

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 134 «ДАРОВАНИЕ»  
КРАСНОАРМЕЙСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДА»  
(МОУ СШ № 134 «Дарование»)

---

РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС ПРОЕКТОВ «ПЛАНЕТА ИДЕЙ»

Секция «Наш дом – планета Земля»

## **ТЕМА ПРОЕКТА**

### **Гармония периодичности**

Работу выполнили: Плаксина Дарья,  
обучающаяся 10а класса;  
Крутова Валерия, обучающаяся 10а  
класса  
Руководитель: Щербакова Светлана  
Геннадьевна, учитель химии высшей  
квалификационной категории

Волгоград 2019

*"Все, что я познаю, я знаю, для чего  
это мне надо и где и как я могу эти  
знания применить"*

### **Аннотация проекта**

**Вид проекта:** информационно-исследовательский

**Продукт проекта:** письменная работа с результатами проведенных исследований, информационный сборник.

### **Введение**

В 2019 году Россия и весь мир отмечают 150-летие одного из важнейших открытий, которое совершил российский ученый. Полтора века назад Дмитрий Иванович Менделеев представил первую версию периодической таблицы и закона, послужившего основой современной химии.

В честь юбилея Генеральная ассамблея ООН единогласно приняла решение о проведении **Международного года Периодической системы элементов Менделеева.**

**Периодическая система химических элементов** – упорядоченное множество химических элементов и их естественная классификация. Является табличным представлением периодического закона, открытого Дмитрием Менделеевым. Современная **формулировка этого закона** звучит так: свойства элементов находятся в периодической зависимости от заряда их атомных ядер.

На уроках химии мы изучали Периодический закон и периодическую систему Д.И.Менделеева. Однако, знаем, что периодичность наблюдается повсеместно в природе.

Международный год Периодической таблицы химических элементов и открытие самого закона о периодичности свойств химических элементов еще раз подчеркивают важность системности в нашем хаотичном мире. Ведь именно Система дает нам шанс понять саму идею закономерности, а значит, вооружает нас способностью к предвидению. В системности заключается гармония.

**Гармония периодичности!**

Мы не могли остаться в стороне от такого события, поэтому решили найти ответы на интересующие нас **вопросы**:

– Где еще в природе, кроме периодичности свойств химических элементов, наблюдаются периодические закономерности?

– Какие периодические явления, связанные с организмом человека, проявляются в нашей жизни?

**Проблема проекта:** отсутствие знаний о периодических закономерностях в природе и их практической значимости для жизни человека.

**Цель проекта:** выяснить, в чем проявляется периодичность в природе и жизни человека.

**Задачи проекта:**

1. Изучить литературные источники по проблеме периодичности в природе и жизни человека.

2. Провести исследование зависимости физиологических функций человека от природных периодических изменений.

3. Составить информационный сборник «Периодические закономерности в природе и жизни человека».

**Практическая значимость** проекта заключается в систематизации сведений о периодических закономерностях, наблюдаемых в природе и жизни человека, и использовании данной информации по предметам естественнонаучного цикла в школе.

Сборник «Периодические закономерности в природе и жизни человека» можно будет использовать:

- на уроках химии, биологии, физики, географии, естествознания, окружающего мира;
- при разработке и реализации проектов метапредметной, межпредметной направленности;
- при проведении мероприятий метапредметных недель в школе.

## Глава I. Периодические процессы - всеобщая закономерность природы

Проблеме периодичности уделяется внимание в научной литературе. Особо актуальна она на сегодняшний момент – в год Периодической таблицы и системы Менделеева.

Периодические процессы, свойственные как живой, так и неживой природе, обеспечивают внутреннюю целостность сложных систем и их динамичное функционирование.

Периодические процессы, когда состояние того или иного объекта полностью повторяется через определённые промежутки времени: движение космических тел вокруг центра Галактики, движение планет вокруг Солнца, колебание векторов магнитной индукции и электрической напряжённости в электромагнитной волне, распределение электронной плотности вокруг ядра атома и др., широко распространены в природе [2].

*Принцип периодичности* соблюдается повсеместно. Замечено, что чередование фаз в поведении систем разной природы - космологических, физических, химических, биологических, социальных и других - наблюдается с определенной периодичностью. Ежедневно всходит и заходит Солнце, небесные светила через известные промежутки времени занимают определенные места на небосводе. Планеты совершают периодические движения вокруг собственной оси и центрального светила, звездные системы вращаются вокруг центра Галактики. Периодичность наблюдается в процессах, протекающих в недрах звезд и планет. Например, в изменении солнечной активности наблюдают 11, 22, 600-летние циклы. Ритмы космоса оказывают глобальное воздействие на био- и геосферу Земли. Сложное взаимодействие периодических процессов рождает как случайные, так и закономерные изменения циркуляции масс в атмосфере и гидросфере, что в глобальном масштабе ведет к изменению климатических условий или локальных изменений погоды. Это существенным образом влияет на живые организмы (урожайность культур, изменение численности популяций, распространение эпидемий и эпизоотий, периодичность в этногенезе и т.д.) [1].

Особенно многочисленны примеры периодических процессов *в живой природе*, потому что ритм является формой существования всего живого. В любом организме органы, ткани, клетки работают ритмично. Даже мембраны клеток пропускают ионы в определённом ритме. Нарушение какого-то ритма - признак нарушения жизнедеятельности организма.

Система ритмов в живом организме многоярусна: ритмы клеточные и субклеточные, более сложные ритмы - тканевые, основа для ритмичной деятельности органов. Ритмично работают органы кровообращения, дыхания, эндокринные железы, нервная система и другие органы.

Ритмичная работа органов обуславливает ритмичную деятельность всего организма, его суточный ритм, определяемый в свою очередь периодическим движением Земли вокруг своей оси. Каждому организму свойственна также сезонная периодичность, связанная с движением Земли вокруг Солнца и наклоном оси вращения Земли к плоскости земной орбиты. Протяжённость дня и ночи, зависящая от положения Земли относительно Солнца; весна, лето, осень и зима, наступающие в связи с периодическим движением Земли вокруг Солнца, обуславливают различия в жизнедеятельности представителей флоры и фауны в течение суток и на протяжении года.

И хотя положение Земли по отношению к Солнцу повторяется через каждые 24 часа, в природе никогда не наблюдается полного повторения. Изменяется и вся Земля, повторив свой дневной оборот вокруг Солнца. Новое повторение вместе с тем всегда является и изменением. Однако периодические процессы, происходящие в природе, это повторение не по кругу, а по восходящей спирали.

Д.И.Менделеев обнаружил, что постепенно с изменением атомного веса изменяются свойства элементов, а затем наблюдается периодическое повторение этих свойств у других элементов. Конечно, каждый новый элемент, повторяя предыдущий, в то же время имеет свои собственные, отличающие его свойства. Природа функций, которые выражают зависимость свойств от атомного веса, имеет для разных свойств один общий признак - периодичность. В знаменитой работе "Периодическая законность для химических элементов" Д.И. Менделеев

пишет: ". . . соотношения между свойствами и атомными весами элементов я называю законом периодичности, потому что существующая здесь зависимость представляет форму периодической функции" [Менделеев Д.И. Сочинения в 25 т. Т. XXV. Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 243]. И далее Д.И. Менделеев формулирует закон периодичности: "Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической зависимости (то есть правильно повторяются) от их атомного веса" [там же, с.247]. Позднее в "Основах химии" Д.И. Менделеев вновь приведёт формулировку закона периодичности: "Свойства простых тел, также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости (или, выражаясь алгебраически, образуют периодическую функцию) от величины атомных весов элементов" [Д.И. Менделеев. Основы химии. 3-е издание. С.-Петербург. Тип. В. Демакова, 1877. С.847]. Тут же в "Основах химии" в выводах главы XXVII "Сходство элементов и их система" [там же, с. 861] Д.И. Менделеев впервые назовёт закон периодичности периодическим законом. Именно это название закона является исторически устоявшимся.

Открытый Д.И. Менделеевым закон периодичности, оставаясь неизменным в своей сущности, по мере расширения и обновления знаний о природе вещества претерпевает развитие и усовершенствование. Учитывая, что индивидуальность химических элементов определяет заряд ядра, а атомная масса является величиной, зависящей от заряда ядра, изменилась и формулировка закона периодичности: физические и химические свойства простых веществ, а также формы и свойства сложных соединений находятся в периодической зависимости от величины заряда ядер атомов.

Периодически изменяющимися свойствами атома являются первая энергия ионизации атомов химических элементов, радиусы атомов и ионов, температуры плавления и кипения и другие свойства элементов. Периодическое изменение химических свойств элементов обусловлено периодическим изменением строения электронных оболочек атомов.

Д.И. Менделеев совершил великое открытие закона периодичности в то время, когда сколько-нибудь определённые представления о строении атома ещё отсутствовали. Надо было обладать поистине титанической силой предвидения, интуицией гения для того, чтобы в те времена сформулировать закон периодичности. Д.И. Менделеев понимал громадную научную значимость сделанного им открытия, по праву гордился своей причастностью к этому и приоритетом русской науки.

Среди многообразия периодических процессов выделяют следующие классы:

- **физические** (периодическая кристаллизация, периодическая диффузия, периодические структуры при образовании льда, периодичность при застывании металла, периодические процессы при седиментации (от лат. *sedimentum* - оседание);
- **физико-химические** (периодическая адсорбция, периодическое высаливание, периодическая коагуляция);
- **химические** (периодическое выделение осадка, периодические электрохимические процессы, периодические фотохимические реакции, периодические окислительно-восстановительные реакции, в том числе колебательные) и др.

Наиболее представительным классом является класс периодических химических реакций. Периодическое выделение осадка (кольца Лизеганга) наблюдается при протекании реакций осаждения в среде желатины, агара, кремниевой кислоты и других гелей. Схема процесса для самых разнообразных веществ единая: диффузия и реакция обмена, сопровождающаяся выделением осадка в геле. Удивительные по морфологии периодические структуры образуются в организме человека (камни в жёлчном пузыре, мочевом пузыре) и могут быть получены в лабораторных условиях (древовидные образования или так называемый силикатный сад) при сочетании реакций химического взаимодействия с явлениями диффузии и осмоса [2].

Периодичность - качество, характерное для состояния химических систем. Это, прежде всего, периодичность свойств химических элементов, связанная с периодичностью их электронного строения. Наблюдается колебание реагентов в так называемых автокаталитических реакциях (реакции Белоусова и Жаботинского). Они при определенных условиях могут длиться бесконечно долго, и интересны для понимания процессов добиологической и биологической самоорганизации и эволюции материи. Комплекс подобных реакций в живом организме поддерживает ритмичность деятельности сердца, мозга и других органов и организма в целом.

Спиралеобразный вид многих галактик, спиральные вихри циклонов, спиральные формы раковин улитки и моллюска, рогов некоторых животных, спираль ДНК - все это проявление периодичности. Периодичность присуща структуре сложных биохимических молекул (белки, нуклеиновые кислоты). Периодически повторяется элементарная ячейка в кристаллической решетке. С определенной периодичностью наблюдается чередование фаз в развитии экономических систем: подъем-процветание-спад-застой-подъем (циклы Кондратьева). Ритмично работает двигатель любой машины. Красота музыки и поэзии ощущается человеком через их ритм. Периодические колебания маятника, пружины или струны, напряжения и силы переменного тока, векторов электрической напряженности и магнитной индукции электромагнитной волны, периодичность функционирования отдельных подсистем живых организмов (клеток, тканей, органов) и организма в целом - это явления одного порядка.

С математической точки зрения все перечисленные процессы можно описать с помощью единой модели - линейного гармонического осциллятора (лат. *oscillo* - качаюсь; механическая система, состоящая как минимум из двух тел, колеблющихся относительно общего центра тяжести), описывающей динамическое состояние системы в любой момент времени с помощью линейного дифференциального уравнения второго порядка

$$x'' + qx = 0,$$



где  $x$  - какое-то качество процесса или системы (координата, заряд, напряженность, количество чего-то и т.д.);

$x''$  - скорость изменения скорости процесса (ускорение);

$q$  - внутренний параметр системы.

Например, для тела, колеблющегося на пружине  $q$  - отношение жесткости пружины к массе груза, в колебательном контуре, это величина, зависящая от индуктивности и емкости. Этот параметр определяет собственную частоту колебательной системы. Когда отсутствуют потери энергии, система может находиться в колебательном состоянии бесконечно долго. Для таких систем характерны жесткие причинно-следственные связи, это системы равновесные. Если амплитуда колебаний невелика, колебания называют гармоническими, т.е. изменяющимися по закону синуса или косинуса. Если амплитуды колебаний велики, колебания становятся ангармоничными, и их математическое описание можно осуществить с помощью системы нелинейных уравнений.

Итак, периодичность является фундаментальным свойством природы, важнейшим условием постоянства структур и функционирования систем. Однако в окружающей нас жизни также часто встречаются и аperiodические, затухающие процессы. Как правило, они связаны с сильным рассеянием энергии. Если нет ее поступлений извне, любой процесс в конце концов останавливается (например, затухание колебаний маятника) или вообще система полностью разрушается [1].

Всеобщий характер периодических процессов в природе открывает безграничные возможности использования их для эффективного решения задачи интеграции естественнонаучных знаний [2].

### **Выводы по I главе:**

1. Данная тема изучалась в разные периоды времени. В науке накоплен материал о периодических закономерностях.

2. Периодичность является фундаментальным свойством природы, принцип периодичности соблюдается повсеместно.

Во время работы над Проектом мы столкнулись с такой трудностью, как ограниченность литературы по данному вопросу. Так же очень мало информации о проводимых, в данное время, исследованиях в этом направлении.

## Глава II. Зависимость физиологических функций человека от природных периодических изменений.

Многочисленны примеры периодических процессов *в живой природе*, потому что ритм является формой существования всего живого. В любом организме органы, ткани, клетки работают ритмично. Даже мембраны клеток пропускают ионы в определённом ритме. Нарушение какого-то ритма - признак нарушения жизнедеятельности организма.

Ритмично работают органы кровообращения, дыхания, эндокринные железы, нервная система и другие органы.

Например, при работе сердца периодически происходит сокращение мускулатуры сердца и её расслабление. Периодичность деятельности сердца отражает его электрокардиограмма.

Задумаемся над тем, почему периодичность так распространена в природе, что было бы без неё? Это трудно было бы даже представить себе. Ведь периодичность – условие постоянства структур, функционирование систем. Пока ровно стучит сердце, с ним всё «в порядке».

Нами проведено исследование зависимости физиологических показателей человека от природных периодических изменений «Оценка суточных изменений некоторых физиологических показателей».

Основой периодических изменений функций организма человека являются суточные биоритмы. Благодаря им человек может напряженно работать в часы оптимального состояния организма, используя периоды относительно низкого функционирования для восстановления сил.

На все внешние воздействия человек реагирует в зависимости от фазы ритма, его силы и направленности реакции.

В современной науке суточные ритмы человека используют в качестве универсального критерия оценки состояния здоровья.

Нами для исследования были взяты суточные периодичности двух показателей – температуры тела человека и частота сердечных сокращений.

Суточный ритм температуры тела, выполняющий роль своеобразного биологического синхронизатора, имеет огромное значение для адаптации организма к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Сердечно-сосудистая система также, помимо естественной ритмической деятельности, обладает и суточной периодичностью.

**Цель исследования:** изучить изменения в деятельности внутренних органов и систем в зависимости от времени суток.

**Оборудование:** медицинский термометр, секундомер.

В практической части работы мы провели оценку суточных изменений физиологических показателей – температуры тела и частоты сердечных сокращений – в зависимости от времени суток.

Для этого в течение 10 дней учащиеся 8-х классов измеряли температуру тела и пульс в 8 часов утра, в 14 часов дня и в 20 часов вечера.

Результаты заносили в таблицу по форме:

Таблица 1

Дата	8 часов утра		14 часов дня		20 часов вечера	
	t <sup>0</sup> тела	Пульс	t <sup>0</sup> тела	Пульс	t <sup>0</sup> тела	Пульс

По результатам исследования построили графики изменения этих показателей в течение дня (**Приложение 1**).

Результаты исследования позволяют сделать **выводы**:

1. Показатели температуры тела у большинства учащихся утром ниже, чем днем и вечером.
2. Частота сердечных сокращений у 44% обследованных учащихся днем выше, чем утром и вечером.
3. Частота сердечных сокращений у 30% обследованных учащихся вечером выше, чем утром и днем.

4. У 4% учащихся частота сердечных сокращений в течение дня не изменялась.

Таким образом, можно сделать общий **вывод** о том, что физиологические показатели изменяются в зависимости от времени суток, следовательно, индивидуальные биоритмы человека зависят от суточных природных ритмов.

По окончании исследования были разработаны методические рекомендации по использованию знаний о суточных ритмах для организации процессов жизнедеятельности:

1. Используйте данные об общем суточном ритме человека, который в упрощенном виде можно представить следующим образом:

- первая половина дня (примерно до 12-13 часов) – максимальная активность;
- вторая половина дня (примерно до 15-16 часов) – спад активности;
- вечер (примерно до 20-21 часа) – небольшой подъем активности;
- поздний вечер и ночь – минимальная активность.

2. Проанализируйте свою активность, работоспособность и самочувствие в течение дня, используя данные о ритмах организма.

3. Не забывайте, что адекватные данные могут быть получены только при соблюдении режима труда и отдыха.

4. Организм каждого человека индивидуален и поэтому возможно существенное отклонение от универсального временного распределения ритмов.

5. Правильная организация режима труда, отдыха и питания в соответствии с колебаниями интенсивности физиологических процессов поможет сохранить и укрепить здоровье, повысить работоспособность и иммунитет.

### Глава III. Периодические закономерности в природе и жизни человека

Проведя анализ литературы по проблеме, мы попытались систематизировать периодические закономерности и составить информационный сборник «Периодические закономерности в природе и жизни человека» (**Приложение 2**).

Периодические закономерности можно объединить в две группы:

1. Периодические закономерности в природе.
  - Периодичность в химии.
  - Периодичность в биологии.
  - Периодичность в физике.
  - Периодичность в астрономии.
  - Периодичность в географии.
2. Периодические закономерности в жизни человека.
  - Периодичность в истории развития общества.
  - Периодичность развития наук.

Если попытаться нарисовать себе общую картину периодических явлений и процессов в мире так и хочется сказать словами Гераклита: *«Этот мировой порядок не создан никем из богов и никем из людей, но он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами угасающим и мерами вспыхивающим».*

## Заключение

Данный Проект посвящен систематизации сведений о периодических закономерностях, наблюдаемых в природе и жизни человека, и использовании данной информации по предметам естественнонаучного цикла в школе.

Перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Изучить литературные источники по проблеме периодичности в природе и жизни человека.
2. Провести исследование зависимости физиологических функций человека от природных периодических изменений.
3. Составить информационный сборник «Периодические закономерности в природе и жизни человека».

Все перечисленные задачи были решены в ходе исследования, на основании чего мы можем сделать следующие выводы:

3. Данная тема изучалась в разные периоды времени. В науке накоплен материал о периодических закономерностях.
4. В нашем Проекте сформировалась следующая основополагающая теоретическая идея: периодичность является фундаментальным свойством природы, принцип периодичности соблюдается повсеместно.
5. По результатам проведенного в рамках Проекта исследования, мы убедились в том, что некоторые физиологические показатели человека изменяются в зависимости от времени суток.

По окончании исследования были разработаны методические рекомендации по использованию знаний о суточных ритмах для организации процессов жизнедеятельности человека.

Таким образом, можно сказать, что периодические процессы широко распространены в природе. Особенно многочисленны примеры периодических процессов в живой природе, потому что ритм является формой существования всего живого. Нарушение какого-то ритма - признак нарушения жизнедеятельности организма.

Во время работы над проектом мы столкнулись с такими трудностями, как ограниченность литературы по данному вопросу. Так же очень мало информации о проводимых в данное время исследований в этом направлении.

Работая над проектом, мы научились находить необходимые сведения и информацию на интересующие вопросы, обобщать эту информацию и делать выводы.

Считаем, что знания, полученные при разработке и реализации Проекта, помогут нам в изучении окружающего мира и человека, взаимосвязи живой и неживой природы и процессов, происходящих вокруг нас.

Перспективы развития Проекта мы видим в использовании полученной информации на уроках естественнонаучного цикла.



## Литература

1. Концепции современного естествознания: учебное пособие / В. А. Игнатова; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Тюменский гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования. - Тюмень: Истина, 2007. - 303 с.
2. Д.И.Мустафин, О.В.Сиванова, С.Б.Орлов. Периодические процессы - всеобщая закономерность природы // Успехи современного естествознания. – 2002. – № 5. – С. 70-73.
3. Павленко Н.И., Рохлов В.С., Демидова М.Ю. Периодические процессы в природе – Интеграция. – 2008

### Интернет-ресурсы

<http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=14599>

[https://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Science/ignatova/05.php](https://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/ignatova/05.php)

[https://med-books.info/valeologiya\\_739/sutochnye-ritmyi-fiziologicheskikh.html](https://med-books.info/valeologiya_739/sutochnye-ritmyi-fiziologicheskikh.html)

<http://biofile.ru/bio/2582.html>

[https://collectedpapers.com.ua/ru/general\\_geography/periodichni-ruxi-u-geografichnij-obolonci](https://collectedpapers.com.ua/ru/general_geography/periodichni-ruxi-u-geografichnij-obolonci)

**Результаты исследования  
зависимости физиологических функций человека от природных  
периодических изменений**

**«Оценка суточных изменений некоторых физиологических показателей»**

Изменение физиологических функций в течение дня у учащихся 8 классов:

График 1.

Изменение температуры тела в течение дня у учащихся 8а класса

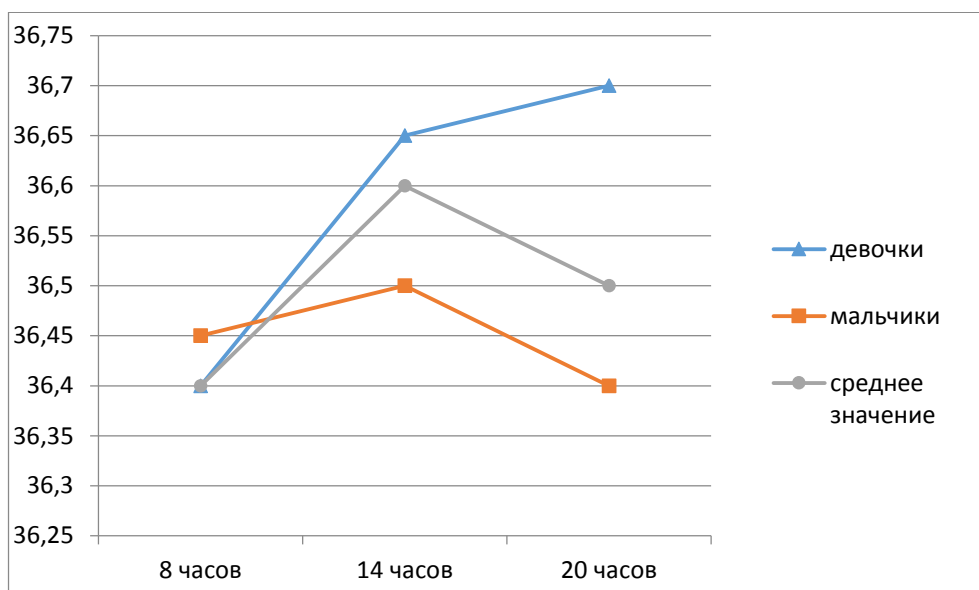


График 2.

Изменение температуры тела в течение дня у учащихся 8б класса

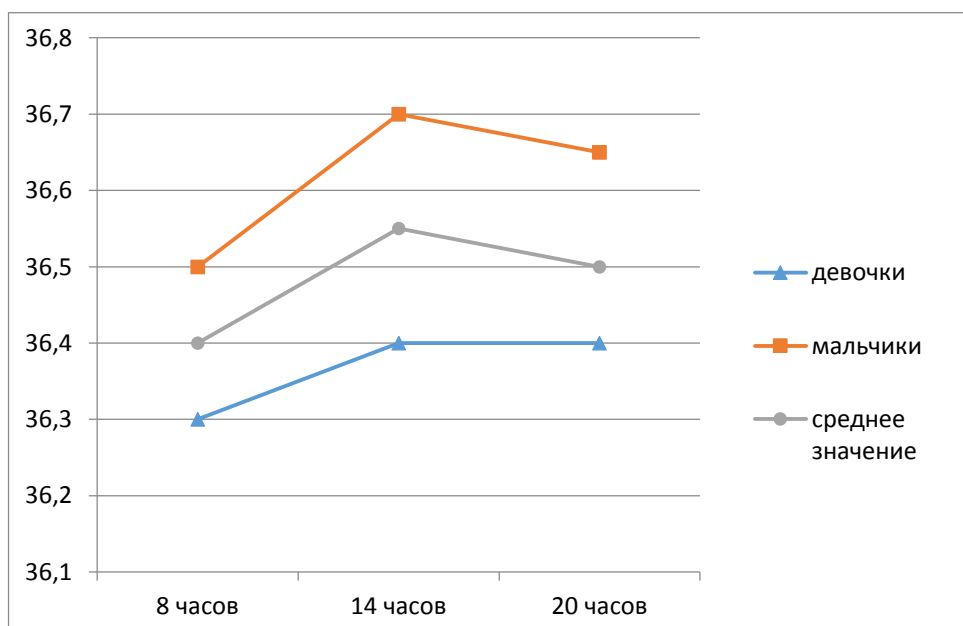


График 3.

Изменение температуры тела в течение дня у учащихся 8в класса

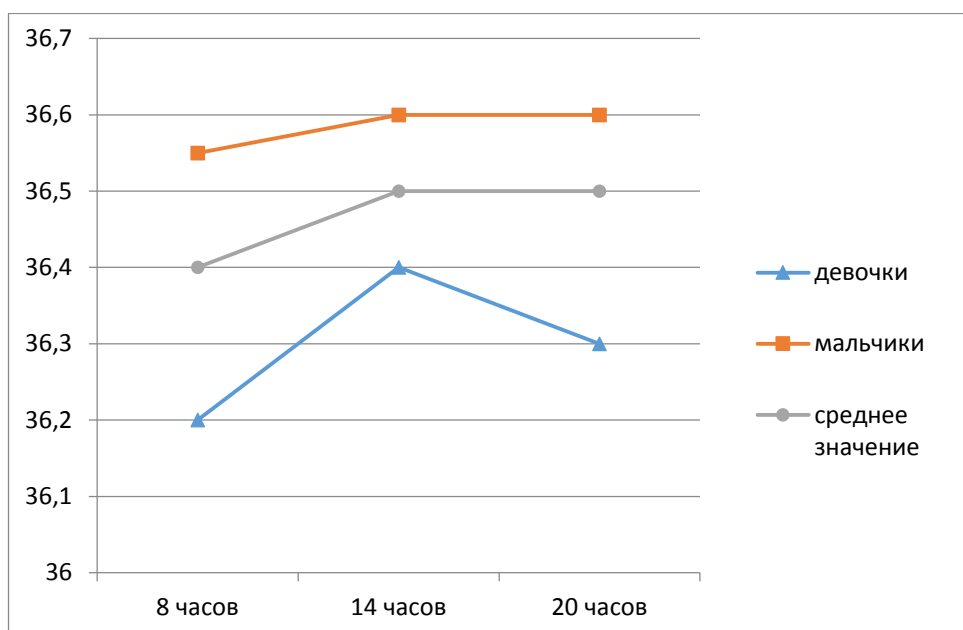


График 4.

Изменение частоты сердечных сокращений в течение дня у учащихся 8а класса

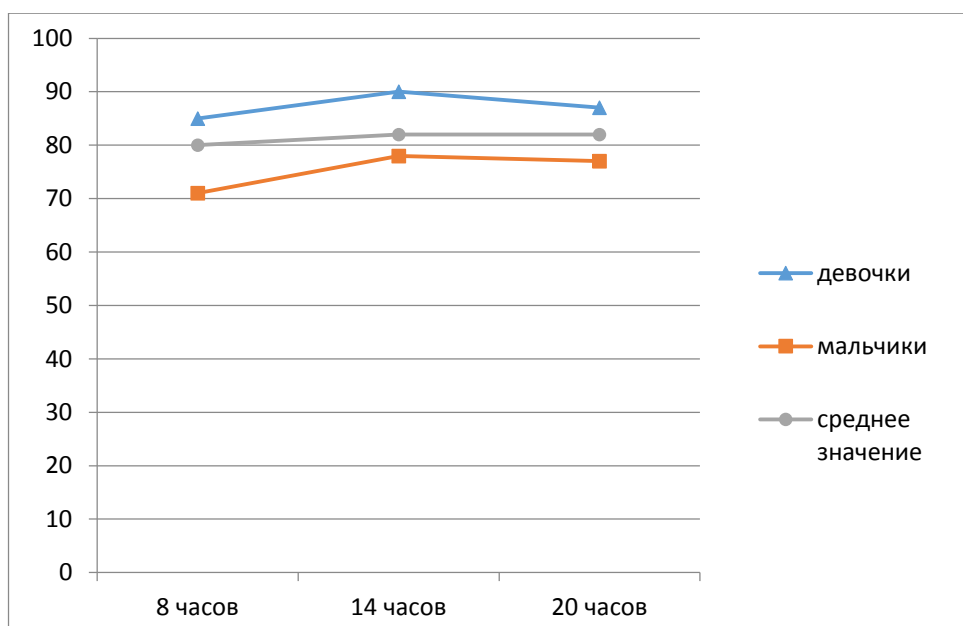


График 5.

Изменение частоты сердечных сокращений в течение дня у учащихся 8б класса

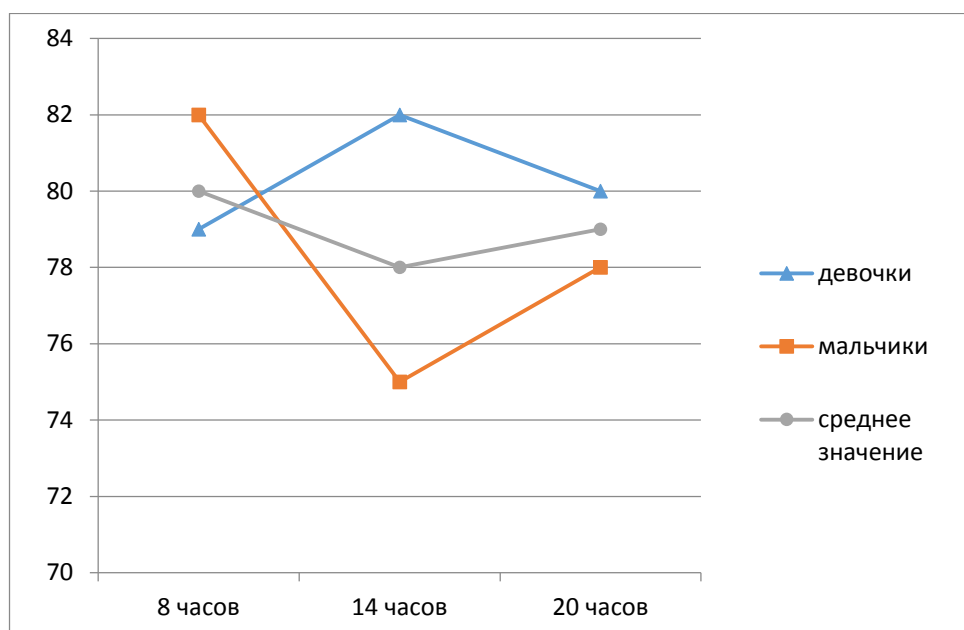
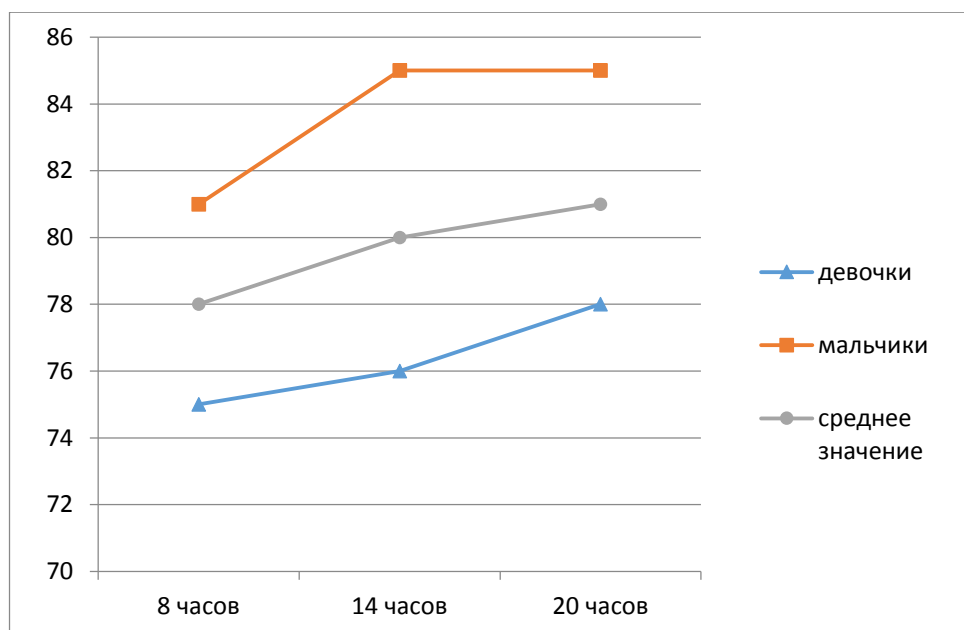


График 6.

Изменение частоты сердечных сокращений в течение дня у учащихся 8в класса



Сборник

«Периодические закономерности в природе и жизни человека»

1. Периодические закономерности в природе.

Периодичность в химии

*Периодические химические реакции*

В 2001 г. исполнилось 50 лет открытию Б.П. Белоусовым автоколебательной химической реакции, благодаря которой появилась возможность наблюдать периодические изменения концентрации реагентов и распространение автоволн в гомогенной химической системе.

«Вы смотрите на стакан с красно-лиловой жидкостью, а он вдруг становится ярко-синим. А потом снова красно-лиловым. И снова синим. И вы невольно начинаете дышать в такт колебаниям. А когда жидкость налита тонким слоем, в ней распространяются волны изменения окраски. Образуются сложные узоры, круги, спирали, вихри, или все приобретает совершенно хаотический вид» — так описывает эту гомогенную колебательную химическую реакцию профессор С.Э.Шноль, сыгравший далеко не последнюю роль в спасении ее от незаслуженного забвения. незаслуженного забвения.

Такая непростая история. Борис Павлович Белоусов еще в 1951 г. открыл колебания концентраций окисленной и восстановленной форм церия в реакции взаимодействия лимонной кислоты с броматом калия, катализируемой ионами церия. Раствор регулярно менял свою окраску от бесцветной к желтой, обусловленной наличием церия (IV), затем снова к бесцветной из-за церия (III) и т. д. Белоусов провел достаточно подробное исследование этой реакции и, в частности, выяснил, что период колебаний существенно уменьшается с повышением кислотности среды и температуры. Реакция оказалась удобной для лабораторных исследований. Колебания можно было легко наблюдать визуально, а их период находился в пределах 20 с. К настоящему времени реакция Белоусова заняла достойное место в мировой науке. Она фактически стимулировала

появление но вой ее области — синергетики (самоорганизации), а экспериментальные работы инициировали развитие современной теории динамических систем. Хотя к настоящее время многое в таких реакциях уже понятно, однако причины, вызывающие колебательные химические процессы, остаются до конца не выясненными.

Динамическое описание колебательных химических реакций может оказать в этом существенную помощь, в частности косвенным путем установить недостающие константы скоростей реакций.

Фундаментальные изменения в естествознании, породившие так называемую теорию самоорганизации обусловлены в значительной степени начальным импульсом, приданным ей российскими учеными на рубеже 1950-1960-х гг.. когда Белоусов открыл окислительно-восстановительную химическую реакцию. При этом были обнаружены поразительные аналогии, оказалось, что многие природ ные явления, начиная от образования галактик до смерчей, циклонов и игры света на отражающих поверхностях, по сути дела, — процессы самоорганизации. Они могут иметь самую различную при роду: химическую, механическую, оптическую, электрическую и др. В настоящее время кинетика колебательных ре акций — бурно развивающаяся отрасль знаний, возникшая на стыке химии, биологии, медицины, физики, математики.

### ***Круговорот веществ в природе***

Деятельность живых организмов сопровождается извлечением из окружающей их неживой природы больших количеств минеральных веществ. После смерти организмов составляющие их химические элементы возвращаются в окружающую среду. Так возникает биогенный круговорот веществ в природе, т.е. циркуляция веществ между атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами.

Приведём некоторые примеры.

#### **Круговорот воды**

Под действием энергии Солнца вода испаряется с поверхности водоёмов и воздушными течениями переносятся на большие расстояния. Выпадая на

поверхность суши в виде осадков, она способствует разрушению горных пород и делает составляющие их минералы доступными для растений, микроорганизмов и животных. Она размывает верхний почвенный слой и уносит вместе с растворёнными в ней химическими соединениями и взвешенными органическими и неорганическими частицами в моря и океаны. Циркуляция воды между океаном и сушей важнейшее звено в поддержании жизни на Земле.

Растения участвуют в круговороте воды двояким способом: извлекают её из почвы и испаряют в атмосферу; часть воды в клетках растений расщепляется в процессе фотосинтеза. При этом водород фиксируется в виде органических соединений, а кислород поступает в атмосферу.

Животные потребляют воду для поддержания осмотического и солевого равновесия в организме и выделяют её во внешнюю среду вместе с продуктами обмена веществ.

#### Круговорот углерода

Углерод поступает в биосферу в результате фиксации его в процессе фотосинтеза. Количество углерода, ежегодно связываемого растениями, оценивается в 46 млрд. т. Часть его поступает в тело животных и освобождается в результате дыхания в виде  $\text{CO}_2$ , который вновь поступает в атмосферу. Кроме того, запасы углерода в атмосфере пополняются за счёт вулканической деятельности и сжигания человеком горючих ископаемых. Хотя основная часть поступающего в атмосферу диоксида углерода поглощается океаном и откладывается в виде карбонатов, содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе медленно, но неуклонно повышается.

#### Круговорот азота.

Азот один из основных биогенных элементов в громадных количествах содержится в атмосфере, где составляет 80% от общей массы её газообразных компонентов. Однако в молекулярной форме он не может использоваться ни высшими растениями, ни животными.

В форму, пригодную для использования, атмосферный азот переводят электрические разряды (при которых образуются оксиды азота, в соединении с

водой дающие азотистую и азотную кислоты), азотфиксирующие бактерии и синезелёные водоросли. Одновременно образуется аммиак, который другие хемосинтезирующие бактерии последовательно переводят в нитриты и нитраты. Последние наиболее усвояемы для растений. Биологическая фиксация азота на суше составляет примерно 1 г/м<sup>2</sup>, а в плодородных областях достигает 20 г/м<sup>2</sup>.

После отмирания организмов гнилостные бактерии разлагают азотсодержащие соединения до аммиака. Часть его уходит в атмосферу, часть восстанавливается денитрифицирующими бактериями до молекулярного азота, но основная масса окисляется до нитритов и нитратов и вновь используется. Некоторое количество соединений азота оседает в глубоководных отложениях и надолго (миллионы лет) выключается из круговорота. Эти потери компенсируются поступлением азота в атмосферу с вулканическими газами.

#### Круговорот серы

Сера входит в состав белков и также представляет собой жизненно важный элемент. В виде соединений с металлами сульфидов она залегает в виде руд на суше и входит в состав глубоководных отложений. В доступную для усвоения растворимую форму эти соединения переводятся хемосинтезирующими бактериями, способными получать энергию путём окисления восстановленных соединений серы. В результате образуются сульфаты, которые используются растениями. Глубоко залегающие сульфаты вовлекаются в круговорот другой группой микроорганизмов, восстанавливающих сульфаты до сероводорода.

#### Круговорот фосфора

Резервуаром фосфора служат залежи его соединений в горных породах. Вследствие вымывания он попадает в речные системы и частью используется растениями, а частью уносится в море, где оседает в глубоководных отложениях. Кроме того, в мире ежегодно добывается от 1 до 2 млн. т. фосфорсодержащих пород. Большая часть этого фосфора также вымывается и исключается из круговорота. Благодаря лову рыбы часть фосфора возвращается на сушу в небольших размерах (около 60 тыс. т. элементарного фосфора в год).



Из приведённых примеров видно, какую значительную роль в эволюции неживой природы играют живые организмы. Их деятельность существенно влияет на формирование состава атмосферы и земной коры. Большой вклад в понимание взаимосвязей между живой и неживой природой внёс выдающийся советский учёный В. И. Вернадский. Он выявил геологическую роль живых организмов и показал, что их деятельность представляет собой важнейший фактор преобразования минеральных оболочек планеты.

Таким образом, живые организмы, испытывая на себе влияние факторов неживой природы, своей деятельностью изменяют условия окружающей среды, т.е. среды своего обитания. Это приводит к изменению структуры всего сообщества биоценоза.

Установлено, что азот, фосфор и калий могут оказывать наибольшее положительное влияние на урожаи культурных растений, и потому эти три элемента в наибольших количествах вносят в почву с удобрениями, применяемыми в сельском хозяйстве. Поэтому азот и фосфор оказались главной причиной ускоренной эвтрофикации озёр в странах с интенсивным земледелием. Эвтрофикация это процесс обогащения водоёмов питательными веществами. Она представляет собой естественное явление в озёрах, так как реки приносят питательные вещества с окружающих дренажных площадей. Однако этот процесс обычно идёт очень медленно, в течение тысяч лет.

Неестественная эвтрофикация, ведущая к стремительному увеличению продуктивности озёр, происходит в результате стока с сельскохозяйственных угодий, которые могут быть обогащены питательными веществами удобрений.

Существуют также два других важных источника фосфора сточные воды и моющие средства. Сточные воды, как в своём первоначальном виде, так и обработанные, обогащены фосфатами. Бытовые детергенты содержат от 15% до 60% биологически разрушаемого фосфата. Кратко можно резюмировать, что эвтрофикация в конце концов приводит к истощению ресурсов кислорода и к гибели большинства живых организмов в озёрах, а в крайних ситуациях и в реках.

Организмы в экосистеме связаны общностью энергии и питательных веществ, и необходимо чётко разграничить эти два понятия. Всю экосистему можно уподобить единому механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения работы. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который в конце концов и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов. Таким образом, в экосистеме происходит постоянный круговорот питательных веществ, в котором участвуют и живой и неживой компоненты. Такие круговороты называются биогеохимическими циклами.

На глубине в десятки километров горные породы и минералы подвергаются воздействию высоких давлений и температур. В результате происходит метаморфизм (изменение) их структуры, минерального, а иногда и химического состава, что приводит к образованию метаморфических пород.

Опускаясь ещё дальше в глубь Земли, метаморфические породы могут расплавиться и образовать магму. Внутренняя энергия Земли (т.е. эндогенные силы) поднимает магму к поверхности. С расплавленными горными породами, т.е. магмой, химические элементы выносятся на поверхность Земли во время извержений вулканов, застывают в толще земной коры в виде интрузий. Процессы горообразования поднимают глубинные горные породы и минералы на поверхность Земли. Здесь горные породы подвергаются воздействию солнца, воды, животных и растений, т.е. разрушаются, переносятся и отлагаются в виде осадков в новом месте. В результате образуются осадочные горные породы. Они накапливаются в подвижных зонах земной коры и при пригибании снова опускаются на большие глубины (свыше 10 км).

Вновь начинаются процессы метаморфизма, переправления, кристаллизации, и химические элементы возвращаются на поверхность Земли. Такой "маршрут" химических элементов называется большим геологическим круговоротом. Геологический круговорот не замкнут, т.к. часть химических элементов выходит из круговорота: уносится в космос, закрепляется прочными связями на земной поверхности, а часть поступает извне, из космоса, с метеоритами.

Геологический круговорот это глобальное путешествие химических элементов внутри планеты. Более короткие путешествия они совершают на Земле в пределах отдельных её участков. Главный инициатор живое вещество. Организмы интенсивно поглощают химические элементы из почвы, воздуха воды. Но одновременно и возвращают их. Химические элементы вымываются из растений дождевыми водами, выделяются в атмосферу при дыхании и отлагаются в почве после смерти организмов. Возвращённые химические элементы снова и снова вовлекаются живым веществом в "путешествия". Всё вместе и составляет биологический, или малый, круговорот химических элементов. Он тоже не замкнут.

Часть элементов-"путешественников" уносится за его пределы с поверхностными и грунтовыми водами, часть на разное время "выключается" из круговорота и задерживается в деревьях, почве, торфе.

Ещё один маршрут химических элементов проходит сверху вниз от вершин и водоразделов к долинам и руслам рек, впадинам, западинам. На водоразделы химические элементы поступают только с атмосферными осадками, а выносятся вниз и с водою, и под действием силы тяжести. Расход вещества преобладает над поступлением, о чём говорит само название ландшафтов водоразделов элювиальные.

На склонах жизнь химических элементов изменяется. Скорость их передвижения резко увеличивается, и они "проезжают" склоны, как пассажиры, удобно устроившиеся в купе поезда. Ландшафты склонов так и называются транзитными.

"Отдохнуть" от дороги химическим элементам удаётся лишь в аккумулятивных (накапливающих) ландшафтах, расположенных в понижениях рельефа. В этих местах они часто и остаются, создавая для растительности хорошие условия питания. В некоторых случаях растительности приходится бороться уже с избытком химических элементов.

Уже много лет назад в распределение химических элементов вмешался человек. С начала XX столетия деятельность человека стала главным способом их

путешествия. При добыче полезных ископаемых огромное количество веществ изымается из земной коры. Их промышленная переработка сопровождается выбросами химических элементов с отходами производства в атмосферу, воды, почвы. Это загрязняет среду обитания живых организмов. На земле появляются новые участки с высокой концентрацией химических элементов – рукотворные геохимические аномалии. Они распространены вокруг рудников цветных металлов (меди, свинца). Эти участки иногда напоминают лунные пейзажи, потому что практически лишены жизни из-за высокой концентрации вредных элементов в почвах и водах. Остановить научно-технический прогресс невозможно, но человек должен помнить, что существует порог в загрязнении природной среды, переходить который нельзя, за которым неизбежны болезни людей и даже вымирание цивилизации.

Создав биогеохимические "свалки", природа, возможно, хотела предостеречь человека от непродуманной, безнравственной деятельности, показать ему на наглядном примере, к чему приводит нарушение распределения химических элементов в земной коре и на её поверхности.

### **Периодичность в биологии**

Система ритмов в живом организме многоярусна. На нижнем ярусе – ритмы клеточные и субклеточные. Из них складываются более сложные ритмы – тканевые, которые служат основой для ритмической деятельности органов. Ритмично работают органы кровообращения, дыхания, эндокринные железы, нервная система и другие органы. При работе сердца периодически происходит сокращение мускулатуры сердца и ее расслабление. Периодичность работы сердца отражает его электрокардиограмма.

Один «порядок» в природе порождает другой. Ритмичная работа органов обуславливает ритмичность деятельности организма в целом, его суточный ритм, а он, в свою очередь, обусловлен периодическим движением Земли вокруг своей оси. Время нашего сна, бодрствования, принятия пищи, подъем и спад работоспособности определяются вращением Земли вокруг оси.

Каждый организм подчиняется еще и сезонной периодичности. Период, благоприятствующий развитию живых организмов в нашей географической зоне, продолжается примерно около шести месяцев. Растения бурно развиваются до середины лета. В середине лета рост растений замедляется или полностью прекращается. Вторая половина лета – период созревания плодов у растений, накопления в их тканях питательных веществ. Растения активно готовятся к зиме.

Свойство теплокровности, присущее высшим позвоночным (млекопитающие и птицы), сделало их в известной мере независимыми от температурных условий окружающей среды, позволило оставаться на зиму в тех же местах, где они обитали летом, и переживать зимний период в деятельном состоянии. Этому же способствуют адаптации, направленные на сокращение неизбежных зимой тепловых потерь, с одной стороны, и восстановление энергетического баланса – с другой (например, развитие подкожного жирового слоя и специального зимнего оперения и меха, переход к обитанию под снежным покровом).

Характерной формой сезонных адаптаций являются миграции, т.е. сезонные перемещения, помогающие животным избегать неблагоприятных последствий наступления зимы (преимущественно из-за ухудшения кормовых условий). Наиболее выражены эти адаптации у птиц, осенний отлет и весенний прилет которых представляют неотъемлемые части природных явлений в умеренной и северной зонах. Выраженность миграции зависит от степени сезонных колебаний условий среды.

Явление сезонных миграций известно также у летучих мышей, а среди беспозвоночных – у некоторых бабочек (в частности, у американских данаид), т.е. у тех организмов, органы передвижения которых обеспечивают преодоление больших расстояний.

Важную форму сезонных адаптаций представляет возникновение покоящихся стадий, обладающих повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям. В умеренных широтах состояние покоя является обычно приспособлением к переживанию зимнего периода с низкими температурами, а в тропиках – к переживанию летнего периода с засухами.

У насекомых основной адаптацией такого типа является диапауза, т.е. сезонная задержка или остановка их роста и развития. Чередование активности и покоя у многих организмов касается преимущественно функции размножения, благодаря чему появление потомства у животных и плодоношение у растений приурочивается к определенному времени года.

Важнейшим условием синхронизации сезонного развития животных и растений со сменой времен года является наличие способности ориентироваться во времени. В основе этого лежит реакция организмов на факторы сигнального характера. В качестве ориентира, сигнализирующего о предстоящих сезонных изменениях, для большинства организмов служит длина светового дня. Важной причиной, почему фотопериодический фактор мог быть использован с этой целью организмами, является устойчивость и астрономическая точность его изменений в течении года. Будучи исходной причиной сезонности климата, этот фактор стал и регулятором сезонных циклов жизнедеятельности организмов.

Явление фотопериодизма, т.е. реакции живых организмов на длину дня, было впервые открыто у растений американскими биологами У.Гарнером и Г.Аллардом в 1920г. Вскоре это явление было обнаружено у насекомых и позвоночных. В настоящее время установлено, что фотопериодизм – это общее приспособление, регулирующее сезонные явления (сроки размножения, развития и подготовки к зиме) у самых разных организмов.

К примеру, для птиц выяснено, что их миграции определяются не таинственным «инстинктом перелета». Именно фотопериодические реакции помогают птицам, находящимся на зимовьях, определять время возвращения в места, расположенные за многие тысячи километров. Длиной дня определяются возникновение или снятие диапаузы у насекомых, переход к состоянию покоя и выхода из него у растений.

Для всех адаптаций, основывающихся на фотопериодической реакции, т.е. на использовании для временной ориентации внешнего сигнала – длины дня, общим является способность живых организмов «сопоставлять» и количественно «сравнивать» длительность светлого и темного периода суток.

Основным датчиком времени для животных и человека является смена темноты и света за 24 часа. При переводе стрелок на «летнее» время на 1 час приспособление внутренних «часов» происходит примерно за 5-7 дней, при перелетах через часовые пояса это займет большее время. При этом возникает десинхроноз, который проявляется в изменении артериального давления, нарушении сна, отсутствии аппетита, плохом самочувствии и т.д.

Интересны эксперименты, которые проводились многими людьми: человек длительное время находился в глубокой пещере, где не мог видеть смену дня и ночи. Ритм человека зависел от личного восприятия времени: ел, спал и просыпался, когда хотел сам, не зависел от людей, общественных обязанностей, врожденных привычек. К концу опыта оказывалось, что цикл в условиях полной изоляции в среднем составлял 24-26 часов. Суточный цикл свойственен всему живому.

## **Периодичность в физике**

### ***Колебания и ритм в природе***

Колебания в природе обнаруживаются повсюду: свет, звук, морские волны, океанские приливы и отливы, смена дня и ночи, чередование времен года, цикличность геологических процессов, ритмы солнечной активности – все это различные формы периодических движений. Установлено, что даже в вакууме происходят непрерывные колебания электромагнитного поля, появляются и исчезают элементарные частицы.

Колебания – повторяющийся процесс изменения с течением времени значения физической величины около ее среднего значения. Колебания характеризуются амплитудой, периодом, частотой и фазой.

Различают непериодические, периодические и гармонические колебания. Периодическими называют колебания, при которых происходит точное повторение процесса через равные промежутки времени или проще говоря ритм.

Исключительное богатство ритмических процессов демонстрирует живая природа. Дыхание, сердцебиение, ходьба – это лишь самые очевидные проявления биологических колебаний, за которыми скрыто огромное количество

ритмических процессов. Любая функция, любое жизненное отправление ритмичны, и это справедливо не только по отношению к человеку, но и к любому живому существу, на какой ступени эволюции оно не находилось.

Ритм – повторение одного и того же события или воспроизведение одного и того же состояния через равные промежутки времени. Нет сомнений, что мир живет по закону ритма. В 1908г. А.В.Клосовский писал о «бесконечном разнообразии колебательных движений, которые пересекают мироздание во всех направлениях и к распространению которых сводится вся жизнь природы».

Чем же объясняется универсальность колебательных процессов в природе? Почему все в мире подчинено закону ритма? В природе все изменчиво, текуче, динамично, но в то же время в ней есть и известное постоянство. На пути от рождения до смерти человек, будучи ребенком, юношей, старцем сохраняет свое собственное «я», всю жизнь, оставаясь одним и тем же лицом. Мы видим вокруг нас множество совершенно определённых предметов и явлений, жизнь которых изменяется не только десятками, сотнями, но и тысячами лет, а если говорить об астрономических телах – планетах и звездах, то и неизмеримо большими сроками. В этом заключается постоянство окружающего мира, понятно, что оно условно, но вполне реально. Этим мир обязан ритму.

### **Периодичность в астрономии**

#### ***Физические переменные звезды.***

Физическими переменными называются звезды, которые меняют свою светимость за относительно короткие промежутки времени -в результате физических процессом, происходящих в самой звезде. В зависимости от характера переменности различают переменные и *эруптивные* переменные, а также *новые* и *сверхновые* звезды, являющиеся частным случаем *эруптивных* переменных. Вот некоторые из них. *Цефеиды* или пульсирующие переменные звезды. *Цефеидами* называются физические переменные звезды, характеризующиеся особой формой кривой блеска. Видимая звездная величина плавно и периодически меняется со временем и соответствует изменению



светимости звезды в несколько раз (обычно от 2 до 6). Этот класс звезд назван по имени одной из типичных его представительниц — звезды  $\beta$  Цефея.

Период — одна из важнейших характеристик цефеид. Для каждой данной звезды он постоянен с большой степенью точности, но у разных цефеид периоды весьма различны (от суток до нескольких десятков суток). Одновременно с видимой звездной величиной у цефеид меняется спектр, в среднем в пределах одного спектрального класса. Это означает, что изменение светимости цефеид сопровождается изменением температуры их атмосфер в среднем на  $1500^{\circ}\text{C}$ . В спектрах цефеид по смещению спектральных линий обнаружено периодическое изменение лучевых скоростей. Наибольшее смещение линий в красную сторону происходит в минимуме, а в синюю — в максимуме блеска. Таким образом, периодически меняется и радиус звезды. Описанные наблюдаемые особенности цефеид свидетельствуют о том, что атмосферы этих звезд испытывают регулярные пульсации.

Следовательно, в них имеются условия для поддержания в течение долгого времени на постоянном уровне особого колебательного процесса. Расчеты показывают, что фактически роль такого клапана играет тот слой звезды, в котором частично ионизован гелий (при этом водород и остальные элементы практически полностью ионизованы). Нейтральный гелий непрозрачен к ультрафиолетовому излучению звезды, которое задерживается и нагревает газ. Этот нагрев и вызванное им расширение способствует ионизации гелия, слой становится прозрачным, поток, выходящего излучения увеличивается. Но это приводит к охлаждению и сжатию, из-за чего гелий снова становится нейтральным и весь процесс повторяется снова.

Равновесие звезды определяется балансом сил гравитации и внутреннего давления газа. Если равновесие нарушится и по какой-либо причине звезда слегка сожмется или, наоборот, расширится, то, стремясь вернуться в равновесное состояние, ее вещество может прийти в колебательное движение, подобно тому как маятник колеблется в поле тяжести Земли. Расчеты показывают, период механических колебаний звезды типа Солнца оказывается около трех часов. У

Солнца действительно наблюдаются очень слабые пульсации с периодами меньше 2 — 3 часов. Однако для того, чтобы подобные пульсации могли достигнуть столь значительных амплитуд, как это наблюдается у цефеид, должен существовать определенный механизм, обеспечивающий энергией эти колебания. В настоящее время полагают, что эта энергия возникает за счет излучения звезды, а раскачка колебаний происходит благодаря своеобразному клапанному механизму, когда непрозрачность наружных слоев звезды задерживает часть излучения внутренних слоев.

Новые звезды. Термин «новая» звезда не означает по явления вновь возникшей звезды, а отражает только определенную стадию переменности некоторых звезд.

Новыми звездами называют эруптивные переменные звезды особого типа, у которых хотя бы однажды наблюдалось внезапное и резкое увеличение светимости (вспышка) не менее чем на 7—8 звездных величин. После вспышки новые звезды являются очень горячими карликами. Если вспышка одной и той же звезды наблюдалась не менее двух раз, то такая новая называется повторной. У повторных новых звезд, как правило, возрастание светимости несколько меньше, чем у типичных новых. Всего в настоящее время известно около 300 новых звезд, из них около 150 вспыхнуло в нашей Галактике и свыше 100 — в туманности Андромеды. У известных семи повторных новых в сумме наблюдалось около 20 вспышек. Многие (возможно даже все) новые и повторные новые являются тесными двойными системами.

### ***Пульсары.***

В августе 1967 года радиоастрономы при изучении мерцаний космических радиоисточников обнаружили странные сигналы — фиксировались очень короткие, длительностью около 50 миллисекунд, импульсы радио излучения, повторявшиеся через строго определенный интервал времени порядка одной секунды. Это было совершенно не похоже на обычную хаотическую картину случайных нерегулярных колебаний радиоизлучения. После тщательной проверки всей аппаратуры пришла уверенность, что импульсы имеют внеземное

происхождение. Астрономов трудно удивить объектами, излучающими с переменной интенсивностью, но в данном случае период был столь мал, а сигналы — столь регулярны, что ученые всерьез предположили, что они могут быть вес точками от внеземных цивилизаций. А потому первый пульсар получил название LGM-1 (от английского Little Green Men — «Маленькие Зеленые Человечки») Длительность отдельного импульса у таких источников составляет от нескольких миллисекунд до нескольких десятых долей секунды. Резкость импульсов и необычайная правильность их повторений позволяют с очень большой точностью определить периоды пульсаций этих объектов, названных пульсарами.

В настоящее время известно около 200 пульсаров. Все они дают сильно поляризованное радиоизлучение в ши роком диапазоне длин волн, интенсивность которого круто возрастает с ростом длины волны. Это означает, что излучение имеет нетепловую природу. Удалось определить расстояния до многих пульсаров, оказавшиеся в пределах от сотен до тысяч парсеков. Таким об разом, это сравнительно близкие объекты, заведомо принадлежащие нашей Галактике. Наиболее замечательный пульсар, который принято обозначать номером NP 0531, в точности совпадает с одной из звездочек в центре Крабовидной туманности. Совпадение одного из пульсаров с центром такого необычного образования, как Крабовидная туманность, наводит на мысль о том, что они являются как раз теми объектами, в которые после вспышек превращаются сверхновые звезды. Согласно современным представлениям, вспышка сверхновой звезды связана с выделением огромного количества энергии при ее переходе в сверхплотное состояние, после того как в ней исчерпаны все возможные ядерные источники энергии.

### ***Рентгеновские источники излучения.***

В 1962 г. наблюдениями с высотных ракет был обнаружен первый (после Солнца космический источник рентгеновского излучения, который и по сей день остается самым замечательным и загадочным объектом такого типа. Вскоре обнаружили и другие рентгеновские источники.

Важной особенностью рентгеновских звезд является переменность их излучения. При этом существенное изменение уровня излучения порой наблюдается за промежутки времени порядка  $10^{-3}$  сек, так что размеры источника не могут превосходить 0,001 световой секунды (определяемой по аналогии со световым годом), т. е. 300 км.

Это говорит о том, что источниками рентгеновского излучения должны быть необычайно компактные объекты, возможно, типа нейтронных звезд, как в случае пульсаров, с которыми отождествляются некоторые рентгеновские звезды. У ряда рентгеновских звезд, например, у Геркулеса X-1 и Центавра X-3, обнаружена строгая периодичность вариаций потока рентгеновского излучения, доказывающая, что источник является компонентом двойной системы. Свыше десятка источников отождествлены со звездами, переменность которых указывает на их принадлежность к тесным двойным системам.

Следовательно, рентгеновские звезды, — скорее всего, тесные двойные системы, в которых один из компонентов — оптическая звезда, а другой — компактный объект, находящийся в завершающей стадии своей эволюции. Чаще всего предполагают, что это нейтронная звезда, хотя в некоторых случаях не исключена возможность белого карлика или даже черной дыры

Новоподобные источники рентгеновского излучения. Помимо постоянно наблюдаемых источников рентгеновского излучения ежегодно обнаруживается до десятка вспыхивающих объектов, по характеру явления напоминающих новые звезды. Светимость таких новоподобных источников рентгеновского излучения быстро возрастает за несколько дней. В течение 1—2 месяцев они могут оказаться самыми яркими участками на «рентгеновском» небе, порой в несколько раз превосходящими по потоку излучения ярчайший постоянный источник Скорпион X-I. Некоторые из них во время вспышек оказываются рентгеновскими пульсарами, отличающимися очень длинными периодами (до 7 минут). Природа этих объектов, а также возможная их связь с новыми звездами пока не известны.

Всего на сегодняшний день астрономы обнаружили около 1 200 нейтронных звезд. Из них более 1 000 являются радио пульсарами, а остальные — просто

рентгеновскими источниками. За годы исследований ученые пришли к выводу, что нейтронные звезды — настоящие оригиналы. Одни — очень яркие и спокойные, другие — периодически вспыхивающие и видоизменяющиеся звездотрясениями, третьи — существующие в двойных системах. Эти звезды относятся к самым загадочным и неуловимым астрономическим объектам, соединяющим в себе сильнейшие гравитационные и магнитные поля и экстремальные плотности и энергии. И каждое новое открытие из их бурной жизни дает ученым уникальные сведения, необходимые для понимания природы Материи и эволюции Вселенной.

Для существования жизни на Земле наибольшее значение имеют ритмы притока солнечной энергии, так как именно они в первую очередь определяют возможности существования организмов. В основе этих ритмов лежат особенности движения Земли как планеты, связанные с вращением ее вокруг своей оси и вокруг Солнца.

Суточный приток солнечной энергии к земной поверхности, определяющий смену дня и ночи, обусловлен 24-часовыми циклами оборота земли вокруг собственной оси. В возникновении годовых ритмов основная роль принадлежит не просто вращению Земли вокруг Солнца, а наклону земной оси по отношению к плоскости орбиты (под углом в  $66^{\circ} 33'$ ). Из-за наклона оси суточный приток солнечной энергии на данный участок земной поверхности в течение года изменяется, увеличиваясь с момента зимнего солнцестояния (22 декабря в северном и 22 июня в южном полушарии) до момента летнего солнцестояния (22 июня в северном и 22 декабря в южном полушарии), а затем уменьшаясь до дня зимнего солнцестояния. Возникающие при этом сезонные изменения температурного режима и длины дня имеют тем большую амплитуду, чем дальше от экватора находится данный участок. Следствием этого является и возникновение широтной зональности климата на Земле.

Суммарный приток солнечной энергии определяется не только продолжительностью дня, но и углом падения лучей. С увеличением широты недостаток притока тепла из-за косо падения лучей компенсируется большей

длиной дня в летний период. Благодаря этому лето на севере по термическому режиму мало отличается от аналогичного сезона на юге. Климатический контраст между севером и югом для зимнего периода по этой же причине увеличивается.

Сезонные ритмы температуры, связанные с распределением солнечной энергии, усложняются процессами атмосферной циркуляции, вызывающими обмен воздушных масс в широтном и долготном направлениях. Исключительно велика роль этого фактора в увлажнении материков, особенно в тропической зоне, где сезонность выпадения осадков является важнейшей причиной климатических ритмов.

Помимо суточных и годовых ритмов, для природных условий характерны ритмы и с более длительными периодами (11, 22-23, 80-90, 1800 лет), причиной которых являются также солнечно-земные связи, в частности изменения солнечной активности. Большое влияние на условия земного существования оказывают и лунно-земные связи, наиболее ярко проявляющиеся в виде смены приливов и отливов в морях и океанах. Наличие приливов послужило причиной возникновения соответствующих ритмических приспособлений у обитателей гидросферы.

Известно, что во время морского прилива два раза в сутки вода поднимается у морских берегов, а затем вновь откатывается от берега. Но прилив существует не только на море, но и на суше. Два раза в сутки поверхность земли, на которой выстроены дома, улицы, дороги, поднимается и опускается. К примеру, в Москве амплитуда этих колебаний составляет приблизительно 0,5 м. Мы этого не замечаем, но отчего это происходит?

Как известно, результатом действия силы на тело является либо его ускорение, если оно свободно и не взаимодействует с другими телами, либо его деформация, если такое взаимодействие существует. Притяжения луны и Солнца сообщают нашей планете ускорение, которое она имеет, совершая движение по орбите. Однако не все части планеты испытывают одинаковое притяжение.

Максимальное притяжение Луной испытывают те части Земли, для которых она находится строго в зените, а минимальное – в надире. Центр масс Земли

находится в промежуточном положении. Результирующая сила притяжения планеты приложена к центру масс. Она сообщает Земле поступательное ускорение. Можно подсчитать, что на луне приливной горб, вызванный притяжением Земли и направленный в ее сторону, будет равен 13 м.

Все наблюдаемые приливные явления делятся на полусуточные, суточные и долгопериодические. Под действием приливных сил отдельные регионы земной поверхности растягиваются, другие – сжимаются. Величину таких деформаций можно измерить с помощью приборов, которые называются экстенсометрами (деформографами).

Положение Земли на околосолнечной орбите, лунные и солнечные приливы, прямые воздействия других планет, влияние тех же планет на обращение Солнца вокруг центра инерции Солнечной системы – эти факторы способствуют изменению климата на Земле. Выделяют четыре группы климатических циклов: короткие (от года до десятков лет), межвековые (от сотен до нескольких тысяч лет), ледниковые (от десятков до сотен тысяч лет) и геологические (от сотен тысяч до миллионов лет).

### **Периодичность в географии**

Самый известный из климатических циклов – годовой, когда происходит перераспределение масс воздуха над океанами и континентами. Но существует и квазидвухлетний с периодом 2,38 года – цикл колебаний атмосферной циркуляции. Он наиболее ярко выражается в виде смены направлений ветров в экваториальной стратосфере, но заметен и в других метеорологических явлениях. Квазипятилетний цикл проявляется в виде повторения явления Эль-Ниньо, мощного стихийного бедствия в восточной половине экваториальной зоны Тихого океана и прилегающих южных широтах. В самом длинном из коротких циклов (около 60 лет) приблизительно повторяется взаимное расположение Солнца, Юпитера и Сатурна.

При анализе средних годовичных значений глобальной температуры воздуха видно довольно резкое потепление в первой трети XX века, затем небольшое похолодание во второй трети и новое потепление в последней трети – в настоящее

время, по-видимому, уже завершающееся. Прогноз погоды на нынешнее столетие, составленный на основе анализа коротких климатических циклов, не сулит глобальных климатических катастроф.

Для выявления межвековых климатических циклов ученые пользуются дендрохронологическими рядами (последовательность годовичных слоев древесины), используют породы с годичной слоистостью или пробу морских осадков. Самый выразительный из этих циклов имеет длительность порядка 1,5 тысячи лет. Возможно, именно он создавал известные по историческим данным межвековые колебания климата — климатический оптимум голоцена 4-2,5 тысяч лет до н. э., средневековый оптимум («эпоха викингов») X-XIV вв., «малый ледниковый период» XVI-XIX вв. и, наконец, потепление XX столетия.

Наиболее выдающимися явлениями в истории климата были ледниковые климатические циклы последней трети плейстоцена, во время которых континенты прогибались под грандиозными ледниковыми щитами толщиной порядка трех километров. Изучение ледниковых морен, оставшихся от этих щитов, позволили выделить четыре последних цикла и определить, что каждый из них длился порядка 100 тысяч лет. По-видимому, ледниковые циклы возникают из-за возмущений орбитального движения Земли в Солнечной системе, создаваемых гравитационными взаимодействиями с другими планетами.

Эволюцию климата в позднем плейстоцене лучше всего исследовать, анализируя содержание дейтерия в ледяном керне с антарктической станции «Восток». Там пробурена скважина глубиной 3623 м и достигнут лед, которому 427 тыс. лет. Изучая антарктические льды, московские климатологи установили, что парниковый эффект на самом деле не причина, а следствие потепления (парниковый газ выделяется в атмосферу при повышении температуры, когда падает его растворимость в морской воде).

### ***Периодические движения в географической оболочке***

Выше были рассмотрены основные циклы движения в географической оболочке, различающиеся прежде всего по характеру материального носителя.



Циклы различаются также по характеру динамических режимов, под которыми понимают типы изменения во времени параметров систем. Одним из таких динамических режимов является периодический. В этом случае система через равные промежутки времени приходит в одно и то же состояние.

В физико-географических явлениях строгой периодичности не существует, поэтому правильнее говорить о «квазипериодичности» (квази — почти). Периодичность в географической оболочке проявляется во многих процессах: тектонических, магматических, осадконакопления, климатических, гидрологических и множестве других. Многочисленные факты свидетельствуют о колебаниях климата, которые обусловлены периодическими изменениями параметров земной орбиты, солнечной активности, приливообразующей силы и многих других факторов. Об этом достаточно надежно свидетельствуют геологические, гляциологические, археологические данные, а также наблюдения за исторический период.

Хорошо, например, прослеживаются климатические колебания, имеющие продолжительность в 35 лет (этот цикл колебаний впервые установил известный климатолог Брикнер) и 1800 лет. Последний зафиксирован в развитии природы Сахары, где неоднократно чередовались эпохи влажного и аридного климата. Периодичность характерна для тектоно-магматических процессов: поднятий и опусканий, землетрясений, складчатых движений, интрузивного и эффузивного вулканизма. Тектоно-магматические эпохи разделены периодами относительного тектонического покоя в 50—150 млн. лет.

Наблюдается сокращение продолжительности периодов между эпохами тектонической активности — темп геотектонических движений растет в ходе развития Земли. Периодичность прослеживается в разрезах геологических отложений. Четко она заметна в терригенно-карбонатных и озерно-ледниковых формациях. В терригенно-карбонатных отложениях (главным образом каменноугольного и пермского возраста) наблюдается чередование по разрезу известняков, доломитов, глин, мергелей, песчаников, алевролитов и других отложений. Ритмичность этих отложений связывают с периодическими

колебательными движениями земной коры и изменениями уровня моря, а также с колебаниями климата. В приледниковых озерах образуется ленточная слоистость. Летом, когда ледник тает, в озеро приносится более крупнозернистый материал, зимой отлагается тонкий глинистый осадок. Пара таких слоев соответствует, таким образом, одному году. Многочисленные свидетельства повторяемости явлений обнаружены в биосфере, ледниках, рельефе. Вынужденные колебания.

Периодичность явлений связана с воздействием внешних факторов (вынужденные колебания) и внутренними закономерностями развития географической оболочки (автономные колебания, автоколебания). К внешним факторам, вызывающим периодические явления, относят положение Солнечной системы на орбите в нашей Галактике, колебания эксцентриситета орбиты Земли, изменения наклона ее оси и др. В течение галактического года Солнечная система проходит через пространства с различной плотностью вещества (пылевой материи).

На протяжении галактического года меняется величина гравитационного поля в связи с изменением положения масс относительно друг друга. Изменение плотности пылевой материи приводит к изменению величины солнечной постоянной, а величины гравитационных сил — к колебаниям в системе атмосферной и океанической циркуляции, изменению сжатия эллипсоида вращения, положения поверхности геоида, что, в свою очередь, влияет и на конфигурацию суши и моря, и на процессы осадконакопления и т. д. Классическим примером вынужденных колебаний могут служить годовые и суточные ритмы. Они связаны с режимом изменения интенсивности солнечной радиации, который зависит от планетарно-астрономических факторов — вращения Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси и наклона земной оси к плоскости орбиты. Так как солнечная радиация — один из самых сильных факторов, воздействующих на природные процессы, суточная и годовая ритмика свойственны практически всем физико-географическим явлениям. Вследствие четкой повторяемости сутки и год служат естественными единицами измерения времени в физической географии. Изменения времени наступления

равноденствий, наклона оси вращения к эклиптике и эксцентриситета земной орбиты соответствуют периодам около 21 тыс. лет, 40 тыс. лет и около 92 тыс. лет.

Эти периоды были исследованы югославским ученым Миланковичем с точки зрения воздействия на распределение на земной поверхности солнечной радиации. Изменения перечисленных характеристик очень слабые, однако их совместное влияние, наблюдающееся в периоды совпадения фаз колебаний, довольно велико и может служить причиной климатических колебаний. Вынужденные колебания создаются также под воздействием и таких планетарно-астрономических факторов, как приливообразующие силы. Возникают ритмы продолжительностью 1,2; 8,9; 18,9; около 111 и 1800—1900 лет (Калесник С. В., 1970).

Возникновение периодичности во многих случаях является отражением изменения пространственного положения системы. Например, сезонная и суточная периодичность в поступлении солнечной радиации связана с изменением положения Земли относительно Солнца. Колебания величины приливообразующей силы с периодом 1800 лет, вызывающие колебания климата, связаны с изменением расположения Солнца, Земли и Луны относительно друг друга. В данном случае проявляется неразрывное единство пространства и времени: временные характеристики — ритмы, периоды — возникают как отражение перемещений объектов в пространстве. Автономные колебания. Кроме колебаний, вызываемых внешними факторами, географической оболочке свойственны автономные колебания. Последние вообще характерны для систем, имеющих не менее двух инерционных звеньев. Инерционными называются такие объекты, которые при мгновенном изменении внешних по отношению к каждому из них воздействий изменяют свои параметры не мгновенно, а постепенно, в результате переходного процесса. Чем длительнее переходный процесс, тем более инерционен объект. Строго говоря, инерционны все географические объекты. Однако инерционность многих из них невелика, она измеряется минутами, часами, сутками. В то же время такие системы географической оболочки, как

океан и материковые льды, при воздействии на них внешних сил перестраиваются гораздо медленнее. Например, океан медленно охлаждается и так же медленно нагревается. Он до сих пор сохраняет холод, накопившийся в плейстоценовую ледниковую эпоху. Наступание и отступление материковых ледников совершается в течение десятков тысяч лет. В теории автоматического регулирования (один из разделов кибернетики) доказывается, что в системе, содержащей две или более инерционные подсистемы, взаимодействующие по схеме отрицательной обратной связи (см. раздел III.4), могут возникать автоколебательные явления. Причем колебания возникают даже при постоянных внешних воздействиях. Поэтому их и называют автономными, т. е. возникающими независимо от внешних сил. Автоколебательный характер имели изменения климата и оледенения в плейстоцене (о плейстоценовом оледенении и его роли в развитии природы земной поверхности см. в разделе IV. 6). В. Я. Сергин и С. Я. Сергин (Системный анализ проблем больших колебаний климата и оледенения Земли. Л., 1978) построили математические модели системы «ледники — океан — атмосфера».

Инерционные свойства океана связаны с большой теплоемкостью его вод, а ледников — с малой скоростью накопления и таяния ледниковых покровов. Эти инерционные системы объединены нелинейными прямыми и обратными связями. Колебания возникают при постоянном притоке солнечной радиации на Землю. Задавая внешние возмущения, в том числе изменение широтного и годового распределения солнечной радиации и тектонически обусловленное изменение площади суши, авторы получили теоретические кривые ледниковых колебаний.

Период колебаний варьирует от 20 до 80 тыс. лет. Размах колебаний средней многолетней температуры северного полушария составляет примерно  $15^{\circ}$ , южного — около  $7^{\circ}\text{C}$ . Объем материкового оледенения изменяется на 20 млн. км<sup>3</sup> в северном и на 18—28 млн. км<sup>3</sup> в южном полушариях. Исследование на модели позволило также установить несимметричность в изменениях массы ледников, температуры и влажности земной поверхности. Изменения температуры земной поверхности по отношению к изменению массы льда

отстают. В позднелайстоценовую эпоху это отставание могло составлять 1—3 тыс. лет.

Таким образом, нельзя говорить, будто оледенение контролируется температурой. Колебания климата и оледенений в модели планетарной системы Наблюдается асимметричность ледниковых циклов и по отношению к влажности: межледниковья и начала оледенений характеризуются относительно влажным климатом, а сами оледенения и начала межледниковий — относительно сухим. Автоколебательный характер имеют, по всей видимости, и изменения погоды. Они не связаны с колебаниями интенсивности электромагнитного излучения Солнца, а обусловлены взаимодействием атмосферы с океаном, материками и ледниками. Значительную роль играют такие факторы, как облачность и различия в термодинамических характеристиках атмосферы и океана.

Облачность — эффективный преобразователь постоянного потока солнечной радиации в поток теплоты, распределение которого неравномерно в пространстве и времени. В то же время облачность зависит от потока теплоты. Инерционность океана, т. е. его более медленная (по сравнению с атмосферой) реакция на внешние воздействия (например, на изменения притока солнечной радиации), обуславливает сдвиг всех его термодинамических характеристик во времени. Океан оказывается своего рода «запоминающим устройством», хранящим информацию о состояниях и процессах за более ранний промежуток времени. Таким образом, существование и взаимодействие таких объектов, как атмосфера, океан, ледники, обладающих различными характерными временами, независимо от внешних воздействий неизбежно приводит к возникновению колебательных движений. Сочетание колебаний, связанных с внешними воздействиями, и автоколебаний приводит к усложнению периодичности. Однако строго отделить вынужденные и автономные колебания чаще всего невозможно. Суперпозиция колебаний разной частоты и длительности приводит к возникновению сложных ритмов. После окончания полной фазы ритма земная поверхность и ее отдельные подсистемы не возвращаются в первоначальное состояние. Каждая фаза ритма приносит что-то новое. В результате система изменяется, эволюционирует.

Развитие системы осуществляется на основе тех необратимых изменений, которые накапливаются в течение большого промежутка времени. Периодичность природных явлений и их прогнозы. Выявление ритмики природных явлений имеет важное значение для их прогнозирования. Ритмика — это повторение явлений во времени, и если выяснены достаточно устойчивые повторения явлений в прошлом, то велика вероятность, что они будут повторяться и в будущем. Основа прогноза развития природной среды — знание ее предшествующих состояний.

Прошлое — ключ к познанию будущего. Анализ прошлого позволяет установить устойчивые тенденции развития природных процессов и во многих случаях произвести экстраполяцию — перенести установленные тенденции на будущее. Примеров прогнозов, основанных на знании ритмов природных явлений, много: прогнозирование общего характера годового хода погодных условий, а вместе с ними и характера внутригодового изменения речного стока, развития растительного покрова и других явлений. Так же уверенно прогнозируют суточную динамику явлений. Особенно успешно прогнозирование движения планет, Солнца, солнечных и лунных затмений. Четкая ритмичность движений небесных тел позволяет предсказывать их взаимное положение на десятки и даже сотни лет вперед. Однако движения небесных тел — это механические, а не физико-географические явления, закономерности движения которых более сложны, а ритмика выражена далеко не так отчетливо. Даже в суточной и годовой ритмике физико-географических явлений, имеющей планетарно-астрономическую природу, обнаруживаются значительные искажения.

Например, ночью может быть теплее, чем днем. Летом могут наблюдаться заморозки, а зимой оттепели. Эти особенности возникают вследствие наложения на суточную и годовую ритмику, связанную с радиационными факторами, атмосферной циркуляции, имеющей сложную и еще недостаточно исследованную природу.

## **2. Периодические закономерности в жизни человека.**

### **Периодичность в истории развития общества.**

#### ***Циклы мировой политики***

Развитие международных отношений в годы «холодной войны» определялось отношениями между сверхдержавами - СССР и США. Они соперничали, но не хотели доводить дело до «горячей войны». Мировая политика развивалась поэтому циклами. Отношения обострялись до определенного уровня, но когда появлялась опасность «горячей войны», обе страны шли на смягчение. Это и предопределило политический характер послевоенной мировой политики. «Холодная война» была чередой обострений и смягчений международной жизни. Отношения между сверхдержавами обострялись по мере их соперничества, но до определенного предела, подходя к которому обе стороны начинали ощущать боязнь втягивания в глобальную войну. Тогда они, как правило, искали пути смягчения напряженности, шли на компромиссы. Однако, как только чувство безопасности возвращалось, соперничество возобновлялось с прежней силой, и ход событий повторялся.

Первое противостояние 1947 -1953 годы.

Международная обстановка накалилась до предела в годы Корейской войны. (1950-51 гг.). В это же время возникли и региональные, местные очаги напряженности. После образования в Палестине по решению ООН государства Израиль, арабские страны напали на него. Возник первый арабо-израильский конфликт. Великобритания предоставила независимость Индии. Она была разделены на два государства по религиозному признаку - Индию и Пакистан. Между ними также возник конфликт. Франция попыталась вернуть себе Вьетнам, провозгласивший независимость в 1945 году, что привело к возникновению еще одного военного конфликта.

После Корейской войны наступает оттепель в международных отношениях. В Корее в 1953 году было подписано перемирие. Франция признала

независимость стран Индокитая. Состоялся даже визит главы советского правительства Н.С. Хрущева в США - первый визит такого уровня.

Но одновременно у советского руководства возникло намерение перейти к более жесткой политике. Ему удалось расширить свое влияние на лидеров новых независимых государств. В СССР была создана ракета, способная достичь территории США. Это придало советскому руководству уверенности в своих силах. Оттепель 1953-59 гг. закончилась.

В начале 60-х годов отношения между сверхдержавами опять обостряются. Была сорвана Парижская конференция лидеров СССР, США, Великобритании и Франции в 1960 году. СССР потребовал изменить статус Западного Берлина, угрожая новой блокадой. В ходе Карибского кризиса возникла угроза возникновения ядерной войны. Произошло и обострение региональных конфликтов. США стали поддерживать Южный Вьетнам в его борьбе с Северным и постепенно втянулись в войну. Однако они не смогли победить южновьетнамских партизан. Те получали помощь СССР и Китая. В 1973 году США подписали соглашение о своем уходе из Вьетнама. В 1975 году Южный Вьетнам был присоединен к Северному. Израиль в 1967 году в ходе «шестидневной войны» разгромил Египет, Иорданию и Сирию. Это сказалось на обострении советско-американских отношений. Но к концу 60-х годов обе сверхдержавы «устали» от конфронтации: США - из-за Вьетнамской войны, СССР - из-за ухудшающихся отношений с соседом - Китаем. Кроме того, в обеих сверхдержавах стали понимать, что нужно ограничить гонку ракетно-ядерных вооружений, ибо она достигла такого размаха, что сама по себе вызывала неуверенность и страх у ее участников. Все 60-е годы обе сверхдержавы, не жалея сил, наращивали ракетно-ядерную мощь. Она уже превысила все разумные пределы: имеющимися ядерными боеприпасами можно было многократно уничтожить все живое на Земле, Сама эта невиданная мощь становилась источником страха и напряженности. В интересах обеих сверхдержав нужно было вступить в переговоры. Так сложились условия для разрядки

Разрядка, 1969-1979.



В 1969 году начался период разрядки, нового потепления международных отношений. Это потепление сказалось, прежде всего, на советско-американских отношениях. Сверхдержавам удалось достичь соглашения об ограничении гонки ракетно-ядерных вооружений. Они установили потолок для их наращивания. В 1975 году был подписан Заключительный акт Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе. Он определил правила поведения европейских стран. Это способствовало ослаблению напряженности в Европе.

Но региональные конфликты продолжались. В 1971 году началась очередная индо-пакистанская война. В 1973 году разразилась новая арабо-израильская война. Китай, как и опасалось советское руководство, добился нормализации своих отношений с Западом. Его отношения с СССР продолжали ухудшаться. Местом их конфликта стал Индокитай. Советское руководство считало, что разрядка в целом укрепила положение СССР. Это опять подтолкнуло СССР к принятию решений, обостривших обстановку в мире.

В 1979 году начался новый этап обострения международной напряженности. Наряду с противостоянием сверхдержав в региональных конфликтах, толчком к нему стало размещение новых советских ракет средней дальности в странах восточной Европы. Страны Запада стали требовать вывода советских ракет, угрожая размещением в Западной Европе аналогичных ракет США. Когда СССР отказался выполнить это требование, американцы приступили к размещению новых ракет. Резко отреагировало мировое сообщество на советское вторжение в Афганистан. Напряженность вновь возросла. В США в 1980 году на президентских выборах одержал победу Р. Рейган, требовавший ужесточения политики в отношении СССР и перевооружения американской армии. Все переговоры по ограничению вооружений были прерваны. Афганской войне не было видно конца. Экономика СССР не выдерживала нового витка гонки вооружений. Новое руководство СССР во главе с М.С. Горбачевым попыталось добиться ослабления напряженности. Затем им был провозглашен переход к «новому политическому мышлению». СССР стал отходить от традиционного курса внешней политики. СССР и США договорились об уничтожении ракет

средней дальности. В 1989 году советские войска были введены из Афганистана. Началась нормализация отношений с Китаем. СССР отказался от подавления мирных революций в странах Восточной Европы. Оттуда стали выводить советские войска. «Холодная война» клонилась к закату. Распад СССР в 1991 году означал, что она закончилась. Но история продолжается....

### **Периодичность развития науки.**

Чередование «спокойных» периодов и «революционных скачков» в развитии физики.

Когда старые установившиеся знания приходят в противоречия с новыми фактами, то приходится раскрывать в каждом конкретном случае создающуюся «драму идей» и ее разрешение как очередную победу человека в познании природы. «Элементы теории относительности», возникла как революционная теория, перевернувшая представления о пространстве, времени, движении. Здесь «драма идей» проявилась в истории физики особенно сильно, ибо была показана ограниченность применения классической механики Галилея — Ньютона, в течение 200 лет служившей прочным фундаментом всей физической науки. Созданию СТО предшествовали упорные поиски физиков светового эфира. Строились различные модели этого ненаблюдаемого объекта, с которым связывалось распространение электромагнитных волн, выдвигались гипотезы относительно его свойств, которые, однако, не выдерживали проверку опытом. В конце XIX в. наиболее непротиворечивой и правдоподобной считалась модель неподвижного эфира, заполняющего все пространство не участвующего в движении тел, Казалось, что не подвижный эфир мог служить той абсолютно покоящейся системой отсчета, относительно которой еще И. Ньютон рассматривал «истинные» движения тел. Попытка приспособить законы Ньютона для объяснения электромагнитных явлений оказалась неудачной. В этой «трагической» ситуации в 1905 г. появляется небольшая статья никому тогда неизвестного Альберта Эйнштейна, в которой была полностью изложена специальная теория относительности и преодолены все трудности, связанные с эфиром.

В основу своей теории Эйнштейн положил два постулата, обобщающие опыт: принцип относительности, справедливый для всех явлений природы, и принцип постоянства скорости света. Эйнштейн показал, что эти два постулата непротиворечивым образом дополняют друг друга и позволяют решить все проблемы электродинамики, если принять относительный характер времени как закон природы. Эта идея была в глазах выдающихся ученых того времени — приверженцев классической механики Лоренца и Пуанкаре настолько «сумасшедшей» и противоречащей «здравому смыслу», что не которое время А. Эйнштейну в одиночестве приходилось отстаивать справедливость своей теории. «Едва ли надо говорить о том, что новый — эйнштейновский подход к понятию времени требует от физика высочайшей способности к абстракции и огромной силы воображения. По своей смелости теория превосходит все, что было достигнуто до сего времени в спекулятивном (т. е. в теоретическом.) исследовании природы и даже в философской теории познания; по сравнению с ней неевклидова геометрия — просто детская игра... По своей глубине и последствиям переворот, вызванный принципом относительности в сфере физических воззрений, можно сравнить только с тем переворотом, который был произведен введением картины мироздания, созданной Коперником» - так высказался Планк.

Еще одна великая революция в физике XX в., связана с созданием квантовой теории и проникновением человека в микромир. Квантовая теория положила начало всей современной физике и объяснила поведение микрочастиц: молекул, атомов и их составных частей.

Зарождению квантовой теории привел курьезный случай: почтенный немецкий профессор (это был Филипп Жолли) отговаривал пришедшего к нему за советом молодого Планка посвятить свою жизнь теоретической физике, которая, по его мнению, была, подобно евклидовой геометрии, в целом завершена и в научном отношении совершенно бесперспективна. Подобное мнение было характерно для ученых того времени: так, американский физик А. Майкельсон, автор знаменитых опытов по определению скорости света и обнаружению эфира,

заметил, что «физикам осталось лишь уточнить шестой десятичный знак после запятой».

По словам В. Томсона, чистое небо физики омрачали лишь два небольших облачка: это — проблема теплового излучения абсолютно черного тела и объяснение опыта Майкельсона. Но именно из этих двух «небольших облачков» и выросла вся современная физика, покоящаяся на фундаменте квантовой теории и теории относительности.

Физику движут вперед не только революционные скачки. Довольно длительные периоды «спокойного» развития науки не означают ее застоя, что в это время постепенно накапливаются новые факты, совершенствуются сложившиеся теории, и, наконец, уясняются границы их применимости. Без такого подготовительного этапа были бы невозможны качественные, революционные скачки.

Следует отметить, что в настоящее время этап «спокойного» развития науки заканчивается: уже налицо все признаки приближающейся революции, которая позволит сделать новый шаг на пути бесконечного познания природы. Было бы полезным привести здесь выдержку из книги Лун де Бройля «По тропам науки»: «Величайте! ошибкой, которую, кстати, очень легко допустить, было бы мнение о том, что современные представления науки являются окончательными... Мы ни когда не должны забывать (история наук это доказывает), что каждый успех нашего познания ставит больше проблем, чем решает, и что в этой области каждая новая открытая земля позволяет предполагать о существовании еще неизвестных нам необъятных континентов».