нервные механизмы регуляции функций сердечно-сосудистой системы (И. А. Ветохин), вопросы физиологии и патологии сердца (Г. М. Прусс и др.), компенсаторные механизмы в деятельности сердечно-сосудистой системы (А. Ю. Броновицкий, А. А. Кривчик), кибернетические методы регуляции кровообращения в норме и патологи (Г. И. Сидоренко), функции инсулярного аппарата (Г. Г. Гацко).

Систематические физиологические исследования развернулись в 1953 г. в Институте физиологии АН БССР, где было взято оригинальное направление на изучение вегетативной нервной системы.

В 1956 году было создано отделение биологических наук НАН Беларуси путем реорганизации. Отделения биологических, сельскохозяйственных и медицинских наук Академии наук БССР, выполняет и координирует комплекс исследований в различных областях биологических наук.

Значительный вклад в развитие физиологии на Беларуси **внес академик И. А. Булыгин**. Свои исследования он посвятил изучению спинного и головного мозга, вегетативной нервной системы. За монографии «Исследования закономерностей и механизмов интерорецептивных рефлексов» (1959), «Афферентные пути интерорецептивных рефлексов» (1966), «Цепные и канальцевые нейрогуморальные механизмы висцеральных рефлекторных реакций» (1970) И. А. Булыгину в 1972 г. присуждена Государственная премия БССР, а за цикл работ, опубликованных в 1964—1976 гг. «Новые принципы организации вегетативных ганглиев», в 1978 г. Государственная премия СССР.

Научные исследования академика Н. И. Аринчина связаны с физиологией и патологией кровообращения, сравнительной и эволюционной геронтологией. Он разработал новые методы и аппараты для комплексного исследования сердечно-сосудистой системы.

Репозиторий ВГУ

Физиология XX в. характеризуется значительными достижениями в области раскрытия деятельности органов, систем, организма в целом. Особенностью современной физиологии является глубокий аналитический подход к исследованиям мембранных, клеточных процессов, описанию биофизических аспектов возбуждения и торможения. Знания о количественных взаимоотношениях между различными процессами дают возможность осуществить их математическое моделирование, выяснить те или иные нарушения в живом организме.

XX в. ознаменовался огромным прогрессом биологических знаний, относительным и абсолютным возрастанием роли биологии среди других отраслей естествознания. Крупные успехи биологии XX столетия, определившие ее превращении из науки преимущественно описательной в науку преимущественно экспериментальную и точную, вооруженную новейшими методами и техническими средствами исследования, тесно связаны с достижениями физики, химии, математики, техники - всего естествознания в целом.

3. Биологические исследования в Беларуси в XX в. Основные научные центры, главнейшие открытия и внедрения.

Основными научными центрами биологических исследований Республики Беларусь являются:

Научно-практический центр Национальной академии наук Республики Беларусь по биоресурсам.

Институт леса Национальной академии наук Республики Беларусь.

Государственное научное учреждение Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича.

Государственное научное учреждение Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси.

Институт биофизики и клеточной инженерии национальной академии наук Беларуси

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси.

Вышеперечисленные научные центры в области исследования биологических проблем занимаются следующими вопросами:

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ ЛЕСА. Основан в 1930 г.

На период до 2010 года Национальной академией наук Институту леса определены основные направления научно-технической деятельности и научных исследований, соответствующие приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь. Среди них:

1. Разработка технологий устойчивого управления лесами и лесопользования.
2. Разработка технологий сохранения биоразнообразия, воспроизводства лесов на генетико-селекционной основе.
3. Разработка технологий лесовосстановления, лесовыращивания, повышения продуктивности и экологической устойчивости лесов.
4. Разработка технологий, методов и средств охраны лесов от пожаров, защиты от насекомых-вредителей и болезней.
5. Разработка технологий оценки лесных ресурсов, лесного мониторинга и дистанционного зондирования лесов.
6. Разработка технологий реабилитации лесов и лесных земель, ведения лесного хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами.
7. Исследование генетических, физиологических и биохимических механизмов формирования продуктивности и устойчивости лесов.
8. Научные основы воспроизводства, рационального использования и охраны лесных биологических ресурсов.
9. Биотехнология для промышленности, сельского хозяйства, медицины и охраны окружающей среды.

Государственное научное учреждение Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. Создан в 1931 г.

Репозиторий ВГУ

Основными направлениями деятельности Института, закрепленными за ним постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси № 418 от 31 августа 2006 года, являются:

по приоритетному направлению научно-технической деятельности. «Технологии производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции»:

-разработка адаптивных методов ведения земледелия:

по приоритетному направлению научно-технической деятельности. «Экология и рациональное природопользование»:

-охрана и эффективное использование биологических ресурсов

-технологии рационального природопользования, обеспечивающие воспроизводство растительных ресурсов:

- технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды:

по приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований

«Физические, химические, биологические и генетические методы и технологии получения новых веществ, материалов, модифицированных форм, наноматериалы и нанотехнологии»:

-исследование физиологических и биохимических механизмов формирования продуктивности и устойчивости растений:

по приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований

«Экологическая безопасность, охрана окружающей среды, полезные ископаемые и недра Беларуси, эффективное использование и возобновление природных ресурсов, предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций»:

научные основы воспроизводства, рационального использования и охраны растительного мира:

методы мониторинга окружающей среды, прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

Перечисленные направления исследований отражают особенности Института и стремление к всестороннему комплексному изучению растений на уровне фитоценоза, популяции, организма, клетки и отдельной органеллы, а также широкое использование результатов НИР в лесном и сельском хозяйстве, практике охраны и мониторинга растительного мира.

Институт как ведущее научное учреждение координирует ботанические и физиолого-биохимические исследования в республике. Он является головным по государственной программе ориентированных фундаментальных исследований «Проблемы устойчивого функционирования природных экосистем, рационального использования, воспроизводства и сохранения биологических ресурсов растительного и животного мира» (Ресурсы растительного и животного мира) и соисполнителем государственных программ ориентированных фундаментальных исследований «Селекция, семеноводство и генетика». «Природопользование». «Радиация и экосистемы». «Биологическая инженерия и биобезопасность». «Биорациональные пестициды», государственных программ прикладных исследований «Новые биотехнологии». «Земледелие и механизация».

Институт утвержден в качестве головного учреждения Национальной академии наук по реализации Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006-2010 годы. Он является исполнителем или соисполнителем ряда заданий научно-технических программ: «Экологическая безопасность», «Управление лесами и рациональное лесопользование», «Ядерно-физические технологии для народного хозяйства Беларуси»; «Агропромкомплекс -возрождение и развитие села», Российско-белорусской программы «Повышение эффективности производства и переработки плодоовощной продукции на основе прогрессивных технологий и техники»; ГНХСП «Фитопрепараты»; Государственной программы оздоровления экологической обстановки на озере Нарочь.

Репозиторий ВГУ

Продукция и услуги: предоставление услуг в области растениеводства; услуги, связанные с лесоводством (лесная такасация); производство агрохимических продуктов; экологические экспертизы воздействия хозяйствующих субъектов на растительный мир прилегающих территорий; микологическая экспертиза (определение видового состава съедобных и ядовитых грибов); диагностика плесневых грибов в жилых, коммунальных и промышленных помещениях; определение грибных патогенов культурных и дикорастущих растений; определение супрессивности почв (по видовому составу почвенных грибов) для сельхозпредприятий; паспортизация зеленых насаждений и других объектов растительного мира; разработка технико-экономических обоснований для создания (преобразования) особо охраняемых природных территорий; разработка кодексов установившейся практики (ТКП, ОВОС) для оценки воздействия субъектов хозяйствования на растительный мир прилегающих территорий; научный экотуризм

Государственное научное учреждение Институт микробиологии национальной академии наук Беларуси.

Институт специализируется на изучении физиолого-биохимических и генетических основ использования микроорганизмов в биотехнологических процессах, а также разработке биотехнологий для промышленности, сельского хозяйства, медицины и охраны окружающей среды. Совместно с Высшим техническим Университетом г. Лунда, Швеция и Институтом биоорганической химии НАН Беларуси выполняется проект VISBY-01147/2007 (2007-2009 гг.) "Glycoconjugates of Bifidobacterium in prevention and treatment of celiac disease.

Совместно с учреждениями Российской Федерации выполняются 5 проектов, финансируемых БРФФИ-БелРос:

1. «Углевод-оксидазы семейства GMC (glucose-methanol-cholin oxidases): природа различной специфичности к акцепторам электронов у глюкозооксидаз и целлобиозодегидрогеназ мицелиальных грибов» (Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН);

2. «Выделение и характеристика новых низкомолекулярных бактериоцинов как эффективных факторов подавления антибиотикорезистентных бактерий» (Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН);

3. «Гликополимеры и углеводсвязывающие белки ксилоторофных базидио-мицетов: функции и биологическая активность» и «Липофильные соединения мицелиальных грибов: образование, характеристика» (Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН);

4. «Научные основы новых биотехнологий комплексной переработки возобновляемого крахмалсодержащего сырья для получения широкого ассортимента востребованных продуктов, в том числе глюкозо-фруктозных сиропов» (Институт катализа СО РАН).

В рамках БРФФИ-ГФФИУ выполняются проекты:

-«Криоконсервация штаммов микроорганизмов - объектов новых биотехнологий» (с Институтом криобиологии и криомедицины НАН Украины);

-«Cordyceps mulitaris - новый объект современной биотехнологии: физиологически активные соединения, механизмы регуляции, биологическое действие» (с Институтом ботаники им Н.Г.Холодного).

В рамках белорусско-латвийского сотрудничества выполняется проект «Исследование механизмов регулирования физиологической активности и жизнеспособности бактерий - основы биопестицидов с целью повышения эффективности и стабильности их действия (с Институтом микробиологии и биотехнологии Латвийского университета).

Выполняется проект с Вьетнамской академией науки и технологии «Растительные и микробные ферменты - основа технологии получения белка и хитинсодержащих компонентов функционального питания».

В рамках договора о творческом сотрудничестве с Никитским ботаническим садом - Национальным научным центром Украинской академии аграрных наук проводятся исследования в питомнике Степного отделения НБС по изучению влияния инокуляции семян

Репозиторий ВГУ

миндаля и сеянцев антипки активными штаммами азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов.

Подготовлен и находится в стадии рассмотрения контракт между Институтом микробиологии НАН Беларуси и Венесуэльским Институтом научных исследований, конечной целью которого является создание комплексного биоудобрения для широкого спектра бобовых культур, востребованных в Венесуэле и Беларуси.

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ И КЛЕТОЧНОЙ ИНЖЕНЕРИИ. Создан в 1973 г.

По приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных исследований, утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 г. № 512 «Об утверждении перечня приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006-2010гг.):

фундаментальные научные исследования

1. «Физические, химические, биологические и генетические методы и технологии получения новых веществ, материалов, модифицированных форм, наноматериалы и нанотехнологии»:

- молекулярная биология, биофизика регуляторных процессов и протеомика,
- нанобиология,

«Разработка новых лечебных, диагностических, профилактических и реабилитационных технологий, приборов и изделий медицинского назначения, лекарственных и иммунобиологических препаратов, клеточных и молекулярно-биологических технологий»:

- прикладные научные исследования
- биофизические и генно-инженерные методы диагностики заболеваний человека;

По приоритетным направлениям научно-технической деятельности, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 06.07.2005 г. № 315 «Структура приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2006-2010гг.»:

«Промышленные биотехнологии» Приоритетная макротехнология

производство биопродуктов:

• направленное культивирование клеток растений и животных

Продукция и услуги: способы диагностики заболеваний человека и животных; ехнология получения гомогенной популяции стволовых клеток с заданными стабильными морфофункциональными свойствами; технология выращивания биомассы спирулины; адаптивные технологии возделывания яровой и озимой пшеницы; защитно-стимулирующие составы для предпосевной обработки семян и для укоренения черенков; способ определения устойчивости растений к стресс-факторам; способ и устройство для определения жизнеспособности семян; MALDI-ToF-массспектрометрия

Государственное научное учреждение ЦЕНТРАЛЬНЫЙБОТАНИЧЕСКИЙ САД. Создан в 1932 г.

Основные направления научной деятельности

1. Интродукция и акклиматизация растений;
2. биохимия и биотехнология растений;
3. охрана окружающей среды;
4. декоративное садоводство и ландшафтная архитектура.

Научный коллектив ботанического сада разрабатывает теоретические основы и методы использования мировых растительных ресурсов для нужд народного хозяйства и культуры Беларуси, решает фундаментальные и прикладные проблемы структурно-функциональной организации растительных систем и объектов. Разработки вносят значительный вклад в решение практических вопросов зеленого строительства, нетрадиционного плодоводства, лекарственного растениеводства, охраны окружающей среды. В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси созданы и успешно развиваются научные школы по интродукции растений, экологической физиологии растений. В 1998 г. в

Репозиторий ВГУ

состав учреждения вливается из Института экспериментальной ботаники НАНБ научная школа по биохимии и биотехнологии растений.

В ботаническом саду в разное время работали видные ученые: академики АН БССР М. П. Томин, Н.В. Смольский, Н.Д. Нестерович, Т.Н. Годнев, член-корреспондент АН БССР СП. Мельник, доктора наук А.П. Пидопличко, А.В. Бойко, М.А. Кудинов, Н.В. Шкутко, СВ. Горленко и другие. Работают академик НАН Беларуси В.Н. Решетников и член-корреспонденты НАН Беларуси Е.А. Сидорович и Ж.А. Рупасова.

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ
Создан в 1975 г.

Продукция и услуги: биологические препараты для животноводства, растениеводства, медицины, пищевой промышленности, очистки почвы и воды; консультации по применению препаратов, наработка небольших партий препаратов; микробиологическое обследование строительных объектов, природных и промышленных материалов со следами биоповреждений и разработка рекомендаций по их устранению

В основе развития биологической науки в Республике Беларусь лежат программы инновационного развития государства:

1). ГКПНИ «Биологическая инженерия и биобезопасность» (институт биоорганической химии НАН Беларуси) проведена экспрессия цитохрома Р-450 1А1 человека в клетках линии насекомых Spodoptera frugiperda с использованием бакуловирусных плазмид в питательной среде в отсутствие и в присутствии фетального сывороточного альбумина. Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси - определены оптимальные физико-химические режимы создания липосомальной формы бутаминофена.

2). ГКПНИ «Современные технологии в медицине» (НИИ эпидемиологии и микробиологии) впервые в Беларуси разработана и апробирована методика выращивания клеток мозга из стволовых клеток нервной системы человека, что будет использованы в терапии заболеваний мозга различной этиологии.

3)ГПОФИ «Природопользование» предложена комплексная оценка факторов динамики сельскохозяйственного производства, базирующаяся на индексном методе анализа и позволяющая оценить вклад агротехнических факторов и погодно-климатических условий, а также размера и структуры посевных площадей в приросты валовых сборов урожая сельскохозяйственных культур за различные интервалы времени.

4) ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира» проведены углубленные инвентароизационные и систематические исследования микробиоты Беларуси, составлены диагнозы и полные описания 100 видов агарикоидных грибов, обнаружен новый для науки вид из рода Athelicium. Впервые для РеспубликиБеларусь зафиксирован возбудитель пятнистости листьев черники и брусники, степень поражения которым достигает 3-4 балла по пятибалльной шкале.

5). ГПОФИ «Радиации и экосистемы» установлены факторы, оказывающие наиболее выраженное воздействие на накопление 137Cs древесиной. С целью разработки методов определения химических загрязнителей в окружающей среде и новых способов разрушения этих соединений изучена способность ксилотрофных базидиомицетов, относящихся к афиллофороидным и агарикоидным гименомицетам, продуцировать лигнинолитические ферменты.

6). ГПОФИ «Селекция, семеноводство и генетика» в целях повышения эффективности селекции ячменя на основе методов ДНК-генотипирования проведен подбор 8 маркеров SSR-типа, предположительно ассоциированных с признаками качества зерна и устойчивости к сетчатой пятнистости.

7). ГППИ «Животноводство и ветеринария» разработан рецепт новой биологически активной кормовой добавки «Гумелан», обладающей антиоксидантным действием на организм коров, и др.

Репозиторий ВГУ

Биологические исследования в Беларуси XX в. Основные научные центры, главнейшие открытия и внедрения.

За последние десятилетия XXв. белорусская наука смогла создать базовые условия для решения современных задач. Сохранен и приумножен значительный научно-технический потенциал, заложены основы формирования развернутой инновационной системы, созданы условия; при которых результаты научно-технической деятельности успешно реализуются в производстве в виде технологических инноваций.

Основными юридическими лицами, находящимися в ведении Национальной академии наук Беларуси, являются ее научные организации: научно-практические центры по основным направлениям научной деятельности, создаваемые по решению Президента Республики Беларусь, институты, а также центры и другие организации на правах институтов. В ведении Академии наук находятся также республиканские унитарные предприятия, учреждения и иные организации (в том числе научные), объединения республиканских унитарных предприятий, учреждений.

Государственные научно-производственные объединения

ГНПО «Химические продукты и технологии».

ГНПО «Химический синтез и биотехнологии».

Научно-практические центры

Научно-практический центр по биоресурсам

Научно-практический центр по животноводству

Научно-практический центр по земледелию

Научно-практический центр по картофелеводству и плодо-овощеводству

Научно-практический центр по материаловедению

Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства

Научно-практический центр по продовольствию

Межотраслевой научно-практический центр систем идентификации и электронных деловых операций

Научные институты и центры

Витебский зональный институт сельского хозяйства

Гродненский зональный институт растениеводства

Институт биоорганической химии о Хозрасчетное опытное производство

Институт биофизики и клеточной инженерии

Институт генетики и цитологии о Национальный координационный центр биобезопасности

Институт защиты растений

Институт искусствоведения, этнографии и фольклора им. К.Крапивы

Институт истории

Институт леса

Институт льна

Институт математики

Институт мелиорации

Институт механики металлополимерных систем им. В.А.Белого

Институт микробиологии

Институт мясо-молочной промышленности

Институт общей и неорганической химии

Институт овощеводства

Институт порошковой металлургии

Институт почвоведения и агрохимии

Институт плодоводства

Институт «Плодоовощпроект»

Институт прикладной физики

Институт природопользования

Репозиторий ВГУ

Институт радиобиологии
Институт рыбного хозяйства
Институт системных исследований в АПК
Институт социологии
Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова
Институт технической акустики
Институт технологии металлов
Институт физики им. Б.И.Степанова
Институт физико-органической химии
Институт физиологии
Институт философии
Институт химии новых материалов
Институт экономики
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н.Вышелесского
Институт энергетики
Институт языка и литературы им. Я.Коласа и Я.Купалы
Научно-инженерное предприятие «Геоинформационные системы»
Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
Научно-производственный центр «Институт фармакологии и биохимии»
Научно-производственное предприятие «Центр светодиодных и опто-электронных технологий»
о Республиканское производственное унитарное предприятие «Академ-фарм»
Объединенный институт машиностроения
Объединенный институт проблем информатики
Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – «Сосны»
Полесский аграрно-экологический институт
Полесский институт растениеводства
Физико-технический институт
Центр геофизического мониторинга
Центр системного анализа и стратегических исследований
Центральный ботанический сад

Государственное научно-производственное объединение НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО БИОРЕСУРСАМ. Создан в 1980 г.

Продукция и услуги: идентификация видов фауны Беларуси; рыбовод-но-биологические обоснования; проекты охотоустройства, контрольные учеты численности охотничьих и промысловых животных; оценка экологических рисков, экологическая оценка качества поверхностных вод; определение стойких органических загрязнителей и отдельных элементов в водной среде и почве, методы дистанционного зондирования, проведение геодезических работ, подготовка проектов по объявлению и преобразованию ООПТ, разработка планов управления ООПТ, научные обоснования ренатурализации нарушенных болот, планы управления редкими и исчезающими видами фауны, рекомендации по их охране; программы и схемы развития экотуризма, разработка маршрутов и их обустройство; экспертиза экологических, рыбоводно-хозяйственных, охотоустроительных проектов; разработка технологий переработки и утилизации органических отходов

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ. Создан в 1965 г.

Продукция и услуги: анализ пищевого сырья и продуктов питания на ГМО; ДНК-паспортизация сортов сельскохозяйственных культур; ДНК-маркирование сельскохозяйственных растений и животных по хозяйственно-полезным признакам; ДНК-диагностика наследственных заболеваний человека; ДНК-идентификация диких животных и микроорганизмов; разработка и экспертиза нормативно-правовой базы в области

Репозиторий ВГУ

биобезопасности; проведение семинаров и консультации по вопросам безопасности генно-инженерной деятельности

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР БИОБЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. Создан в 1998 г.

Направления деятельности: сбор, анализ и систематизация информации о законодательстве и научных исследованиях по биобезопасности, полевых испытаниях, ввозе/вывозе, коммерческом использовании ГИО и продуктов, состоящих из ГИО или их содержащих в Беларуси, а также информации по биобезопасности из баз данных международных информационных сетей; создание национальной базы данных по биобезопасности; представление информации по биобезопасности заинтересованным министерствам и другим республиканским органам государственного управления, юридическим и физическим лицам, средствам массовой информации; обмен информацией с координационными центрами биобезопасности других стран, международными организациями; организация научной экспертизы безопасности ГИО и продуктов на их основе, испытание или использование которых предполагается на территории Республики Беларусь; оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам государственного управления в разработке проектов законодательных актов, касающихся ввоза/вывоза и безопасного использования ГИО и продуктов на их основе, документов по оценке и предупреждению риска для окружающей среды и здоровья человека, инструкций по технике безопасности для лабораторий генетической инженерии и т.п.; оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам государственного управления в подготовке предложений по заключению двусторонних и региональных соглашений, в разработке международных соглашений по биобезопасности.

Практический раздел электронного учебно-методического комплекса «История естествознания»

Семинарские занятия

№	Тема	Содержание	Часы
1.	Естествознание – совокупность наук о природе.	Естествознание, как область познания природы. Место в системе наук. Факторы, определяющие развитие науки. Методы и средства исследований. Первоначальные знания о природе у древних людей. Значение опыта.	2
2.	Естествознание в эпоху античности.	Античная натурфилософия. Главнейшие центры цивилизации. Ионийский центр в Греции. Милетская школа и ее представители. Древнеримский центр.	2
3.	Естествознание в средние века, эпоху Возрождения.	Социально-экономические условия в эпоху феодализма. Первые университеты. Естествознание в России. Открытия русских ученых.	2
4.	Концепции и основные проблемы	Естествознание и устойчивое развитие общества. Экологический кризис, его проявление и пути выхода. Биотехнологии. Рациональное	2

Репозиторий ВГУ

	современного естествознания.	использование и воспроизводство природных ресурсов.	
5.	Естествознание в Беларуси в 20 веке.	Биологические исследования в Беларуси в XX ст. Роль НАН Беларуси и высших учебных заведений. Основные научные центры и школы. Достижения ученых биологов и экологов Беларуси. Разработка теории и практики рационального использования биоресурсов, сельского, охотничьего и рыбного хозяйства, медицины и ветеринарии. Разработка научных основ охраны живой природы, Сети охраняемых природных территорий.	2
6.	Итого		10

5.БЛОК КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

Тесты

1. Принципы, методы, философские концепции науки и естественнонаучного познания

1.1. В структуре научного познания различают уровни:
а) эмпирический, статистический
б) динамический, виртуальный
в) теоретический, эмпирический
г) динамический, теоретический
д) мистический и мифологический

1.2. Высказывание гипотезы в структуре научного познания есть:
а) начало математического анализа проблемы
б) начало теоретического уровня познания
в) начало мысленного эксперимента
г) начало эмпирического обобщения
д) начало формулирования закона

1.3. Принцип верификации утверждает, что какое-либо понятие или суждение имеет значение, если оно:
а) логически непротиворечиво
б) эмпирически проверяемо
в) математически достоверно
г) теоретически неопровержимо
д) логически доказуемо и допустимо

1.4. Основателями классического естествознания и классической науки являются:

Репозиторий ВГУ

а) Кеплер, Коперник
б) Декарт, Галилей
в) Галилей, Ньютон
г) Ньютон, Лейбниц
д) Коперник, Галилей

1.5. Как правило, динамические и статистические методы познания относятся к методам:
а) общенаучным;
б) частнонаучным;
в) всеобщим;
г) теоретическим;
д) метафизическим.

1.6. Какие слова из научной лексики западной и восточной культур синонимы:
а) вакуум и сомати
б) метод и дао
в) космос и карма
г) корпускула и майя
д) сомати и майя

1.7. Теоремы великого математика и логика XX века Курта Геделя утверждают, что:
а) познание истины абсолютно
б) никакая система понятий не может быть полной
в) никакая система не допускает дополнений
г) полная система непротиворечива
д) полная система непротиворечива и не допускает дополнений

1.8. Продолжите определение: «Наука — это особый рациональный способ описания мира, основанный на:
а) логическом выводе и методе»
б) эмпирической проверке и математическом доказательстве»
в) идеализации и моделировании реальных объектов и явлений»
г) модельных и мысленных экспериментах»
д) эмпирическом обобщении и гипотезах»

1.9. В структуре научного познания гипотеза характеризует:
а) этап мысленного эксперимента;
б) итог эмпирического обобщения;
в) начальный этап теоретического познания;
г) итог аксиоматического метода;
д) окончание эксперимента.

1.10. Естествознание — обширная совокупность наук, к которым относятся такие науки, как:
а) физика, математика, история, география
б) химия, биология, астрономия, антропология
в) биофизика, экономика, геология, микробиология
г) география, океанология, математика, физиология
д) геохимия, метафизика, геология, зоология

Репозиторий ВГУ

1.11. Какие из указанных ниже критериев или принципов являются критериями или принципами научности (науки):

а) принципы дополнительности и дуальности
б) принципы верификации и фальсификации
в) принципы соответствия и целостности
г) принципы фальсификации и неопределенности
д) принципы запрета Паули и постоянства скорости света в вакууме

1.12. Принцип фальсификации (фальсифицируемости) Карла Поппера, означает:

а) утверждение об абсолютной непознаваемости истины
б) признание абсолютности научного знания
в) условие опровержимости относительного и абсолютного знания
г) утверждение о фальсифицируемости научного знания
д) опровержение фальсифицируемости научных знаний

1.13. Основателями (основоположниками) научного метода в эпоху Возрождения были:

а) Роджер Бэкон и Николай Кузанский
б) Френсис Бэкон и Николай Коперник
в) Рене Декарт и Френсис Бэкон
г) Николай Коперник и Рене Декарт
д) Галилей и Ньютон

1.14. Такие методы познания, как анализ, синтез, абстрагирование, индукция, аналогия, классификация относятся к методам познания:

а) эмпирическим
б) теоретическим
в) всеобщим
г) общенаучным
д) логическим

1.15. В естествознании физика как наука главенствует потому, что она:

а) является математической по природе и поэтому самая точная из всех наук
б) покоится на базовых постулатах природы
в) является основой для техники и технологий
г) позволяет объяснить происхождение звезд, галактик и Вселенной
д) объясняет происхождение жизни

1.16. Критерий научности, требующий проводить проверку полученных знаний, называется критерием:

а) системности
б) рациональности
в) верифицируемости
г) фальсификации (фальсифицируемости)
д) полноты систем (по Геделю)

1.17. Методологию научно-исследовательских программ в философии науки развил:

а) Имре Лакатос
б) Томас Кун
в) Рене Том
г) Рене Декарт

Репозиторий ВГУ

д) Карл Поппер

1.18. Методологию научных революций в философии науки развил:
а) Карл Поппер
б) Томас Кун
в) Владимир Арнольд
г) Имре Лакатос
д) Нильс Бор

1.19. Научное знание формируется, в основном, на базе:
а) интуиции
б) информации
в) умений
г) опыта
д) теорий; гипотез

1.20. Расположите термины, которые употребляются при описании научного метода, в том порядке, в котором они используются при решении определенной научной задачи:
а) закон природы (математическое описание результата)
б) экспериментальный результат
в) теория
г) эксперимент
д) гипотеза

Тесты 2

Развитие основных концептуальных понятий современного естествознания в античных и средневековых цивилизациях

2.1. В античное время гипотезу о центральном положении Солнца в картине небесных сфер первыми высказали:
а) Конфуций и Лао-цзы
б) Гиппарх и Евдокс
в) Пифагор и Аристарх
г) Лао-цзы и Платон
д) Анаксагор и Гераклит

2.2. Демокрит и Левкипп учили, что атомы различаются между собой:
а) положением, величиной, сочетанием
б) формой, порядком, положением
в) подвижностью, формой, порядком
г) величиной, порядком, сочетанием
д) формой, сочетанием

2.3. Закон логики, сформулированный Лейбницем, в дополнение к трем законам логики Аристотеля, имеет название закона:
а) тождества
б) достаточного утверждения
в) амбивалентности
г) достаточного основания

Репозиторий ВГУ

д) достаточного подтверждения

2.4. Кто утверждал, что скорость падающего тела зависит от его веса?
а) Гераклит
б) Архимед
в) Аристотель
г) Аристарх
д) Фалес

2.5. Аристотель формулировал отсутствие пустоты, полагая, что:
а) атомы занимают все области пространства
б) в таком случае движение тел было бы вечным и неизменным, чего нет в бытии
в) бытие не терпит пустоты
г) небытия нет
д) атомов, заполняющих пространство бытия, нет

2.6. Что главное утверждало учение Клавдия Птолемея в многотомном трактате «Альмагест»?
а) космоцентризм
б) относительность небесных сфер
в) геоцентризм
г) пантеизм
д) гармонию небесных сфер

2.7. Аристотель полагал, что тела под действием постоянной силы движутся:
а) равномерно (с постоянной скоростью) и прямолинейно
б) равномерно по кругу
в) равноускоренно и прямолинейно
г) равноускоренно по кругу
д) не зависимо от тяжести того или иного тела — ускоренно

2.8. Законы логики, сформулированные Аристотелем, называются:
а) тождества, исключенного третьего, достаточного обоснования
б) тождества, противоречия, исключенного третьего
в) достаточного основания, исключенного третьего, противоречия
г) тождества, включенного третьего, противоречия
д) тождества, исключенного третьего, противоречия

2.9. В какой античной греческой школе были впервые высказаны идеи о первоэлементах (стихиях)?
а) аттической (афинской)
б) пифагорейской
в) элей-ской (логиков)
г) милетской (ионийской)
д) атомистов

2.10. Кто из античных мыслителей первым указал на математическую сущность природы?
а) Архимед
б) Аристотель
в) Конфуций
г) Пифагор

Репозиторий ВГУ

д) Платон; Фалес

2.11. Дайте русский эквивалент греческого слова «теория»:

а) озарение
б) умозаключение
в) умозрение
г) утверждение
д) доказательство

2.12. Представление об атомах, как неделимых и ненаблюдаемых частицах, впервые высказали в античное время:

а) Платон, Аристотель
б) Левкипп, Демокрит
в) Анак-симен, Анаксимандр
г) Архимед, Демокрит
д) Евдокс, Аристарх

2.13. Кто является автором античного многотомного научного трактата, дошедшего до нас под арабским названием «Альмагест»?

а) Ибн Сина (Авиценна)
б) Архимед
в) Птолемей
г) аль Бируни
д) Пифагор

2.14. Что утверждают апории (софизмы) Зенона Элейского?

а) отсутствие движения
б) возможность равномерного движения планет вокруг Земли
в) объясняют движение небесных сфер
г) бесконечную делимость времени
д) бесконечную делимость времени и отсутствие движения

2.15. Какой была общая центральная идея ведущих мыслителей античного естествознания?

а) существующий мир образован из воды
б) космоцентризм
в) геоцентризм
г) Земля покоится в эфире
д) мир существует вечно и неизменен и создан богами
е) космос создан богами

2.16. Что было главным в учении основателей элейской школы (школы элеатов)?

а) неразличимость картины мира в сознании с картиной мира чувств
б) подлинной в мире является картина чувств
в) бытие дано нам в абстрактно-философском осмыслении и познается только разумом
г) бытие и небытие существуют, трансформируясь (переходя) друг в друга
д) подлинной в мире является картина чувств и небытие существует

2.17. В каком веке был написан трактат «Начала» Евклида?

а) VI в. до н. э.

Репозиторий ВГУ

б) III в. н. э.
в) III в. до н. э.
г) I в. до н. э
д) I в. н. э.

2.18. Каким было первоначальное значение греческого слова «космос»?
а) структура
б) порядок
в) множество
г) бытие
д) звездный путь

2.19. Идея об абстрактном апейроне как некоторой беспредельной, неопределенной, бесконечной сущности появилась в античное время в:
а) аттической (афинской) школе
б) элейской школе
в) пифагорейской школе
г) милетской (ионийской) школе
д) школе Левкиппа и Демокрита

2.20. Так называемые с античных времен Платоновы тела, это:
а) шар, пирамида, куб, конус, цилиндр
б) тетраэдр, гексаэдр (куб), октаэдр, додекаэдр, икосаэдр
в) правильные невыпуклые многогранники
г) выпуклые параллелоэдры
д) выпуклые параллелоэдры и шар

2.21. Кто из античных философов создал учение о «мире идей»?
а) Конфуций
б) Аристотель
в) Платон
г) Архимед
д) Парменид

2.22. Какой пятый первоэлемент (стихию, сущность) надлунного мира к первым четырем первоэлементам под лунного мира милетской (ионийской) школы добавил Аристотель?
а) эфир
б) молнию
в) гром
г) свет
д) апейрон

2.23. К какой античной философской школе принадлежал Платон?
а) милетской (ионийской)
б) элейской
в) атомистов
г) аттической (афинской)
д) пифагорейской
е) сократовской

Репозиторий ВГУ

2.24. В античности доказательством невозможности движения, как такового, послужили:

а) диалоги Платона Тимей и Федр
б) апории Зенона Элейского
в) высказывания Зенона Китийского
г) рассуждения Фалеса о стойхионах (стихиях)
д) эпихеремы Зенона Элейского

2.25. Доказательствам против существования (наличия) множественности мира, высказанным философом античности Парменидом, были (была) посвящены (посвящена):

а) апории (софизмы) Зенона Элейского
б) утверждения Пифагора о дружественных числах
в) эпихеремы Зенона Элейского
г) «Диалоги» Платона
д) письма Эпикура о природе

2.26. Концепцию вечности движения в природе в античные времена развивали:

а) Фалес и Анаксагор
б) Ксенофан и Парменид
в) Анаксагор и Архимед
г) Гераклит и Эмпедокл
д) Пифагор и Филолай

2.27. Концепции самого совершенного в природе —кругового движения, присущего только вечному надлунному миру, — придерживался в античное время:

а) Аристарх
б) Гиппарх
в) Аристотель
г) Платон
д) Архимед

2.28. Учение основателей элейской школы Ксенофана и Парменида утверждало два пути познания мира:

а) экспериментальный и теоретический
б) философский и эвристический
в) мнения и истины
г) веры и разума
д) мистический и аксиологический

2.29. Какой по сущности принято считать античную физическую картину мира:

а) механической
б) метафизической
в) прагматической
г) математической
д) рационалистической

2.30. Десятичная система счисления пришла к древним европейцам из древней (него):

а) Индии
б) Китая
в) Месоамерики

Репозиторий ВГУ

г) Египта
д) Сирии

2.31. Представление об апейроне как первоэлементе бытия, было высказано:
а) Пифагором
б) Эмпидоклом
в) Анаксименом
г) Анаксагором
д) Анаксимандром

2.32. Кто первым из мыслителей путем логического анализа опроверг умозаключение Аристотеля о том, что тела с большим весом падают быстрее, чем тела с меньшим весом, и установил, что все тела падают с одинаковой скоростью:
а) Кузанский
б) Кеплер
в) Галилей
г) Филопон
д) Филолай

2.33. Кто из ученых античности исчислил количество «песчинок» (тел с наименьшими размерами) во Вселенной:
а) Пифагор
б) Аристарх
в) Гиппарх
г) Фалес
д) Архимед

2.34. Кто из мыслителей античности видел цель науки в полном определении предмета, достигаемом путем соединения дедукции и индукции:
а) Сократ
б) Архимед
в) Аристотель
г) Платон
д) Демокрит

Тесты 9

Концепции и принципы биологического естествознания

9.1. Существует предположение (гипотеза), впервые высказанное в 1865 г. немецким химиком Г. Рихтером, поддержанное С. Аррениусом и Г. Гельмгольцем, что жизнь была занесена на Землю из космоса посредством метеоритов (идея панспермии — семян жизни). Эта идея была дискредитирована тем, что:
а) выделяемое при входе метеорита в атмосферу тепло уничтожит всякое «живое» вещество
б) ничто живое не может сохраниться в межзвездном пространстве из-за жестких рентгеновских, гамма-излучений и ультрафиолета
в) никаких признаков «живого» вещества не было найдено в метеоритах
г) справедливы все ответы
д) справедливо б) и в)

Репозиторий ВГУ

9.2. Первые возникшие на Земле многоклеточные организмы относятся к типу:

а) членистоногие
б) плоские черви
в) кишечнополостные
г) сине-зеленые водоросли
д) плоские черви и водоросли

9.3. Среди последующих утверждений выделите одно некорректное:

а) клетки являются фундаментальными единицами жизни
б) у всех клеток есть стенки
в) все организмы состоят из одной и более клеток
г) новые клетки возникают при делении других клеток
д) у всех клеток есть стенки, все организмы состоят из одной и более клеток

9.4. Каким следует выбрать цвет луча, которым освещается некоторый биологический объект для более детального, лучшего разрешения?

а) красный
б) синий
в) зеленый
г) желтый
д) белый

9.5. Укажите, в какой из схем, указанных ниже, нарушена иерархия организации материи? Учтите, что все схемы неполные:

а) элементарные частицы —> молекулы —> живая клетка
б) атом —> макромолекула —> органеллы клетки
в) органеллы клетки —> макромолекула —> живая клетка
г) элементарные частицы —> атом —> молекула
д) элементарные частицы —> атом —> молекула, элементарные частицы —> атом —> молекула

9.6. Наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости любых живых организмов, это:

а) молекулярная биология
б) генетика
в) биофизика
г) цитология
д) биогеохимия

9.7. Как называется нуклеотид, играющий наиважнейшую роль в энергетике клетки?

а) рибонуклеиновая кислота (РНК)
б) дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)
в) аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)
г) фермент
д) аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) и фермент

9.8. Область существования и функционирования живущих на Земле организмов, это:

а) гидросфера
б) биосфера

Репозиторий ВГУ

в) биоценоз
г) атмосфера и гидросфера
д) биоценоз и биосфера

9.9. Не имеющие клеточного строения простейшие формы жизни (организмы), состоящие из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки, это:

а) вирусы
б) бактерии
в) грибы
г) инфузории
д) протисты

9.10. Класс животных, у которых поддерживается постоянная температура тела, это:

а) земноводные
б) млекопитающие
в) пресмыкающиеся
г) насекомые
д) протисты

9.11. Одна из главных характеристик любого живого организма, это:

а) наличие нервной системы
б) теплокровность
в) наследственность
г) клеточное строение организма
д) способность к зрению

9.12. Вещества биологического происхождения различной химической природы, способные подавлять рост микробов и даже убивать их, это:

а) антибиотик
б) бактериофаг
в) антисептик
г) вирус
д) антитела

9.13. Высокомолекулярные органические соединения биологического происхождения, входящие в состав клеточного ядра и играющие важную роль в процессах жизнедеятельности всех организмов, в передачи наследственных признаков, это:

а) нуклеиновые кислоты
б) аминокислоты
в) ферменты
г) белки
д) ферменты и белки

9.14. Процесс разложения органических веществ, главным образом под влиянием микроорганизмов или ферментов, это:

а) окисление
б) восстановление
в) брожение
г) горение
д) тление

Репозиторий ВГУ

9.15. Какой перечень биологических наук правильно выбран по объектам исследования:

а) эмбриология, цитология, гидробиология, генетика, ботаника

б) физиология, микробиология, биоэкология, анатомия, бактериология

в) вирусология, зоология, антропология, морфология

г) антропология, зоология, ботаника, бактериология, вирусология

д) морфология, анатомия, бактериология, физиология, ботаника

9.16. Ген (носитель наследственности, единица наследственной информации) это:

а) молекула ДНК

б) участок молекулы ДНК, несущий информацию о строении одной молекулы полипептида (белка)

в) участок молекулы РНК, несущий информацию о данном признаке

г) нет верного ответа

д) все ответы верные

9.17. Молекула РНК отличается от молекулы ДНК следующим:

а) вместо тимина (Т) в РНК входит урацил (У)

б) вместо дезоксирибозы в РНК входит рибоза

в) вместо двух нитей в ДНК в РНК имеется одна нить

г) верны все ответы

д) верны ответы а) и в)

9.18. Наиболее вредное воздействие на живые организмы может оказывать:

а) инфракрасное излучение

б) излучение в сине-зеленой части спектра

в) излучение в желто-красной части спектра

г) ультрафиолетовое излучение

д) ультрафиолетовое излучение и излучение в желто-красной части спектра

9.19. Впервые клеточную структуру живого организма под микроскопом наблюдал:

а) англичанин Р. Гук

б) голландец А. Левенгук

в) русский К. Бэр

г) немец Р. Вирхов

д) немец Р. Вирхов и русский К. Бэр

9.20. Продукт фотосинтеза ведет к образованию (или протеканию):

а) озоновых дыр в атмосфере

б) нуклеиновых кислот в живых организмах

в) кислорода в атмосфере

г) мутагенеза

д) углекислого газа в атмосфере

9.21. Носителями генетической информации (наследственности) в живых организмах, являются:

а) ферменты

б) нуклеиновые кислоты

в) белки

г) дезоксирибоза

Репозиторий ВГУ

д) аминокислоты

9.22. Специфический протеин, играющий роль катализатора в живых организмах, это:

а) фермент
б) нуклеиновая кислота
в) хлорофилл
г) белок
д) липид

9.23. Фермент, придающий зеленую окраску растениям под действием солнечных лучей, это:

а) белок
б) нуклеиновая кислота
в) хлорофилл
г) дезоксирибоза
д) рибоза

9.24. Критерий или критерии определения (сущности) жизни, это:

а) обмен веществ (метаболизм)
б) наличие белков
в) наличие жидкокристаллической структуры)
г) верны а) и б)
д) верны все ответы

9.25. Назовите правильную дарвинско-геккелевскую триаду, основу эволюции живого:

а) наследственность, катастрофичность, мутагенез
б) наследственность, постоянство, естественный отбор
в) наследственность, изменчивость, естественный отбор
г) наследственность, изменчивость, гомеостаз
д) изменчивость, гомеостаз и естественный отбор

9.26. Первооткрывателем (основоположником) генетики был:

а) Эрнст Геккель
б) Томас Морган
в) Грегор Мендель
г) Чарлз Дарвин
д) Гуго де Вриз

9.27. Укажите 6 основных химических элементов, так называемых органогенов или биогенов, входящих в состав любого живого организм:

а) водород, кислород, азот, сера, углерод, фосфор
б) водород, углерод, фтор, хлор, азот, бор
в) углерод, азот, кислород, водород, хлор, бор
г) фосфор, бор, водород, углерод, кислород, азот
д) водород, углерод, кислород, азот

9.28. Главное значение (сущность) теории Чарльза Дарвина состоит в:

а) объяснении причин происхождения жизни на Земле
б) создании первого эволюционного учения
в) разработке теории естественного отбора

Репозиторий ВГУ

г) открытии биогенетического закона
д) все ответы правильны

9.29. В основе эволюционной теории Чарлза Дарвина лежит представление о:
а) борьбе за существование
б) естественном отборе
в) наследственной изменчивости
г) все эти представления
д) правильно а) и в)

9.30. Биологическая эволюция — это процесс:
а) индивидуального развития особи (онтогенез)
б) исторического развития органического мира
в) размножения и развития клетки
г) верны все ответы
д) все ответы неверны

9.31. Первые возникшие на Земле организмы, были:
а) прокариоты
б) эукариоты
в) радиолярии
г) сине-зеленые водоросли
д) протисты

9.32. Впервые кислород в атмосферу начали выделять:
а) коацерваты
б) сине-зеленые водоросли
в) вирусы
г) бактерии
д) все ответы верны

9.33. Популяции какого-либо вида угрожает гибель, если ее численность:
а) максимальна
б) минимальна
в) колеблется
г) гибель популяции не зависит от ее численности
д) все ответы верны

9.34. В результате взаимосвязи в биологической системе хищник — жертва:
а) происходит вымирание популяции жертвы
б) резко снижается численность популяции жертвы
в) резко увеличивается численность популяции хищника
г) усиливается естественный отбор в обеих популяциях
д) все ответы верны

9.35. Термин биосфера как концептуальное понятие, впервые употребил (ввел в науку):
а) К. Линней
б) Э. Зюсс
в) Ж. Б. Ламарк
г) Ч. Дарвин
д) Э. Дарвин

Репозиторий ВГУ

9.36. Учение о биосфере было создано и развито:
а) Ч. Дарвином
б) Т. Морганом
в) А.В. Опариным
г) В.И. Вернадским
д) Э. Дарвиным

9.37. В химический состав белков живых организмов входит:
а) 12 видов аминокислот
б) 15 видов аминокислот
в) 20 видов аминокислот
г) 27 видов аминокислот
д) 120 видов аминокислот

9.38. Энергия солнечного света при фотосинтезе используется растительной клеткой для:
а) возбуждения электронов в атомах углерода
б) образования воды
в) синтеза АТФ
г) протекания мутагенеза
д) правильно а) и в)

9.39. Совокупность генов какой-либо популяции называется:
а) генотипом
б) геномом
в) генофондом
г) фенотипом
д) генезисом

9.40. Совокупность особей одного вида, живущих на одной территории, это:
а) популяция
б) семья
в) отряд
г) стая
д) сообщество

9.41. Среди нижеследующих утверждений определите одно некорректное:
а) клетки являются фундаментальными единицами жизни
б) у всех клеток есть стенки
в) все организмы состоят из одной и более клеток
г) новые клетки образуются при делении других клеток
д) некорректны утверждения а) и б)

9.42. Организмы, которым свойственно неклеточное строение, а их жизнедеятельность проявляется в клетках других организмов, относят к группе:
а) бактерий
б) вирусов
в) водорослей
г) простейших
д) радиолярий

Репозиторий ВГУ

9.43. Клеточное строение всех царств живой природы, сходство строения клеток и их химического состава, служат доказательством:

а) единства органического мира
б) единства живой и неживой природы
в) эволюции органического мира
г) происхождения ядерных организмов от доядерных
д) правильны утверждения а) и в)

9.44. Единицей размножения организмов является:

а) ядро
б) цитоплазма
в) клетка
г) митохондрия
д) аппарат Гольджи

9.45. В процессе фотосинтеза, в отличие от хемосинтеза:

а) используется энергия, освобождаемая при окислении неорганических веществ
б) углекислый газ используется в качестве источника углерода
в) хлорофилл поглощает и преобразует энергию солнечного света
г) в клетках образуются органические вещества из неорганических
д) в клетках образуются органические вещества из неорганических и используется энергия

9.46. Энергия, запасенная в молекулах АТФ, используется в клетке в процессе:

а) биосинтеза белка
б) гликолиза
в) хемосинтеза
г) окисления молекулы глюкозы
д) гликолиза и хемосинтеза

9.47. Если возникшее в организме изменение признака не передается по наследству, это значит, что:

а) изменились только хромосомы, а не гены
б) гены и хромосомы не изменились
в) изменились и гены, и хромосомы
г) изменились только гены, а не хромосомы
д) правильны ответы а) и б)

9.48. Фотосинтез, в отличие от биосинтеза белка, происходит:

а) в клетках, содержащих митохондрии
б) в клетках, содержащих хлоропласты
в) в клетках, содержащих лизосомы
г) во всех клетках любого организма
д) в цитоплазме

9.49. Какую функцию выполняют белки в реакциях обмена веществ?

а) ферментативную, ускоряют биохимические реакции
б) снабжают энергией химических реагентов
в) передают информацию реагентам химических реакций
г) доставляют аминокислоты
д) правильны ответы а) и г)

Репозиторий ВГУ

9.50. Как в процессе митоза, так и в процессе мейоза происходят(ит):

а) два удвоения хромосом и два деления клетки

б) одно деление клетки

в) одно удвоение молекул ДНК

г) два удвоения молекул ДНК

д) правильны а) и г)

9.51. Вирусы отличаются от других организмов тем, что:

а) они не имеют собственного обмена веществ

б) они одноклеточные

в) они не имеют ядра

г) в их состав входят только молекулы белков и нуклеиновых кислот

д) в их состав входят только молекулы белков

9.52. Какие процессы происходят в световую фазу фотосинтеза?

а) восстановление углекислого газа протонами водорода, использование энергии молекул АТФ на восстановительные реакции, поступление в клетки из атмосферы углекислого газа;

б) фотолиз воды, синтез молекул АТФ и использование энергии АТФ на восстановительные реакции

в) восстановление молекул хлорофилла электронами водорода, фотолиз воды и синтез молекул АТФ

г) поступление углекислого газа в клетки и фотолиз воды

д) поступление углекислого газа в клетки и синтез молекул АТФ

9.53. Признаки жизнедеятельности вне клеток других организмов не проявляются у:

а) простейших

б) вирусов

в) микробов

г) сине-зеленых водорослей

д) все ответы правильны

9.54. Углекислый газ используется в качестве источника углерода в реакциях:

а) синтеза

б) биосинтеза белков

в) фотосинтеза

г) синтеза нуклеиновых кислот

д) синтеза нуклеиновых кислот и белков

9.55. Способностью присоединять к себе вещества и перемещать их в клетке или организме обладают молекулы:

а) ДНК

б) АТФ

в) белка

г) РНК

д) дезоксирибозы

9.56. Основным источником энергии в организме являются:

а) витамины С

б) углеводы

в) витамины В

Репозиторий ВГУ

г) гормоны
д) правильны ответы а) и в)

9.57. Какой перечень биологических наук соответствует наукам по уровням организации живой материи:
а) анатомия, физиология, бактериология
б) анатомия, гистология, цитология
в) эмбриология, генетика, вирусология
г) гистология, физиология, бактериология
д) физиология, бактериология и вирусология

9.58. Расположите в правильной последовательности этапы (фазы), прошедшие клеткой в процессе эволюции обмена веществ (метаболизма):
а) гексозомонофосфатный цикл
б) ферментация
в) фотосинтез
г) фотофосфорилирование
д) фотофосфорилирование и ферментация

9.59. За какое время происходит разложение всей воды на Земле и ее новое образование при фотосинтезе и дыхании:
а) 500 тыс. лет
б) 1 млн лет
в) 5 млн лет
г) 10 млн лет
д) 50 млн лет

9.60. Какие биологические науки относятся к комплексным биологическим наукам:
а) паразитология
б) биохимия
в) гидробиология
г) микология
д) ни одна из указанных наук

9.61. В фенотип любого организма не включается (ются):
а) поведенческие инстинкты
б) анатомия
в) физиология
г) хромосомный набор
д) анатомия и физиология

9.62. Бесполым размножением не является:
а) почкование
б) образование гамет
в) клонирование
г) черенкование
д) партеногенез

9.63. Современная теория синтетической эволюции обязательно включает в себя:

Репозиторий ВГУ

а) идеи Ламарка и Сент-Илера
б) идеи Вернадского и Тейяра де Шардена
в) идеи Дарвина и Менделя
г) идеи Дарвина и Ламарка
д) идеи Маргулис и Лавлока

9.64. По В. Сукачеву синоним термина экосистема является:
а) биосфера
б) биоценоз
в) биогеоценоз
г) биогеохемоценоз
д) хемоценоз

9.65. В современной биологии концепция коэволюции означает:
а) современный этап эволюции человека
б) взаимное приспособление видов
в) соединение учений Дарвина и Менделя
г) естественный отбор
д) все ответы верны

9.66. В согласии с учением Льва Гумилева об этногенезе, развитие этносов определяется в основном:
а) солнечной активностью
б) биогеоценозами
в) деятельностью пассионариев
г) географической средой
д) генотипом

9.67. Учение Владимира Вернадского о воздействии человеческого разума на эволюцию природы называется:
а) астеносфера
б) биосфера
в) ноосфера
г) криптосфера
д) антропосфера

9.68. Согласно Владимиру Вернадскому, живое вещество планеты — это:
а) генофонд
б) совокупность всех органо-минеральных комплексов
в) совокупность всех живых организмов
г) совокупность всех геномов
д) совокупность всех живых организмов и минеральных комплексов

9.69. Жизнь с энтропийной точки зрения — это процесс:
а) коэнтропийный
б) негэнтропийный
в) квазиэнтропийный
г) миниэнтропийный
д) коэнтропийный и коэнтропийный

9.70. Бихевиоризм, развитый в основном американскими учеными, это учение:
а) о популяционно-видовой борьбе особей

Репозиторий ВГУ

б) о поведении животных в естественных условиях
в) о поведении животных в неволе
г) об отношениях в системе «хищник-жертва»
д) о врожденных инстинктах и рефлексах

9.71. Вирус как биологический объект представляет собой:
а) нуклеотид
б) нуклеопротеид
в) возбудитель инфекционных заболеваний — жидкокристаллическое вещество
г) возбудитель инфекционных болезней, репродуцирующий внутри живых клеток
д) полимер — возбудитель инфекций

9.72. Русскому биологу Николаю Кольцову принадлежит высказывание: «Признаки, передаваемые по наследству, определяются линейным расположением мономеров в полимерных молекулах». В этом заключена идея или гипотеза:
а) биогенетического закона
б) биологической эволюции
в) матричного синтеза в органическом мире
г) происхождения жизни
д) коэволюции

9.73. Концепция автопоэза (автопоэзиса) в органическом мире (биосфере) основывается на гипотезе:
а) креационизма
б) синергизма
в) панспермии
г) самопорождения (самосозидания)
д) первенства молекул РНК над молекулами ДНК

9.74. Концепция автопоэза (автопоэзиса) была выдвинута и развита:
а) Уотсоном и Криком
б) Матурана и Варела
в) Полин-гом и Дельбруком
г) фон Берталанфи и Эйгеном
д) Приго-жиным и Хакеном

9.75. Ключевая фундаментальная идея (гипотеза) в биологии XX столетия, это идея (гипотеза) о (об):
а) РНК — мире (Чех, Джойс)
б) автопоэзе (автолоэзисе) живых систем (Матурана, Варела)
в) первичности молекулы АТФ в происхождении жизни (Галимов)
г) матричном механизме репродукции хромосом и наследственных признаков (Кольцов)
д) элементарных открытых каталитических системах (Руденко)

9.76. Электрофореграммы (использующие явление электрофореза, явления, заключающегося в движении дисперсных частиц под действием электрического поля), позволяют установить, в том числе:
а) генную структуру ДНК
б) цветовую гамму электроосажденных металлов
в) фрагментирование полинуклеотидов
г) структуру полисахаров

Репозиторий ВГУ

д) структуру АТФ

9.77. В проблеме происхождения жизни понятие информация определено Г. Кастлером как:

а) содержание процессов отражения (рефлексии) жизнедеятельности

б) совокупность приемов, правил или сведений, необходимых для построения алгоритма, оператора жизни

в) запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных

г) отобранный естественным путем единственный вариант из множественного эквивалентного набора

д) план (алгоритм) построения клетки и всего живого организма

9.78. Какой вариант соответствует правильному геохронологическому чередованию эонов (эонотем):

а) археозой (архей), фанерозой, криптозой

б) криптозой, мезозой, кайнозой

в) палеозой, мезозой, кайнозой

г) археозой (архей), докембрий, венд

д) археозой (архей), протерозой, фанерозой

9.79. Какой вариант соответствует правильному геохронологическому следованию эр (эротем):

а) протерозой, палеозой, кайнозой

б) палеозой, кайнозой, мезозой

в) палеозой, рифей, архей

г) кайнозой, докембрий, рифей

д) палеозой, мезозой, кайнозой

Тесты 10 и 11

Концепции естествознания о человеке, антропный принцип и Мега-история Вселенной

10-11.1. Все виды деятельности человека относятся к факторам:

а) абиотическим

б) биотическим

в) периодическим

г) действующим непериодически (случайно)

д) правильные ответы а) и в)

10-11.2. Действием только биологических факторов нельзя объяснить появление у человека:

а) S-образного изгиба позвоночника

б) мышления

в) извилин головного мозга

г) прямохождения

д) прямохождения и мышления

Репозиторий ВГУ

10-11.3. Почему людей всех рас относят к одному виду? Это потому, что:

а) клетки содержат одинаковое число хромосом

б) они сходны по строению, жизнедеятельности, числу и составу хромосом, вступают в брак и имеют полноценных детей

в) прямоходящие, обладают речью и мышлением

г) они имеют одного предка — австралопитека

д) они имеют одного предка и сходны по строению

10-11.4. В органе зрения человека функцию линзы выполняет:

а) зрачок

б) сетчатка

в) хрусталик

г) роговица

д) роговица и хрусталик

10-11.5. Укажите правильную хронологическую последовательность предков современного человека:

а) питекантроп, австралопитек, неандерталец, кроманьонец

б) австралопитек, человек умелый, человек прямоходящий, человек разумный

в) синантроп, питекантроп, кроманьонец, человек разумный

г) питекантроп, гейдельбергский человек, синантроп, неандерталец

д) гейдельбергский человек и австралопитек

10-11.6. Каковы доказательства происхождения человека от животных?

а) одинаковая структура клеток животных и человека, палеонтологические исследования

б) кровь животных и человека практически идентичны, внутренние органы имеют полное сходство в своем функционировании

в) сходство строения и жизнедеятельности человека и млекопитающих животных и их зародышей, наличие у человека рудиментов и атавизмов, палеонтологические находки древних людей

г) сходная структура ДНК человека и животных, наличие у человека рудиментов и атавизмов

д) сходная структура ДНК человека и животных и сходство строения и жизнедеятельности

10-11.7. Под воздействием в основном биологических факторов эволюции у людей сформировались:

а) развитое мышление

б) расовые различие

в) общественный образ жизни

г) речь

д) речь и расовые различие

10-11.8. Все расы входят в один вид — человек разумный, что свидетельствует о(об):

а) одинаковом уровне физического развития людей разных .рас

б) генетическом единстве рас

в) одинаковом психическом развитии людей разных рас

г) существенных генетических различиях между расами

д) существенных генетических различиях между расами и одинаковом психическом развитии

Репозиторий ВГУ

10-11.9. Появление у предков человека S-образного позвоночника произошло под влиянием:

а) абиотических факторов
б) социальных факторов эволюции
в) биологических факторов эволюции
г) антропогенных факторов
д) антропогенных факторов и абиотических факторов

10-11.10. Под воздействием только социальных факторов эволюции у людей сформировались:

а) речь
б) трудовая деятельность и общество
в) эмоции
г) мышление
д) мышление и речь

10-11.11. Наш непосредственный предок это:

а) рамопитек
б) синантроп
в) кроманьонец
г) неандерталец
д) неандерталец и рамопитек

10-11.12. Женский пол у человека является:

а) гетерогаметным по половым хромосомам
б) гомогаметным по Х-хромосоме
в) гомогаметным по "У-хромосоме
г) все ответы неверны
д) гомогаметным

10-11.13. Численность населения Земли составляет на начало XXI века (в млрд чел.):

а) около 12
б) более 6
в) более 9
г) почти 4
д) 8

10-11.14. Появление человека на Земле относится к геохронологическому периоду:

а) пермскому
б) кембрийскому
в) неогеновому
г) четвертичному
д) четвертичному и пермскому

10-11.15. Упругие волны, не воспринимаемые человеческим ухом, это:

а) инфразвук
б) ультразвук
в) оба верны
г) оба неверны

Репозиторий ВГУ

д) ультразвук и гиперзвук

10-11.16. Наше время в истории (геохронологии) Земли называется:
а) юрский период мезозойской эры
б) неогеновый период кайнозойской эры
в) четвертичный период кайнозойской эры
г) палеоген
д) палеоген и неоген

10-11.17. Расположите в библейском порядке (из книги Моисея «Бытие») творения Бога:
а) флора и фауна
б) человек
в) небо и земля
г) твари земные
д) твари земные и флора

10-11.18. Какой человек стал именоваться Человеком разумным (Homo sapiens)?
а) неандерталец
б) рамопитек
в) кроманьонец
г) синантроп
д) синантроп и неандерталец

10-11.19. Перечислите 6 основных химических элементов (так называемых органогенов или биогенов), входящих в состав всякого живого организма.

10-11.20. Какие из признаков человека не наследуются?
а) дыхание
б) питание
в) самозащита
г) речь
д) цвет глаз

10-11.21. Мужской пол у человека является:
а) гетерогаметным по половым хромосомам
б) гомогаметным по Х-хромосоме
в) гомогаметным по У-хромосоме
г) все ответы верны
д) все ответы неверны

10-11.22. Обезьяноподобный предок современного человека, живший в Восточной Африке 4-3 млн. лет тому назад — это:
а) дриопитек
б) афарский австралопитек
в) рамапитек
г) синантроп
д) яванский человек

10-11.23. Согласно современным представлениям человек разумный появился в период:
а) архей

Репозиторий ВГУ

б) кайнозой
в) криптозой
г) мезозой
д) докембрий

10-11.24. Установите правильную последовательность эволюции наших предков:
а) прямостоящий — умелый — разумный
б) разумный — прямостоящий — умелый
в) умелый — прямостоящий — разумный
г) прямостоящий — умелый — разумный
д) умелый — разумный

10-11.25. К какому виду человека современная наука относит неандертальца:
а) умелый
б) разумный
в) прямостоящий
г) яванский
д) синантроп

10-11.26. Человечество выживет лишь в том случае, если:
а) сохранится озоновый слой
б) будет поддерживаться биологическое разнообразие
в) не наступит ни похолодания, ни потепления климата
г) повышающееся антропогенное воздействие на биосферу не превзойдет некоторого предельного порогового уровня
д) если удастся победить инфекционные и онкологические заболевания

Ключи к тестам

Глава 1
1-в
2-б
3-б
4-в
5-а
6-б
7-б
8-б
9-в
10-б
11-б
12-г
13-в
14-в
15-б
16-в
17-а
18-б
19-б
20-б

Глава 2

Репозиторий ВГУ

1-в,
2-б,
3-в,
4-в,
5-б,
6-в,
7-а,
8-б,
9-г,
10-г,
11-в,
12-б,
13-в,
14-а,
15-в,
16-в,
17-в,
18-б,
19-г,
20-б,
21-в,
22-а,
23-г,
24-б,
25-в,
26-г,
27-в,
28-в,
29-б,
30-а,
31-д,
32-г,
33-д,
34-в.

Главы 3, 4 и 5

1-в,
2-в,
3-б,
4-б,
5-г,
6-а,
7-б,
8-б,
9-в,
10-в,
11-г,
12-в,
13-г,
14-в,
15-в,

Репозиторий ВГУ

16-в,
17-в,
18-в,
19-б,
20-в,
21-в,
22-б,
23-а,
24-в,
25-в,
26-б,
27-б,
28-б,
29-б,
30-б,
31-б,
32-а,
33-в,
34-г,
35-б,
36-а,
37-а,
38-б,
39-б,
40-а,
41-в,
42-б,
43-а,
44-в,
45-б,
46-г,
47-б,
48-в,
49-б,
50-г,
51-в,
52-в,
53-б,
54-в,
55-д,
56-г,
57-в,
58-в,
59-а,
60-г,
61-в,
62-а,
63-а,
64-б,
65-в,
66-б,
67-а,

Репозиторий ВГУ

68-в,
69-б,
70-б,
71-б,
72-в,
73-в,
74-б,
75-в,
76-в,
77-в,
78-г,
79-в,
80-б,
81-е,
82-а,
83-г,
84-б,
85-а,
86-в,
87-б,
88-а,
89-а,
90-а,
91-в,
92-а,
93-а,
94-б,
95-а,
96-б,
97-а,
98-в,
99-а,
100-б,
101-а,
102-б,
103-а,
104-а,
105-б,
106-в,
107- (Wo = 1, Wl = 10, W2 = 45, W3 = 120, W4 = 120, W5 = 252),
108- (Sf - Si = kN ln2).

Главы 6-7

1-в,
2-В,
3-В,
4-б,
5-в,
6-а,
7-б,
8-б,

Репозиторий ВГУ

9-б,
10-б,
11-в,
12-б,
13-б,
14-б,
15-в,
16-Д,
17-б,
18-г,
19-б,
20-В,
21-б,
22-в,
23-а,
24-В,
25-В,
26-а,
27-а,
28-б,
29-а,
30-В,
31-В,
32-В,
33-Г,
34-б,
35-в,
36-г,
37-г,
38-б,
39-в,
40-а,
41-в,
42-б,
43-в,
44-б,
45-г,
46-в,
47-б,
48- (реакция физическая — термоядерного синтеза, водород, дейтерий, тритий),
49-а,
50-в,
51-б,
52-в,
53-а,
54-б,
55-в,
56-д,
57-г,
58-в,
59-г,
60-д.

Репозиторий ВГУ

Глава 8

1-а,
2-г,
3-в,
4-в,
5-б,
6-б,
7-а,
8-г,
9-б,
10-в,
11-б,
12-б,
13-в,
14-в,
15-б,
16-б,
17-ж,
18-б,
19-в,
20-в,
21-в,
22-б,
23-в,
24-а,
25-в,
26-в,
27-в,
28-б,
29-а,
30-б,
31-а,
32-б,
33-б,
34-в,
35-а,
36-б,
37-г,
38-в,
39-б,
40-а,
41- а) х, б) ф, в) ф, г) ф;
42- а) х, б) х, в) ф, г) ф;
43- а) ф, б) ф, в) х, г) х;
44- а) ф, б) ф, в) х, г) х;
45- а) х, б) ф, в) х, г) ф;
46- а) ф, б) х, в) ф, г) ф;
47- а) х, б) ф, в) ф, г) ф;
48- а)1, б) 2, в) 1, г) 3;
49- а) 1, б) 3, в) 2, г) 1;

Репозиторий ВГУ

50- а) 1, 3; б) 2, 3; в)2, 4; г) 1, 4;
51-в,
52-в,
53- б,
54-б,
55-в,
56-г,
57-а,
58-в,
59-д,
60-г.

Глава 9

1-г,
2-г,
3-б,
4-б,
5-в,
6-б,
7-в,
8-б,
9-а,
10-б,
11-г,
12-а,
13-а,
14-в,
15-г,
16-а,
17-г,
18-Г,
19-а,
20-в,
21-б,
22-а,
23-в,
24-г,
25-в,
26-в,
27-а,
28-в,
29-г,
30-б,
31-г,
32-б,
33-б,
34-г,
35-б,
36-г,
37-в,
38-в,

Репозиторий ВГУ

39-в,
40-а,
41-б,
42-в,
43-а,
44-в,
45-в,
46-а,
47-б,
48-б,
49-а,
50-в,
51-а,
52-в,
53-б,
54-в,
55-г,
56-б,
57-б,
58-багв,
59-г,
60-з,
61-г,
62-б,
63-в,
64-в,
65-б,
66-г,
67-в,
68-в,
69-б,
70-в,
71-г,
72-в,
73-г,
74-б,
75-г,
76-а,
77-в,
78-д,
79-д.

Главы 10-11

1-г,
2-б,
3-б,
4-в,
5-б,
6-в,
7-б,
8-б,

Репозиторий ВГУ

9-в,
10-б,
11-в,
12-б,
13-б,
14-г,
15-в,
16-в,
17-вагб,
18-в,
19-а,
20-в,
21-а,
22-б,
23-е,
24-в,
25-б,
26-г.

Глава 12
1-б,
2-б,
3-б,
4-в,
5-в,
6-б,
7-б,
8-в,
9-а,
10-б,
11-а,
12-в,
13-г,
14-г,
15-г,
16-в,
17-б,
18-б,
19-а,
20-в.

Глава 13
1-г,
2-б,
3-б,
4-б,
5-б,
6-в,
7-г,
8-б,

Репозиторий ВГУ

9-в,
10-а,
11-б.

Список тем рефератов

Темы рефератов «Образы природы античного, раннего (средневековья и эпохи Возрождения) и классического (эпохи Нового времени) естествознания» (1 семестр)

1. Образы природных стихий и космогонических идей в древнеиндийских ведах и упанишадах.

2. Древнекитайское естествознание и даосизм.

3. Милетская (ионийская) школа древнегреческой натурфилософии.

4. Элейская школа природы и логики в древнегреческой натурфилософии.

5. Апории Зенона и проблемы движения и пространства.

6. Пифагорийская школа гармонии, меры и числа.

7. Афинская школа атомизма, космогонии и космологии.

8. Аттическая школа и учение Платона.

9. Аттическая школа и естественнонаучные идеи Аристотеля.

10. Архимед как физик и математик.

11. Физические основания «Начал» Евклида.

12. Космологические воззрения древних египтян и греков (дохристианское время).

13. Космология Птолемея и «Альмагест».

14. Античные воззрения на органический (биологический) мир.

15. Аристотель как биолог и систематик органического мира.

16. Начала медико-биологических знаний (Гиппократ и Гален).

17. Эмпиризм и энциклопедизм школы перипатетиков (последователей Аристотеля).

18. Космогония Эпикура в поэме Лукреция «О природе вещей».

19. Понятие времени в античном естествознании эллинов.

20. Ибн-Сина (Авиценна), ал-Бируни и естествознание арабского средневековья.

21. Ибн-Сина (Авиценна) и медицина средневековья.

22. Учение о времени в средние века (Августин, арабский Восток, схоласты, Оккам).

23. Основные цели и проблемы алхимии.

24. Идеи Гроссетеста, Роджера Бэкона и Брадвердина в естествознании позднего средневековья.

25. Гелиоцентрическая космология Николая Коперника.

26. Тихо Браге, Иоганн Кеплер и движение планет.

27. Аристарх, Гиппарх, Аристотель, Птолемей, Коперник, Бруно о движении Земли и Солнца.

28. Энциклопедическая «Естественная история» Плиния Старшего.

Репозиторий ВГУ

29. Идеи о методе Фрэнсиса Бэкона и Рене Декарта й начало классической науки.

30. Физические открытия Галилея.

31. Место физики (натуральной философии) Ньютона в классической науке.

32. «Математические начала натуральной философии» Ньютона как продолжение «Начал» Евклида.

33. Физические идеи мыслителя Ренессанса Николая Кузанского.

34. Естественнонаучные взгляды на мир Леонардо да Винчи.

35. Роберт Бойль и начало химии элементов.

36. Движение и однородное пространство Галилея, Декарта и Ньютона.

37. Становление классической концепции времени в XVI-XVII веках (Ф. Бэкон, Галилей, Кеплер, Декарт, Спиноза, Гоббс, Локк).

38. Концепция классического времени Ньютона.

39. Дискуссия о классическом времени в трудах Лейбница, Эйлера, Бошковича, Юма, Канта.

40. Небулярная гипотеза Канта и космогония Лапласа.

41. Натурфилософские и физические образы Лейбница.

42. Механицизм и картезианская физика.

43. Природа тяготения по Ньютону и его космология.

44. Корпускулярная концепция света Ньютона.

45. Возникновение и становление лапласовского детерминизма (причинно-следственных связей физических явлений).

46. Концепции времени в классической немецкой философии и естествознании XVIII-XIX веков (Фихте, Шеллинг, Гегель, Фейербах).

47. Электричество и магнетизм от античности до Гильберта, Кулона, Эрстеда и Ома.

48. Волновые концепции света Юнга и Френеля.

49. Механика явлений в изложении Эйлера и Лагранжа.

50. Концепция теплоты по Карно, Джоулю и Майеру.

51. Основные положения механистической картины мира.

52. Джон Локк и создание критического эмпиризма.

53. Идеи Дидро об объяснении природы.

54. Атомизм Гассенди в работе «Физика, или Учение о природе».

55. От трансформизма Ж. Бюффона к единству живой природы Ж. Сент-Илера.

56. Классификация растений и животных Карла Линнея.

57. От концепций трансформации биологических видов к идее эволюции на рубеже XVIII-XIX вв.

58. Ламарк, эволюция видов и ламаркизм.

59. Концепция катастрофизма Кювье в развитии биологических видов.

60. Биологический униформизм и актуалистический метод Ч. Лайеля.

61. Эволюционное учение Дарвина и его основополагающие принципы.

62. Филогенез Геккеля и становление эволюционной биологии в XIX веке.

Репозиторий ВГУ

63. Возникновение и становление учения о наследственности (генетике в XIX веке.

64. Клеточные теории Шлейдена-Шванна и Вирхова.

65. Лавуазье и Бертолле — родоначальники научной химии XVIII столетия.

66. Установление основных законов химии Дальтоном, Авогадро и Берцеллиусом.

67. «Трактат о свете» Гюйгенса.

68. Создание первых источников электричества Франклином, Гальвани и Вольту.

69. Физические идеи Ломоносова.

70. Становление идеи об электромагнитном поле из опытов Фарадея.

71. Системный метод и таблица элементов Менделеева.

72. Больцман и его молекулярно-кинетические идеи.

73. Концепции структуры химических соединений по Кекуле и Бутлерову.

74. Кристаллы и кристаллографические группы Федорова.

75. Эмбриология и анатомия животных и человека в XVI и XVII веках.

76. Бернар, Пастер, Мендель, Бюхнер и Кох — основоположники современной микробиологии.

77. Становление отечественной физиологии: Сеченов, Мечников и Павлов.

78. Второе начало термодинамики и тепловая смерть Вселенной по Клаузиусу.

79. Герц, Попов и Маркони — основоположники радиосвязи.

80. Парадоксы теплового излучения тел в конце XIX века.

81. Проблема эфира от античности до конца XIX столетия.

82. Максвелл как основоположник классического естествознания.

83. Гаусс, Лобачевский и Больяи и новая геометрия пространства.

84. Геометрия Римана и физическое пространство.

85. Бэр, Рулье и Северцов — первые русские биологи.

86. Броуновское движение частиц как пример неклассического движения.

87. Множественность миров и Вселенная Джордано Бруно.

88. Э. де Бомон и Э. Зюсс и первые гипотезы о строении Земли.

89. Принципы Аррениуса, Ле-Шателье, Брауна и Вант-Гоффа и химические реакции.

90. Концепции относительности Лармора, Лоренца и Пуанкаре.

91. Концепции времени Бергсона, Конта, Спенсера и Маха.

92. Возникновение и становление закона сохранения энергии.

93. Развитие дарвинизма в России Писаревым, Тимирязевым и Мечниковым.

94. Концепции дискретного пространства-времени в древности.

95. Геккель, Гексли и Гукер XIX — приверженцы дарвинизма.

96. Естественнонаучные представления в Древней Руси.

97. Майкл Фарадей как основоположник учения о физическом поле.

98. Естественнонаучные представления древних японцев.

99. Естественнонаучные идеи Лейбница.

Репозиторий ВГУ

Темы рефератов по разделу «Концепции естествознания Новейшего времени» (2 семестр)

1. Соотношение науки, философии и религии или вера и разум.
2. Моделирование (в том числе математическое) как метод научного познания.
3. Фальсифицируемость знаний по Попперу как критерий научности.
4. Взаимосвязь новых научных парадигм и научных революций.
5. Научные революции в биологии в первой половине XX века.
6. Научные революции в физике XX века.
7. Научные революции в химии XX века.
8. Принципы верификации и фальсификации в науке.
9. Научные революции в биологии во второй половине XX века.
10. Природа математической истины (по Геделю, Тарскому).
11. О связи эмпирического обобщения и гипотезы в научном познании.
12. О языке науки и философии науки.
13. Античная натурфилософия как основа науки Новейшего времени.
14. Естествознание и классификация наук Новейшего времени.
15. Научный рационализм Нового времени.
16. Научная неклассическая рациональность Новейшего времени (XX век).
17. Научная постнеклассическая рациональность современной эпохи (начало XXI века).
18. Кризис естествознания и идеи глобального (универсального) эволюционизма.
19. Роль и функция математики в естествознании.
20. Структурность и системность — атрибуты материального мира.
21. Идеи атомизма и пустоты (вакуума) в естествознании в исторической ретроспективе.
22. Становление и развитие идеи объединения природных взаимодействий.
23. Проблема эфира в естествознании в исторической ретроспективе.
24. Ретроспектива представлений о физическом пространстве и времени.
25. Феномен времени и черные дыры.
26. Черные дыры и модель «большого взрыва».
27. Длительность и дление времени по Вернадскому.
28. Противоречия концепций времени теории относительности и классиков немецкой философии.
29. Тяготение и геометрия искривленного пространства-времени по Эйнштейну.
30. Проблема скрытых размерностей пространства, времени и взаимодействий.
31. Вероятностный детерминизм и статистические закономерности в микромире.
32. Математизация как принцип единства физической реальности.
33. Симметрии в природе и законы сохранения (по Нетер).
34. Принцип дополнительности Бора и научная рациональность.

Репозиторий ВГУ

35. Крупномасштабная структура Вселенной (Метагалактики).

36. Гипотезы об образовании Вселенной в исторической ретроспективе.

37. Современные гипотезы об образовании Солнечной системы (с середины XX века).

38. Становление идей самоорганизации с античности до современности.

39. Самоорганизация и эволюция химических систем по Белоусову, Березину и Руденко.

40. Слабый и сильный антропные принципы.

41. Антропный принцип в синергетике (по Курдюмо-ву, Князевой).

42. Биохимическая эволюция как предтеча начала жизни.

43. ДНК и РНК — их роль и функции как основа жизни.

44. Современные синтетические теории эволюции в естествознании.

45. Гены — их роль и значение для жизни.

46. Глобальные катастрофы и эволюция биосферы Земли.

47. Становление идей эволюции в естествознании.

48. Природные катастрофы и климат на планете Земля.

49. Ближний космос и экология.

50. Концепции Чижевского о взаимосвязях космоса и человека.

51. Бессознательное в человеке по Фрейду, Юнгу и Гроффу.

52. Естественнонаучные аспекты паранормальных явлений.

53. Жизнь, человек и космическое информационное поле.

54. Особенности и различия психологии мужчин и женщин.

55. Трансперсональная психология человека.

56. Системы управления в живой клетке.

57. Информация и ее роль в естествознании.

58. Мозг и память человека: молекулярный аспект.

59. Генезис и природа сознания и разума человека.

60. Биотический круговорот как основа эволюции биосферы.

61. Проблема необратимости времени как отражение естественной реальности.

62. Психофизические феномены и голографическая модель Прибрама и Бома.

63. Идеи катастрофизма Кювье, Пуанкаре, Тома и Арнольда.

64. Фрактальность пространства по Мандельброту и физический мир.

65. Философский и биологический аспекты единства онтогенеза и филогенеза.

66. Николай Федоров — основатель русского космизма.

67. Развитие идеи «живого вещества» (Соловьев, Федоров, Флоренский, Вернадский).

68. Значение соотношения неопределенностей Гейзен-берга для развития науки.

69. Возникновение, динамика и эволюция взаимосвязанных гео- и биосфер.

70. От атомов и молекул к протожизни (гипотезы, модели, теории).

71. Клеточная теория — основа современной биологии.

72. Дивергентные и конвергентные процессы в эволюции.

Репозиторий ВГУ

73. Диверсификация в историческом и индивидуальном развитии живых организмов.

74. Бифуркации и историчность развития природных систем.

75. «Бифуркационное» дерево как модель эволюции природы, человека и общества.

76. Биосоциальные основы поведения сообществ.

77. Современные гипотезы и учения о порядке (космосе) и беспорядке (хаосе).

78. Модели дискретного пространства и времени.

79. Развитие идеи изменчивости и необратимости от Гераклита до Пригожина.

80. Клетка как фундаментальная модель живой материи на микроуровне.

81. Понятия популяции, биоценоза и экологической ниши.

82. Динамика популяций в трофической цепи живых организмов.

83. Механизмы гомеостаза экосистем.

84. Нейроны — каналы передачи информации.

85. Проблема старения и смерти живых организмов.

86. Жизненный цикл организма от зародыша до смерти.

87. Медленная (адаптационная) и быстрая (катастрофическая) модели эволюции.

88. Геологическая стрела времени (на примере планеты Земля).

89. Эволюция клеточной структуры и биологическая стрела времени.

90. Классификация звезд и их эволюция, поколения звезд.

91. Современные модели возникновения Солнечной системы (XX и XXI века).

92. Особенности РНК и ее роль в образовании докле-точных структур.

93. Биологический и этологический аспекты существования популяций.

94. Принцип относительности к средствам наблюдения и неклассическая наука.

95. Наследственность и мутации на клеточном и генетическом уровнях.

96. Теории самоорганизации как основа постнеклас-си-ческой науки.

97. Представления Аристотеля о типах движения и времени и их отражение в современном естествознании.

98. Модели и конструкции времени в естествознании.

99. От античного вакуума (пустоты) до современного физического вакуума.

100. Роль разнообразия в живой природе.

101. Естественнонаучные модели происхождения жизни.

102. От античных атомов Демокрита к кваркам микромира.

103. Эволюционная химия по Руденко.

104. Вселенная, жизнь, разум и внеземные цивилизации.

105. Закон Харди-Вайнберга для популяционного равновесия.

106. Модель Лотке-Вольтерра для системы жертва-хищник.

107. Фракталы, геометрия и размерность пространств.

108. Проблема времени и эволюционные теории в естествознании.

109. Вселенная, человек и фундаментальные взаимодействия.

110. Фракталы и динамический хаос в макрофизичес-ких системах.

Репозиторий ВГУ

111. Энергия, экология и сохранение жизни.
112. Кибернетика и информационно-управленческие процессы.
113. Информация: основные определения и понятия.
114. Космологическая эволюция материи и ее структурные уровни.
115. Системно-исторический метод в научной картине мира.
116. Единство онтогенеза и филогенеза — биогенетический закон Геккеля.
117. Проблема концептуальной унификации естественных наук.
118. Два типа времени Аристотеля и их место в современной науке.
119. Самоорганизация в химических системах (реакция Белоусова — Жаботинского).
120. Сверхсильный вариант антропного принципа.
121. Первые три минуты после «большого взрыва».
122. Квантовые компьютеры на субатомных элементах.
123. Компьютеры на молекулярно-полупроводниковом симбиозе.
124. Биокомпьютеры на нейроноподобных элементах.
125. Оптические компьютеры и оптико-волоконные сети.
126. Компьютеры и искусственный интеллект.
127. Информация и виртуальные образовательные технологии.
128. Электронные учебники информационно-образовательных технологий.
129. Компьютеры и глобальные системы связи.
130. Электронные синхронные переводчики.
131. Компьютерная терапия от вирусов (есть ли защита от хакеров?).
132. Информационные носители и элементы.
133. Жидкокристаллические видеосистемы компьютеров.
134. Оперативная память и информационные носители.
135. Устройства хранения информации.
136. Мобильные (ноутбуки и др.) компьютеры и технологии беспроводной связи.
137. Взаимосвязь мышления и информационной среды типа Интернет.
138. Современные концепции сущности информации.
139. Информация как объект и предмет естествознания.
140. Информация и полнота системного знания по Ге-делю и Попперу.
141. Понятия «элемент», «система» и «структура» в информации и информатике.
142. Информация и информационные системы.
143. Виды информации и их классификация.
144. Информационные носители (элементы) и информационные системы.
145. Понятие информационного стереотипа в естествознании.
146. Понятие социальной информации и социальных стереотипов.
147. Факторы устойчивости информационных стереотипов.
148. Информация сферы бессознательного (Фрейд, Юнг, Тойч и др.).

Репозиторий ВГУ

149. Информация, сознание и стереотипы поведения (по Гроффу).
150. Информация как мера организованной сложности.
151. Человек и космическое информационное поле.
152. Нейроны и гормоны как каналы передачи информации.
153. Информационные поля цивилизаций.
154. Общие перспективы компьютерной информатики к середине XXI века.
155. Перспективы информационных образовательных технологий.
156. Компьютеры и интеллектуальные роботы.
157. Информационные аспекты этики.
158. Информационные потоки в биологии сообществ.
159. Информация и феномены предсказания и ясновидения.
160. Информационное поле и трансперсональная психология человека.
161. Информационные хилотропное и холотропное поля сознания человека.

Тематика рефератов «Биографические очерки и творчество великих ученых»

1. Эрвин Симонович Бауэр — основоположник теоретической биологии.
2. Никола Тесла — великий естествоиспытатель и изобретатель XX века.
3. Николай Николаевич Боголюбов и физика микромира.
4. Деннис Габор — первооткрыватель голографии.
5. Джон фон Нейман — великий физик, математик и компьютерщик XX века.
6. Джозайя Уиллард Гиббс и статистические законы термодинамики.
7. Борис Павлович Белоусов и колебательная реакция Белоусова-Жаботинского.
8. Алан Матисон Тьюринг и «машина Тьюринга».
9. Вильгельм Рентген и Х-лучи.
10. Отто Юльевич Шмидт — космолог и математик.
11. Виталий Лазаревич Гинзбург и физика сверхпроводимости.
12. Жорж Кювье и теория катастроф органического мира.
13. Константин Эдуардович Циолковский — основоположник космонавтики.
14. Николай Николаевич Семенов и цепные химические реакции.
15. Яков Борисович Зельдович — физика взрыва и астрофизика.
16. Конрад Лоренц, Нико Тинберген и Карл фон Фриш — основатели этологии.
17. Эдуард Нортон Лоренц и начала нелинейной динамики.
18. Хендрик Антон Лоренц — великий голландский физик.
19. Пьер Кюри, Мария Склодовская-Кюри и радиоактивность.
20. Антуан Анри Беккерель и естественная радиоактивность солей урана.
21. Луи Пастер и начала микробиологии и иммунологии.

Репозиторий ВГУ

22. Георгий (Джордж) Антонович Гамов — гипотеза взрыва «горячей Вселенной», реликтовое излучение и разгадка генетического кода.

23. Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик — двойная спираль молекулы ДНК.

24. Томас Морган и хромосомная теория наследственности.

25. Норберт Винер и начало кибернетики.

26. Август Вейсман — основатель неодарвинизма.

27. Илья Ильич Мечников — великий русский микробиолог и иммунолог.

28. Иван Петрович Павлов — великий русский физиолог.

29. Зигмунд Фрейд и психоанализ.

30. Макс Планк и кванты.

31. Эрнст Резерфорд и открытие ядра атома.

32. Пьер Тейяр де Шарден и феномен человека.

33. Александр Александрович Фридман и космологические модели.

34. Эдвин Хаббл и разбегание галактик.

35. Александр Иванович Опарин и гипотеза о происхождении жизни.

36. Петр Леонидович Капица — великий русский'физик.

37. Энрико Ферми — итальянский гений эксперимента и теорий физики.

38. Лев Давыдович Ландау — великий физик-теоретик универсал.

39. Илья Романович Пригожин и диссипативные структуры.

40. Мюррей Гелл-Манн и физика кварков.

41. Бенуа Мандельброт и фрактальная геометрия.

42. Александр Михайлович Бутлеров и химические структуры.

43. Джеймс Кларк Максвелл и теория электромагнитного поля.

44. Евграф Степанович Федоров и система симметрий кристаллов.

45. Владимир Иванович Вернадский — великий мыслитель XX столетия.

46. Август фон Страдониц Кекуле и начала структурной химии.

47. Роберт Кох и бактериология.

48. Александр Степанович Попов и изобретение радиосвязи.

49. Петр Николаевич Лебедев — великий исследователь света.

50. Карл Густав Юнг и архетипы сознания.

51. Макс Борн и вероятности событий микромира.

52. Густав Роберт Кирхгоф, Роберт Вильгельм Бунзен — основоположники спектрального анализа вещества.

53. Виктор Амазаспович Амбарцумян — величайший астрофизик XX столетия.

54. Хейке Камерлинг-Оннес и сверхпроводимость.

55. Лиза Мейтнер, Отто Фриш и открытие цепных реакций деления ядер.

56. Николай Геннадьевич Басов, Александр Михайлович Прохоров — основатели квантовой электроники (физики мазеров и лазеров).

57. Антони ван Левенгук и открытие микробов.

Репозиторий ВГУ

58. Шарль Кулон и взаимодействие электрических зарядов.

59. Иоганн Кеплер и законы движения системы планет.

60. Блез Паскаль — великий физик, математик и философ.

61. Готфрид Лейбниц — энциклопедист естествознания XVIII века.

62. Карл Эрнст Бэр — основатель эмбриологии.

63. Николай Иванович Пирогов — великий русский ученый и хирург.

64. Эрнст Геккель — великий эволюционист и антрополог.

65. Йенс (Якоб) Берцелиус — величайший химик XIX века.

66. Михаил Семенович Цвет — первооткрыватель хро-мотографии.

67. Александр Флеминг — первооткрыватель пенициллина.

68. Александр Фридрих Гумбольт — великий немецкий естествоиспытатель.

69. Герман Гельмгольц — величайший немецкий ученый-энциклопедист.

70. Джозеф Джон Томсон и открытие электрона.

71. Клод Бертолле — основатель учения о химическом равновесии.

72. Пьер Ферма — великий математик и физик.

73. Фрэнсис Бэкон и эмпирические начала науки.

74. Альфред Вегенер и тектоника земных плит.

75. Оливер Хэвисайд и открытие ионосферы Земли.

76. Генрих Герц и подтверждение существования электромагнитных волн.

77. Ханнес Альвен — шведский физик, астрофизик и космолог.

78. Луиджи Гальвани и открытия в области электричества.

79. Амедео Авогадро и число Авогадро.

80. Юлиус фон Майер и закон сохранения энергии.

81. Кирилл Иванович Щелкин и физика горения и взрыва.

82. Владимир Кузьмич Зворыкин и изобретение электронного микроскопа и передающей телевизионной трубки.

83. Борис Львович Розинг — изобретатель телевидения.

84. Субрахманьян Чандрасекхар — великий индийский физик и астрофизик.

85. Отто Ган и Фриц Штрассманн — первооткрыватели деления атомных ядер.

86. Альберт Майкельсон и опыт Майкельсона-Морли.

87. Эрнст Мах - великий австрийский физик и философ.

88. Йозеф фон Фраунгофер и спектроскопия Солнца.

89. Лайнус Полинг — универсал естествознания XX века.

90. Сванте Август Аррениус — выдающийся шведский физико-химик.

91. Джон Бардин — изобретение транзистора и объяснение сверхпроводимости.

92. Стивен Вайнберг, Шелдон Глэшоу и Абдус Салам — создатели теории электрослабого взаимодействия.

93. Рудольф Клаузиус — энтропия и «тедловая смерть Вселенной».

94. Сади Карно и основание термодинамики.

Репозиторий ВГУ

95. Константин Сигизмундович Кирхгоф и открытие катализа в химии.

96. Камило Гольджи — выдающийся исследователь клетки организмов.

97. Гуго де Вриз и эволюция растительного мира.

98. Феодосиус Добжанский (Феодосий Григорьевич Добржанский) и эволюционная генетика.

99. Герман Джозеф Мюллер — великий исследователь мутации генов.

100. Роберт Гук (Хук) — великий английский ученый-энциклопедист.

101. Герман Хакен — основатель синергетики.

102. Вальтер Герман Нернст и 3-й закон термодинамики.

103. Джозеф Пристли и открытие кислорода и состава воздуха.

104. Сергей Иванович Вавилов и исследования в области оптики.

105. Андрей Дмитриевич Сахаров — великий физик-теоретик XX столетия.

106. Андрей Николаевич Колмогоров — великий русский ученый-математик XX столетия.

107. Мстислав Всеволодович Келдыш — теоретик космонавтики.

108. Хидэки Юкава - ядерные силы и предсказание мезонов.

109. Умберто Матурана и Франциско Варела — основатели теории автопоэза.

110. Линн Маргулис и симбиоз микроорганизмов.

111. Александр Александрович Богданов (Малиновский) и его «Тектология».

112. Тихо Браге — великий датский астроном XVI века.

113. Манфред Эйген и каталитические гиперциклы в живых организмах.

114. Людвиг фон Берталанфи и «Общая теория систем».

115. Игорь Евгеньевич Тамм, Илья Михайлович Франк и теория «черенковского излучения».

116. Павел Алегсеевич Черенков и «черенковское излучение».

117. Ларе Онсагер — основатель термодинамики неравновесных процессов.

118. Абрам Федорович Иоффе — основатель советской школы физиков.

119. Фредерик Жолио-Кюри — первооткрыватель искусственной и лозитронной радиоактивности и аннигиляции пар частиц.

120. Стивен Хокинг и «черные дыры».

121. Николай Константинович Кольцов — величайший биолог XX столетия.

122. Роберт Оппенгеймер и атомная физика.

123. Роберт Милликен и элементарный электрический заряд.

124. Ханс Адольф Кребс и «цикл Кребса».

125. Сергей Васильевич Лебедев — основатель синтеза искусственного каучука.

126. Николай Александрович Козырев — великий русский ученый-астроном и мыслитель.

127. Чарлз Элтон и современная экология.

128. Георгий Францевич Гаузе — выдающийся русский эколог и эволюционист.

129. Мелвин Калвин и «цикл Калвина».

Репозиторий ВГУ

130. Владимир Николаевич Сукачев и биогеоценозы.

131. Иван Иванович Шмальгаузен — выдающийся русский эволюционист.

132. Сергей Сергеевич Четвериков — выдающийся генетик и эволюционист.

133. Дмитрий Иосифович Ивановский и начало вирусологии.

134. Рудольф Вирхов и роль клетки для жизни.

135. Генри Кавендиш — великий английский физик и химик.

136. Фред Хойл — выдающийся английский астроном и астрофизик.

137. Юстус фон Либих — великий немецкий химик-органик.

138. Альбрехт Коссель и азотистые основания нуклеиновых кислот.

139. Фридрих Мишер — первооткрыватель нуклеиновых кислот.

140. Теодор Калуца и начало будущих физических теорий объединения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Перечень литературы	Год издания
	Основная	
17.	История биологии с древнейших времен до начала XX в. Под ред. С.Р. Микулинского. М.	1972
18.	История биологии с начала XX в. до наших дней. Под. ред. Л.Л. Бляхера. М.	1975
19.	Бабий Т.П. и др. Биологи (биографический справочник). Киев.	1984
20.	Сорокина Т.С. История медицины. Мн.	1988
21.	Полянский Ю.И. Клеточная теория, современность, перспективы. М.	1989
22.	Сойфер В.Н. Очерки истории молекулярной генетики. М.	1970
23.	Петров К.М. Общая экология. СПБ.	1998
	Дополнительная	
24.	Рожанский И.Д. Античная наука. М.	1980
25.	Естественнонаучные представления древней Руси. М.	1978
26.	Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. М.	1998
27.	Вермель Е.М. История учения о клетке. М.	1970
28.	Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.	2002
29.	Соломатин В.А. История и концепции современного естествознания. М.	2002
30.	Академия наук Белорусской ССР. Мн.	1979
31.	Атлас науки Республики Беларусь. Мн.	2004
32.	О состоянии и перспективах развития науки в Республике	2007

Репозиторий ВГУ

	Беларусь по итогам 2006 г. Мн. 2007	

Репозиторий ВГУ