

# **Иерархия уровней саморганизации живого**

# Классификация 1

- Различают следующие уровни организации биологических структур:  
*самоорганизующиеся комплексы,  
биомакромолекулы,*
- *клетки,*
- *многоклеточные организмы*

# Классификация 2 (Тимофеев – Ресовский)

*Уровни организации:*

- **клеточный;**
- **молекулярно-генетический;**
- **организменный;**
- **популяционно-видовой;**
- **биогеоценозный.**

# Классификация 3

## *Уровни организации:*

- молекулярный
- клеточный
- тканевый
- органный
- онтогенетический
- популяционный
- видовой
- биогеоценотический
- биосферный

# Примеры иерархии



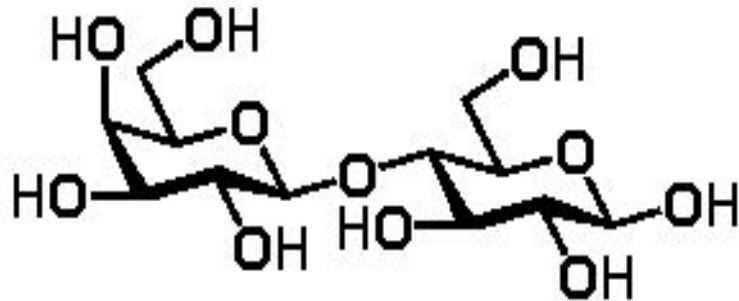
# Элементарные единицы и элементарные явления.

- **Элементарная единица** — это структура, закономерное изменение которой приводит к элементарному явлению или наименьшая частица биовещества на данном уровне.
- **Элементарные явления** — действия (взаимодействия, изменения), производимые элементарными единицами.
- Совокупность элементарных единиц и явлений на соответствующем уровне отражает содержание **эволюционного процесса**.

# «Строительные блоки» живого вещества

- Аминокислоты (составные части белков);
- Азотистые основания (составные части нуклеиновых кислот);
- Углеводы (сахара).

# Угळेво́ды



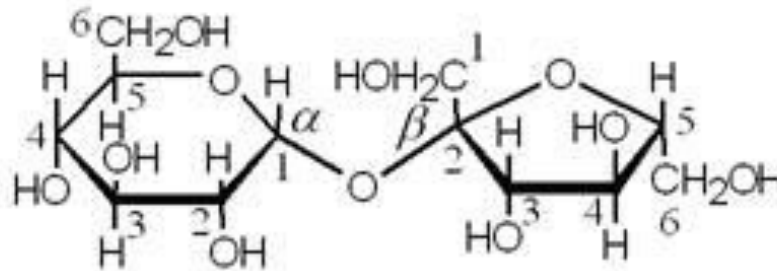
Структурная формула лактозы — дисахарида содержащегося в молоке



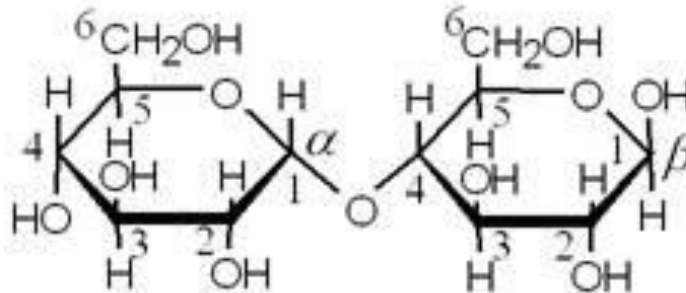
# Углевóды

- Углевóды (сахариды) — общее название обширного класса природных органических соединений. Название происходит от слов «уголь» и «вода».

## Дисахариды



**сахароза**



**мальтоза**

# Нуклеиновые кислоты

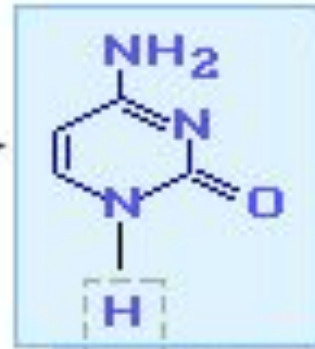
- **Нуклеиновые кислоты** - это биополимеры, макромолекулы которых состоят из многократно повторяющихся звеньев - нуклеотидов. Поэтому их называют также полинуклеотидами.

# Нуклеотид

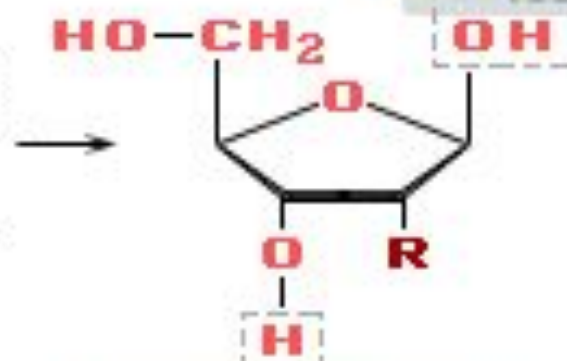
- В состав нуклеотида - структурного звена нуклеиновых кислот - входят три составные части:
- **азотистое основание** - пиримидиновое или пуриновое
- **моносахарид** - рибоза или 2-дезоксирибоза;
- **остаток фосфорной кислоты.**

# Строение и составные части нуклеотида

Азотистое  
основание

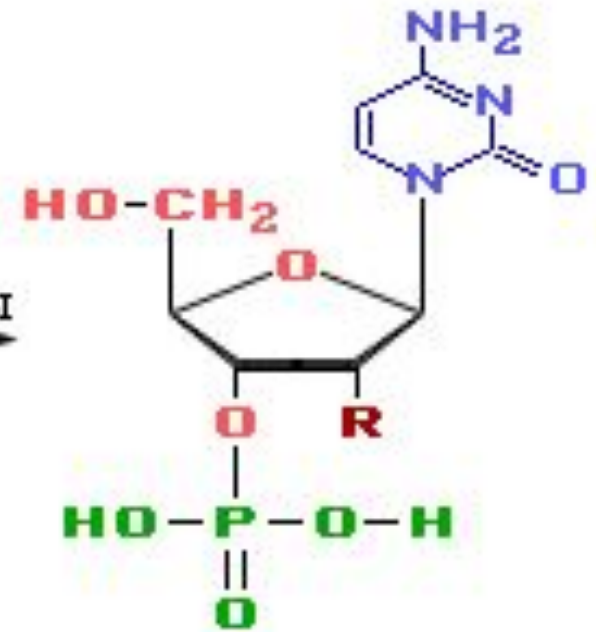
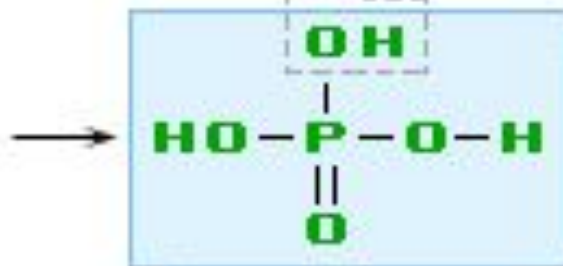


Моносахарид:  
рибоза ( $R=OH$ )  
или  
дезоксирибоза  
( $R=H$ )



ферменты  
 $-2H_2O$

Фосфорная  
кислота

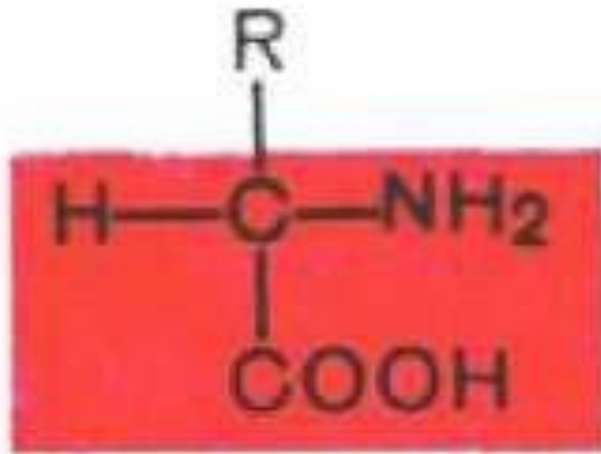


Нуклеотид

# АМИНОКИСЛОТЫ

- Установлено, что при гидролизе чистого белка, не содержащего примесей, освобождаются 20 различных  $\alpha$ -аминокислот. Все другие открытые в тканях животных, растений и микроорганизмов аминокислоты (более 300) существуют в природе в свободном состоянии либо в виде коротких пептидов или комплексов с другими органическими веществами.

# Общий тип строения $\alpha$ -аминокислот

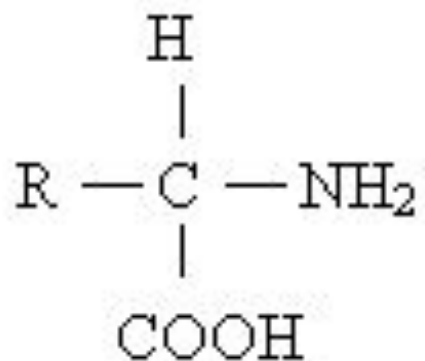


- Как видно из общей формулы, аминокислоты будут отличаться друг от друга химической природой радикала R, представляющего группу атомов в молекуле аминокислоты, связанную с  $\alpha$ -углеродным атомом и не участвующую в образовании пептидной связи при синтезе белка.

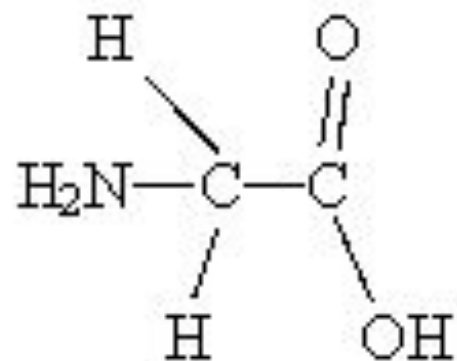
- Почти все  $\alpha$ -амино – и  $\alpha$ -карбоксильные группы участвуют в образовании пептидных связей белковой молекулы, теряя при этом свои специфические для свободных аминокислот кислотнo-основные свойства. Поэтому все разнообразие особенностей структуры и функции белковых молекул связано с химической природой и физико-химическими свойствами радикалов аминокислот. Именно благодаря им белки наделены рядом уникальных функций, не свойственных другим биополимерам, и обладают химической индивидуальностью.

# Аминокислоты

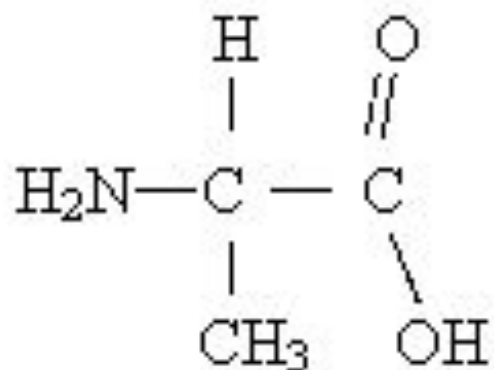
Общая формула



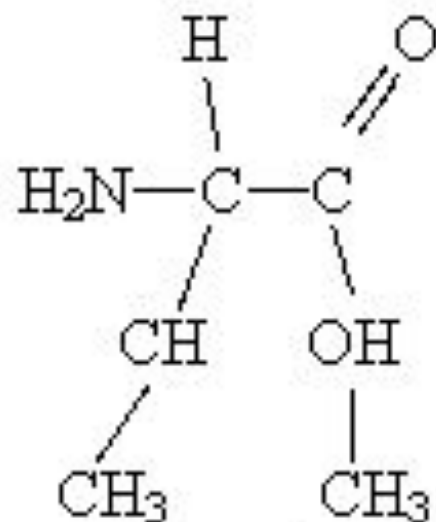
Глицин



Аланин

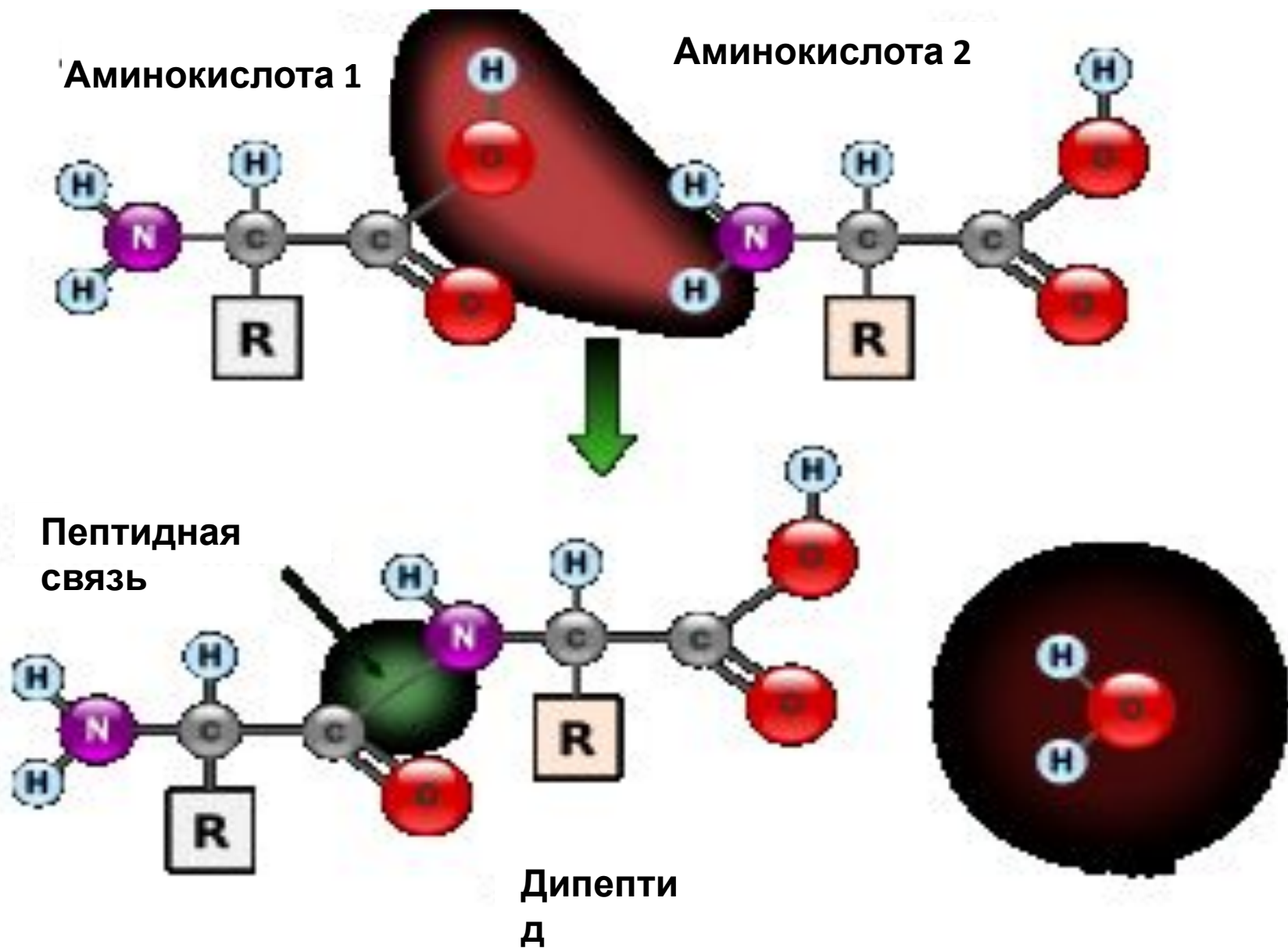


Валин





# Схема образования пептидной СВЯЗИ



# Двадцать аминокислот, входящих в состав белков

Сокращенное название	Аминокислота	Сокращенное название	Аминокислота
<b>Ала</b>	Аланин	<b>Лей</b>	Лейцин
<b>Арг</b>	Аргинин	<b>Лиз</b>	Лизин
<b>Асп</b>	Аспарагин	<b>Мет</b>	Метионин
<b>Асп</b>	Аспарагиновая к.	<b>Про</b>	Пролин
<b>Вал</b>	Валин	<b>Сер</b>	Серин
<b>Гис</b>	Гистидин	<b>Тир</b>	Тирозин
<b>Гли</b>	Глицин	<b>Тре</b>	Треонин
<b>Гли</b>	Глутамин	<b>Три</b>	Триптофан
<b>Глу</b>	Глутаминовая к.	<b>Фен</b>	Фенилаланин
<b>Иле</b>	Изолейцин	<b>Цис</b>	Цистеин

Таблица 1.3. Классификация аминокислот, основанная на полярности радикалов

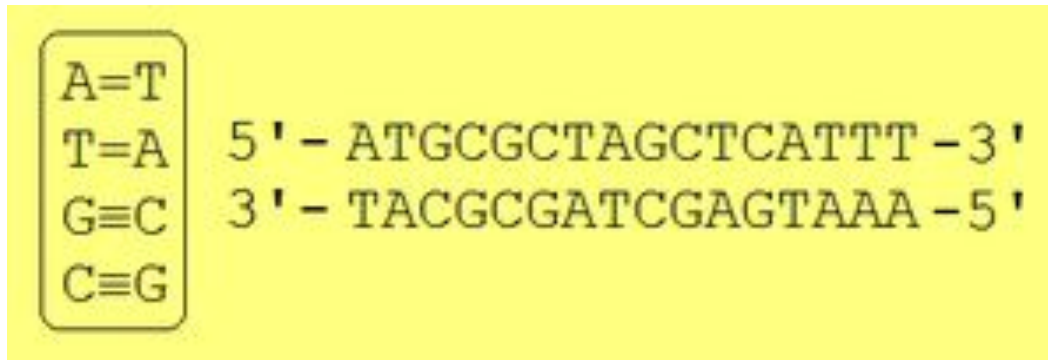
Аминокислоты	Принятые сокращенные обозначения и однобуквенные символы			M/pI	Среднее содержание в белках, %
	англ.	символ	русск.		
I. Неполярные R-группы					
Глицин	Gly	G	Гли	75/5,97	7,5
Аланин	Ala	A	Ала	89/6,02	9,0
Валин	Val	V	Вал	117/5,97	6,9
Лейцин	Leu	L	Лей	131/5,97	7,5
Изолейцин	Ile	I	Иле	131/5,97	4,6
Пролин	Pro	P	Про	115/6,10	4,6
II. Полярные, незаряженные R-группы					
Серин	Ser	S	Сер	105/5,68	7,1
Треонин	Thr	T	Тре	119/6,53	6,0
Цистеин	Cys	C	Цис	121/5,02	2,8
Метионин	Met	M	Мет	149/5,75	1,7
Аспарагин	Asn	N	Асн	132/5,41	4,4
Глутамин	Gln	Q	Глн	146/5,65	3,9
III. Ароматические R-группы					
Фенилаланин	Phe	F	Фен	165/5,98	3,5
Тирозин	Tyr	Y	Тир	181/5,65	3,5
Триптофан	Trp	W	Трп	204/5,88	1,1
IV. Отрицательно заряженные R-группы					
Аспарагиновая кислота	Asp	D	Асп	133/2,97	5,5
Глутаминовая кислота	Glu	E	Глу	147/3,22	6,2
V. Положительно заряженные R-группы					
Лизин	Lys	K	Лиз	146/9,74	7,0
Аргинин	Arg	R	Арг	174/10,76	4,7
Гистидин	His	H	Гис	155/7,59	2,1

# Азотистые основания

- Азотистые основания — гетероциклические органические соединения, производные пиримидина и пурина, входящие в состав нуклеиновых кислот. Для сокращенного обозначения пользуются большими латинскими буквами. К азотистым основаниям относят аденин (А), гуанин (G), цитозин (С), которые входят в состав как ДНК, так и РНК. Тимин (Т) входит в состав только ДНК, а урацил (U) встречается только в РНК.

# Комплементарность нуклеотидов

- **Комплементарность** (в химии, молекулярной биологии и генетике) — взаимное соответствие молекул биополимеров или их фрагментов, обеспечивающее образование связей.



Слева — пары комплементарных нуклеотидов (водородные связи обозначены чёрточками), справа — два связанных комплементарных фрагмента ДНК, образующих вторичную структуру; ориентация комплементарных цепочек ДНК (направления 5'-3' дезоксирибозофосфатных цепей) противоположны.

# Живое вещество биосферы

- В биосфере возможно существование организмов в любых возможных концентрациях – от единичных бактерий и спор в  $1 \text{ см}^3$  атмосферного воздуха до мощных тропических лесов экваториальной зоны и следов жизни в пучинах Мирового океана. По своим требованиям к условиям внешней среды организмы расселяются в разных верхних горизонтах Земли: в нижней атмосфере, в гидросфере, в почвах, в глубинах литосферы, пропитанных природными водами и нефтяными месторождениями. По подсчетам ученых общее количество массы живого вещества в современную эпоху составляет порядка 2420 млрд. т. Эту величину можно сравнить с массой других оболочек Земли.

# Сравнение масс оболочек Земли

Оболочки Земли	Масса, т	Отношение к массе
Живое вещество	$2,4 \cdot 10^{12}$	1
Атмосфера	$5,15 \cdot 10^{15}$	2 146
Гидросфера	$1,5 \cdot 10^{18}$	602 500
Земная кора	$2,8 \cdot 10^{19}$	1670 000

Таким образом, все живое вещество нашей планеты составляет —  $1/100000000$  часть массы земной коры, отличаясь при этом высокой динамичностью и организованностью.

# Область расселения жизни

- Область расселения жизни охватывает всю поверхность планеты, литосферу на глубину около 3 км, океан и его дно (примерно до 500м вглубь). Верхняя граница биосферы находится на высоте 20 – 25 км на уровне озонового слоя, защищающего все живое от жесткого ультрафиолетового излучения. Выше случайно залетают только споры бактерий и грибов.
- Масса биосферы составляет 0,05 % массы Земли, объем – 0,4 %. Но именно эта незначительная по размерам оболочка планеты есть область зарождения, развития и сохранения на протяжении миллиардов лет жизни в одной из точек Вселенной.



# Химическая эволюция на молекулярном уровне

- Очевидно, что из первичной смеси частиц могут образовываться самые разнообразные упорядоченные структуры (конечные продукты), но **преимущественное распространение получают те, для которых скорость процесса образования превышает скорость распада, т.е.** происходит конкуренция образовавшихся структур и отбор наиболее устойчивых.

- На определенном уровне развития микросистемы возникают автокаталитические процессы, благодаря которым повышается уровень обратных связей.
- Случайно появившаяся молекула катализатора начинает управлять ходом химического процесса и воспроизводить себе подобные молекулы.

- Как и в случае простейших химических реакций, здесь наблюдается конкуренция различных автокаталитических процессов, исход которой определяется скоростью синтеза и энергетикой.

- По некоторым оценкам, сегодня насчитывается около 300 тысяч неорганических и шести миллионов органических соединений, созданных природой. Основу органики составляют всего шесть элементов-органогенов: **углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера**. Их доля в структуре органических соединений составляет 97%..

- Появление автокаталитических реакций и повышение уровня информационных связей повысило скорость упорядочения материи и образования все более сложных, информационно насыщенных соединений.
- Автокаталитические системы со временем становятся основой простейших самоорганизующихся биохимических систем.

# Циклическая организация процессов

- Первичная химическая реакция дает продукт, который становится исходным для последующей реакции и в то же время является катализатором для первой реакции и управляет ее развитием. С реакцией второго уровня происходит аналогичный процесс. Над первым циклом как бы надстраивается второй и управляет первым. Конечный продукт второго цикла становится исходным продуктом для третьего и т.д.

# Гиперциклы Эйгена

- Процессы, протекающие на вышележащем уровне, управляют процессами нижележащего уровня. Создается пирамида (иерархия) циклов, управление которыми осуществляется по принципу обратной связи. Такую структуру немецкий ученый М. Эйген назвал гиперциклом.
- По всей вероятности, образование циклов и их организация в гиперциклы, как и вообще самоорганизация систем, были необходимым этапом в эволюции материи и переходе от косного вещества к живому.