



**Волгоградский  
государственный  
университет**



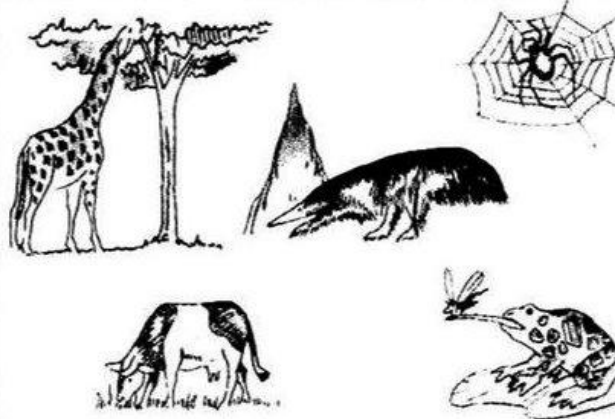

Институт естественных наук  
Кафедра биологии

# **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ**

Веселовская Екатерина Дмитриевна,  
Магистрант кафедры биологии ФГАОУ ВО ВолГУ  
*katya.veselovskaya@yandex.ru*

Волгоград, 2020

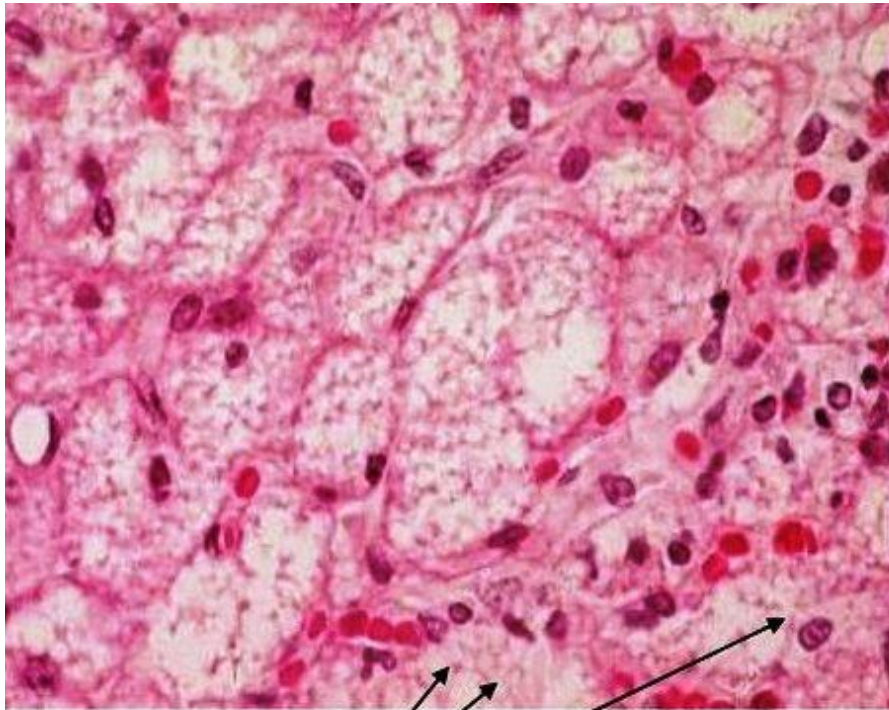
**Адаптация** (лат. adapto — «приспосаблию») — приспособление строения и функций организма, его органов и клеток к условиям внешней среды. Процессы адаптации направлены на сохранение гомеостаза. Изучение адаптации является одной из центральных общебиологических проблем.

	ЖИВОТНЫЕ	РАСТЕНИЯ
Приспособления к абиотическим факторам (холоду)	 <p>Перелет на юг</p> <p>Густая шерсть</p> <p>Зимняя спячка</p>	 <p>Опадение листьев</p> <p>Холодостойкость</p> <p>Луковицы</p>
Питание		 <p>Интенсивное развитие корней и корневых волосков для поглощения воды и биогенных веществ</p> <p>Широкие тонкие листья для поглощения солнечной энергии</p>

Чаще всего адаптации рассматриваются как приспособление на уровне морфо-анатомических признаков и тогда их можно отнести к разряду феноменологических (т.е. описательных) явлений. Понять особенности адаптивных проявлений, выявить определенные закономерности и исследовать механизмы формирования адаптаций можно только на основе конкретных данных о биохимических процессах, участвующих в воспроизведении адаптивных изменений.



При приспособлении организма к изменениям различных условий среды нередко наблюдаются однонаправленные и вполне соизмеримые изменения одних и тех же биохимических параметров. Оказывается, что адаптация организма к какому-либо одному фактору среды может способствовать приспособлению его к другим факторам, повышать устойчивость к ним. Это явление называют *перекрестной адаптацией*.

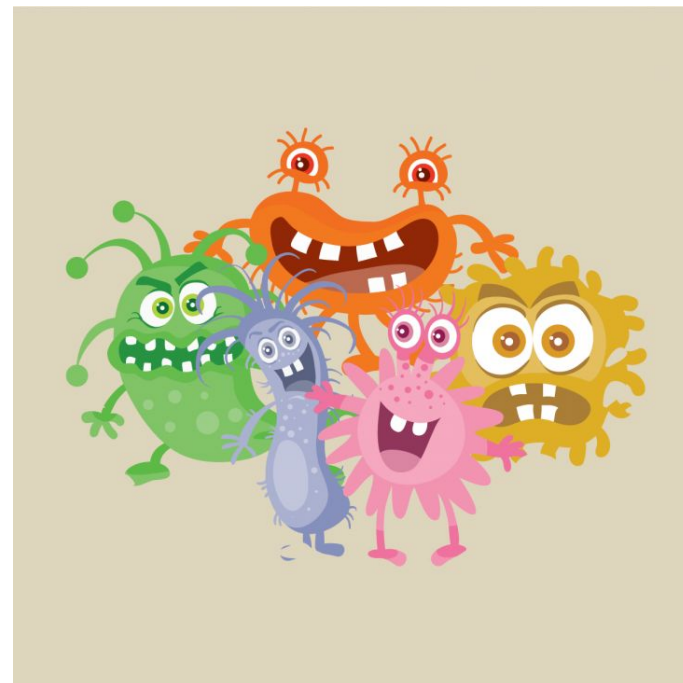


Бурые жир в клетках жировой ткани

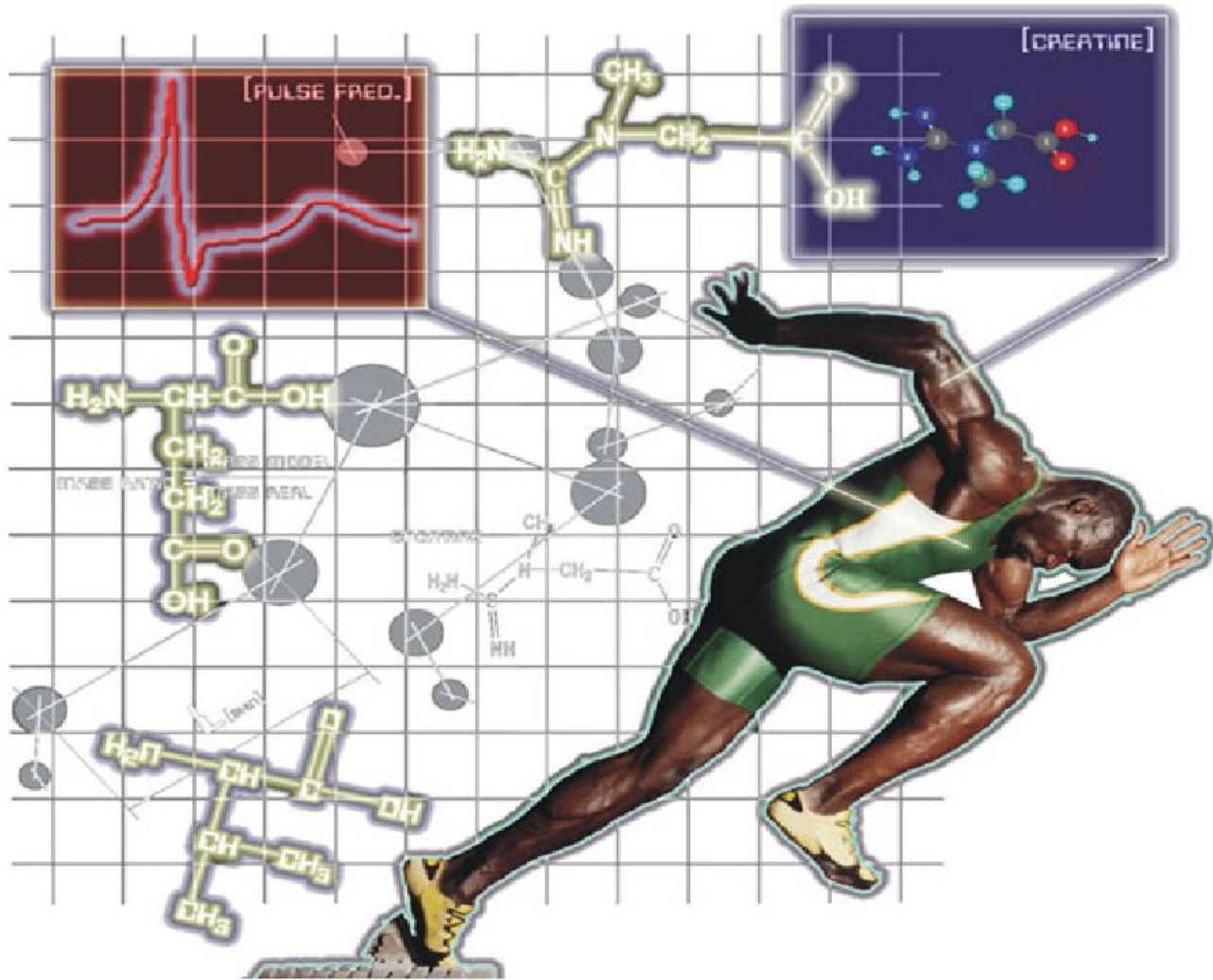
В отличие от обычного подхода к проблемам адаптации сосредоточим внимание на биохимических механизмах, которые определяют качественное и количественное своеобразие метаболических функций, ход процессов газообмена, постоянство внутриклеточной среды (рН, осмотического давления), необходимое для функциональной активности макромолекул, и использование доступных источников энергии. Эти виды биохимической адаптации можно рассматривать как «интериоризованные» механизмы, отличая от других, более привычных для нас форм биохимической адаптации, которые определяют специфику взаимодействия организма с окружающей средой.



Такие «экстериоризованные» формы биохимической адаптации включают процессы, определяющие защитную окраску, способность к биолюминесценции, выработку разного рода химических сигналов, химических средств защиты и нападения. Сюда же можно отнести случаи молекулярной мимикрии — образование у паразита антигенов, неотличимых от антигенов хозяина. Экстериоризованные формы биохимической адаптации формально аналогичны упомянутым выше столь заметным морфологическим, поведенческим и другим адаптивным признакам. В отличие от этого интериоризованные адаптации, которые будут в центре нашего внимания, обычно могут быть обнаружены лишь после «биохимической препаровки» организма.

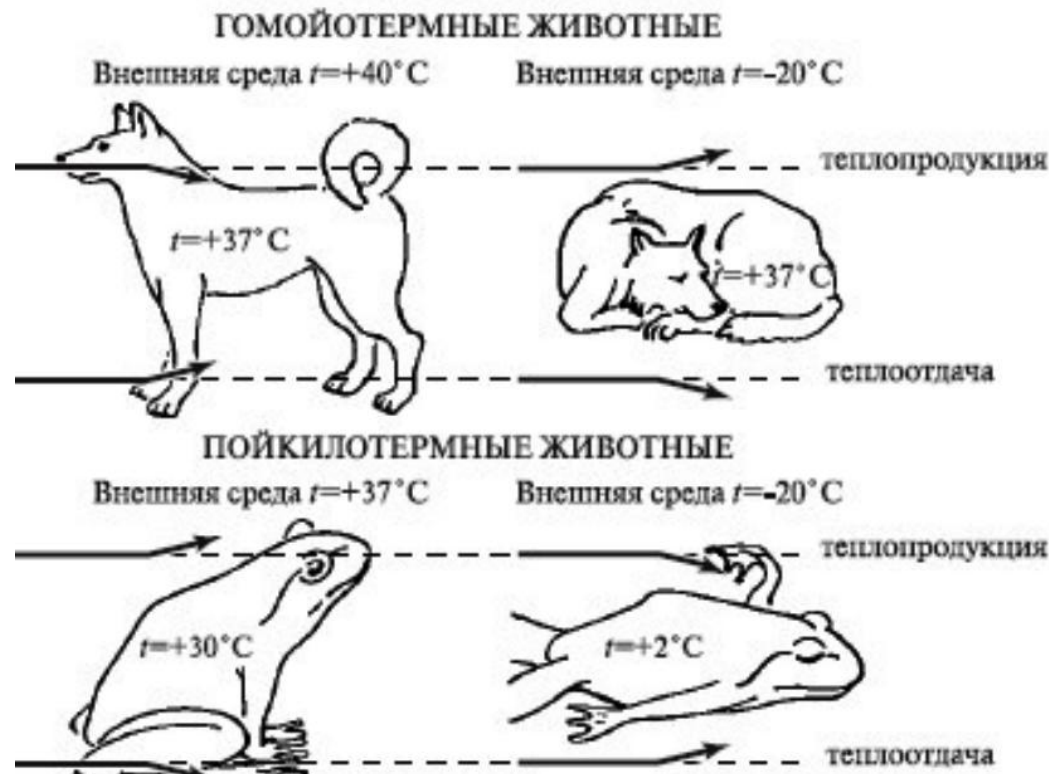


По определению П. Хочачка и Ж. Сомеро (1988) **биохимическая адаптация** — это совокупность биохимических и молекулярных механизмов приспособления живых организмов к различным, часто экстремальным условиям среды



В процессе эволюции у живых организмов выработались разнообразные приспособления, позволяющие регулировать обмен веществ при изменениях температуры окружающей среды. Это достигается двумя путями:

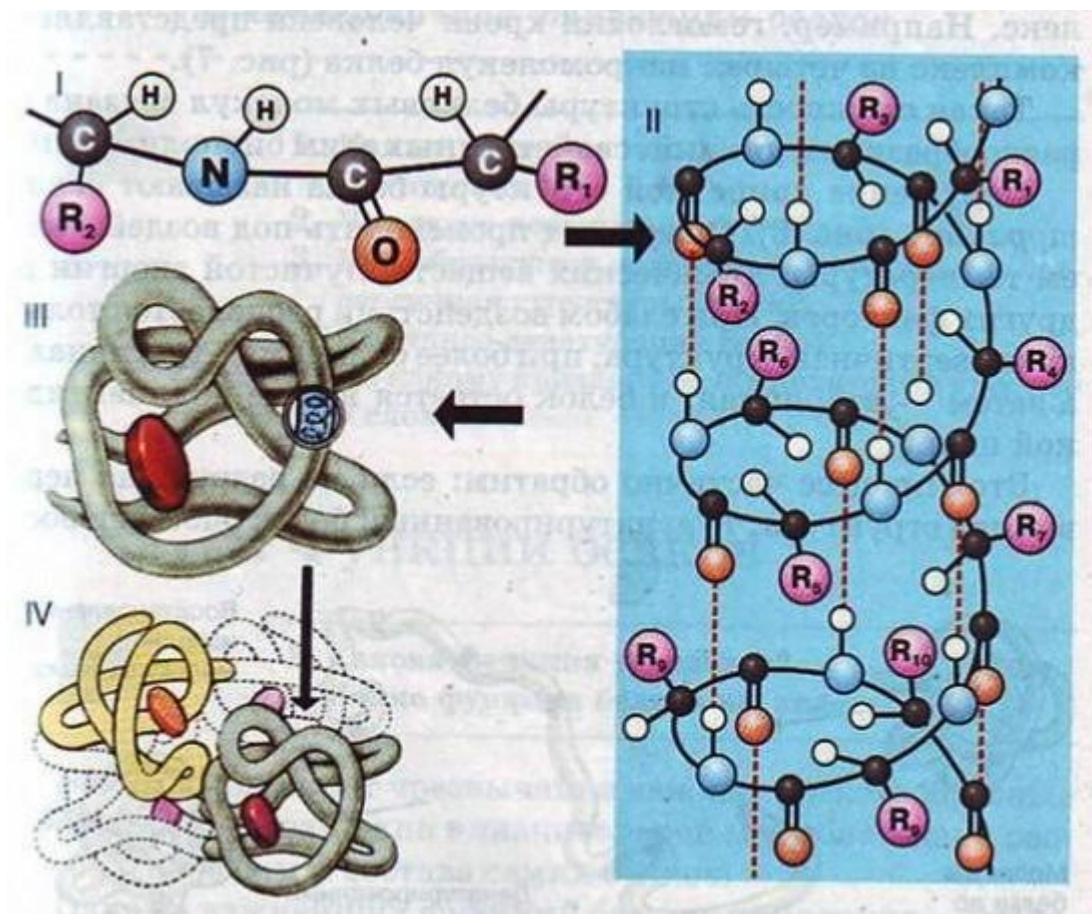
- 1) различными биохимическими и физиологическими перестройками (изменение набора, концентрации и активности ферментов, обезвоживание, понижение точки замерзания растворов тела и т. д.);
- 2) поддержанием температуры тела на более стабильном уровне, чем температура окружающей среды, что позволяет не слишком нарушать сложившийся ход биохимических реакций.





# Биохимическая адаптация выполняет в клетке следующие основные функции

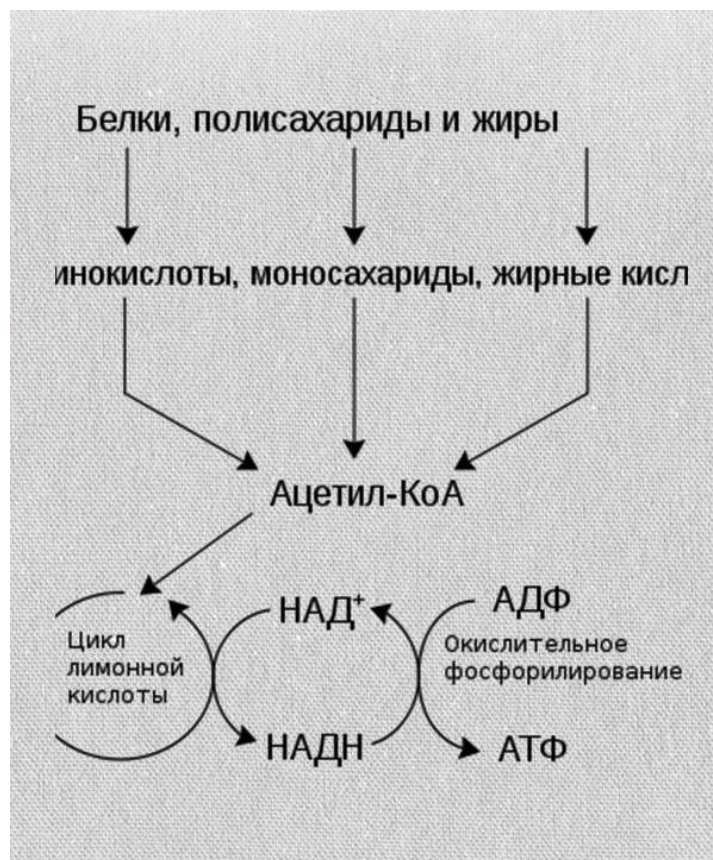
1. Поддержание структурной целостности макромолекул (ферментов сократительных белков, нуклеиновых кислот и др.) при их функционировании в специфических условиях.



## Биохимическая адаптация выполняет в клетке следующие основные функции

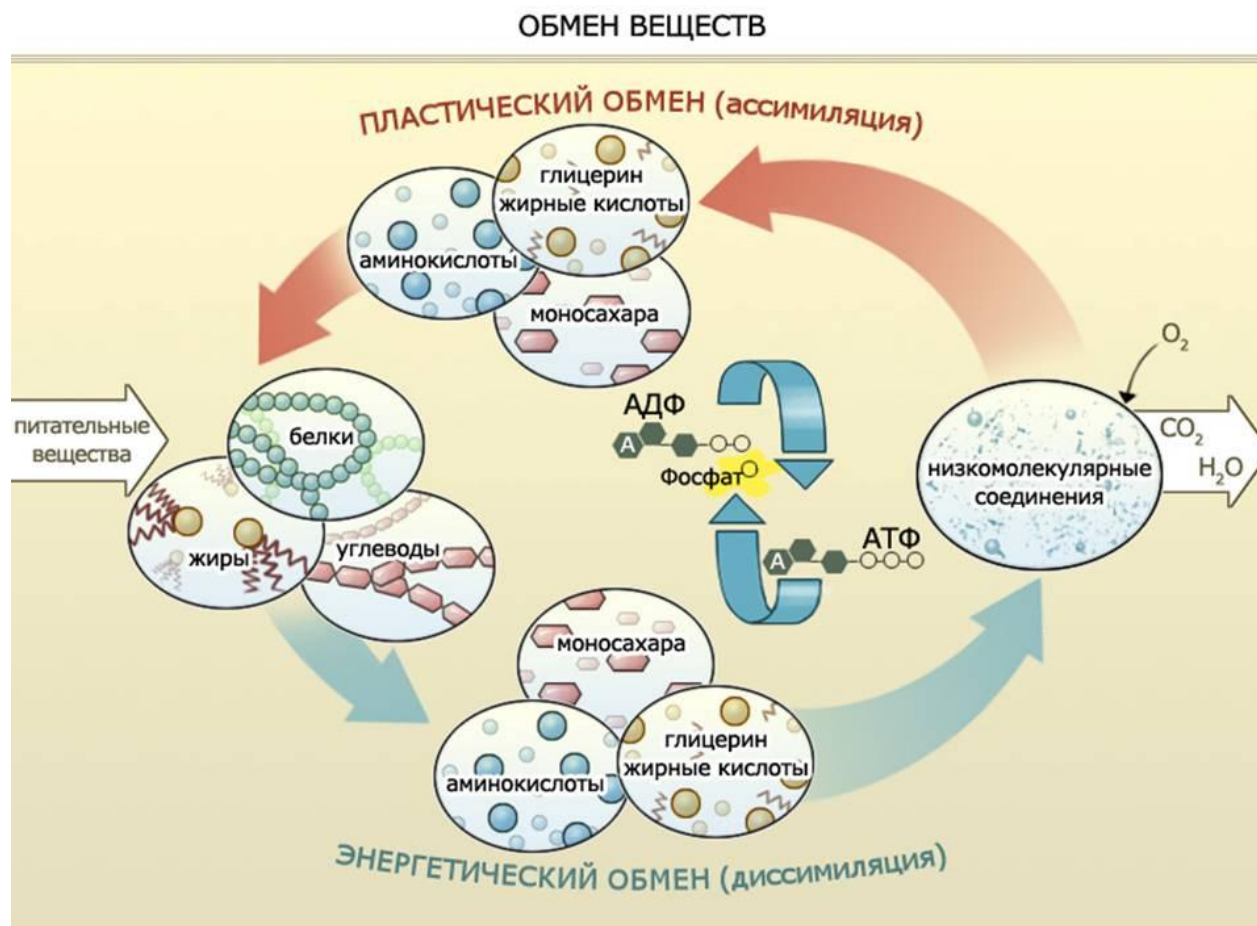
2. Достаточное снабжение клетки:

- а) энергетической валютой - аденозинтрифосфатом (АТФ);
- б) восстановительными эквивалентами, необходимыми для протекания процессов биосинтеза;
- в) предшественниками, используемыми при синтезе запасных веществ (гликогена, жиров и т.п.), нуклеиновых кислот и белков.



# Биохимическая адаптация выполняет в клетке следующие основные функции

3. Поддержание систем, регулирующих скорости и направления метаболических процессов в соответствии с потребностями организма и их изменениями при изменении условий среды.



Поразительно само это явление, в котором однотипность биохимического строения и процессов обмена веществ для всех представителей животного, растительного и даже микробного, миров обладает замечательной способностью проявляться в широком спектре видового и индивидуального многоцветья, создающего прекрасную и цельную картину из неповторимых черт, замечательных особенностей и уникальных возможностей для каждого живого существа на планете.



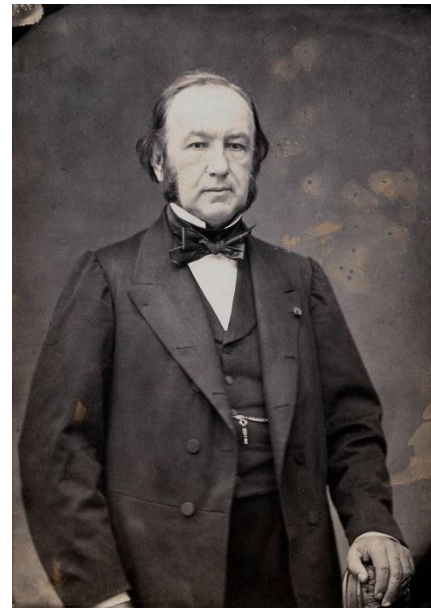
Еще более поражает то, что это большое количество комбинаций обеспечивается достаточно устойчивым, качественно ограниченным химическим составом, потому что жизнь существует благодаря широкому использованию одного элемента — углерода и его соединений с 5-6 другими элементами, а вся палитра белковой жизни состоит примерно из 20 аминокислот.



Концепция гомеостаза, зачатки которой можно обнаружить еще в работах Клода Бернара, т. е. более ста лет назад, получила в начале нашего века последовательное развитие в теории У. Б. Кэннона, согласно которой организмы способны поддерживать постоянство своей внутренней среды, несмотря на изменения окружающих условий. Очевидно, что конечный результат многих из упомянутых выше стратегий адаптации состоит именно в поддержании гомеостаза. В переводе на язык биохимии это означает, что скорости и направления биохимических реакций подвержены адаптивному регулированию. Для поддержания уровня глюкозы, например, необходима регуляция глюконеогенеза и гликолиза — противоположно направленных путей обмена.



У. Б. Кэннон



Клод Бернар

**Под стратегией адаптации** понимают функционально-временную структуру потоков информации, энергии, веществ, обеспечивающую оптимальный уровень морфофункциональной организации биосистем в неадекватных условиях среды.



Адаптивные  
механизмы

```
graph TD; A(Адаптивные механизмы) --> B(Приспособление макромолекулярных компонентов клеток или жидкостей организма.); A --> C(Приспособление на функциональном уровне); A --> D(Приспособление микросреды, в которой функционируют макромолекулы.);
```

Приспособление макромолекулярных компонентов клеток или жидкостей организма.

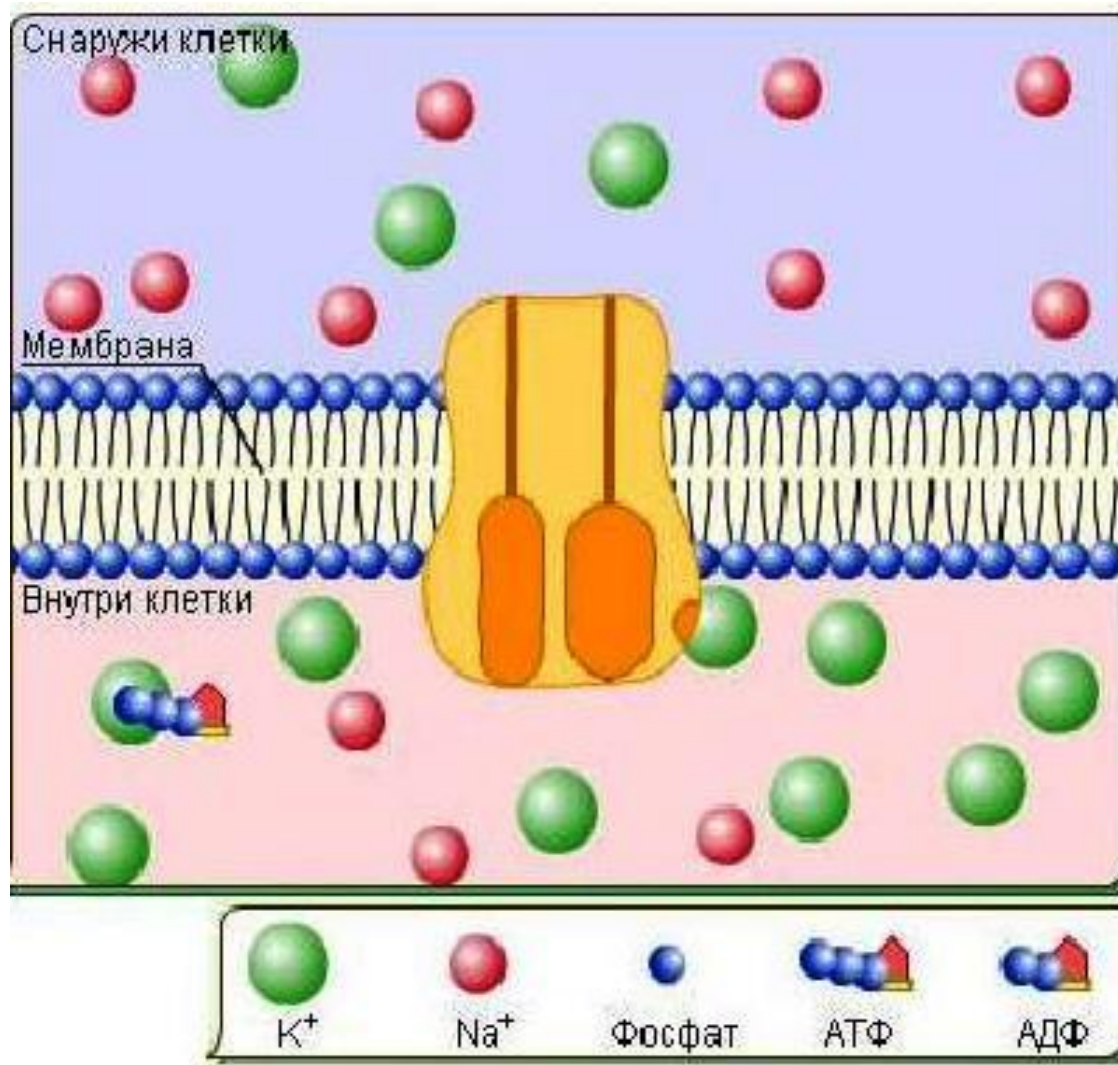
Приспособление на функциональном уровне

Приспособление микросреды, в которой функционируют макромолекулы.



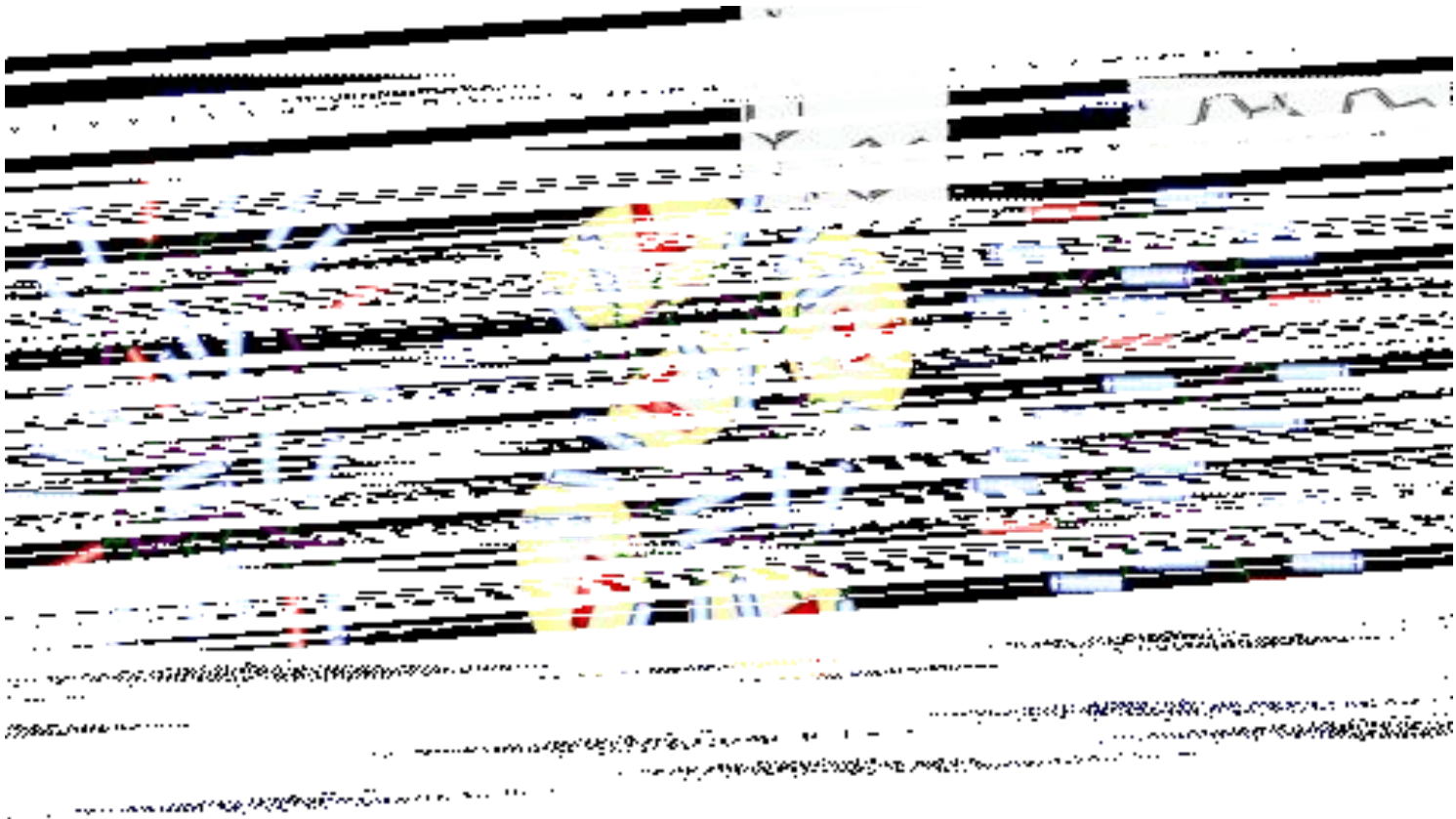
Приспособление макромолекулярных компонентов клеток или жидкостей организма. Можно выделить два вида такого приспособления:

- 1) изменяются количества (концентрации) уже имеющихся типов макромолекул, например ферментов;

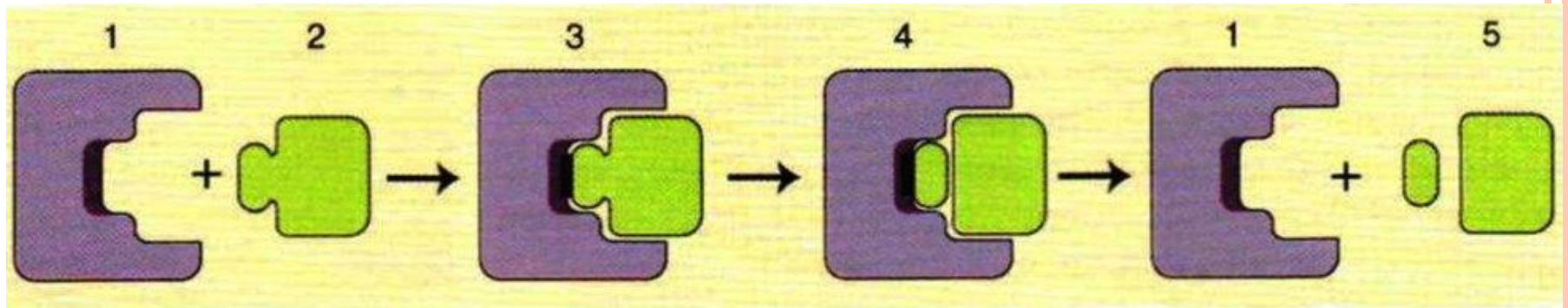


Приспособление макромолекулярных компонентов клеток или жидкостей организма. Можно выделить два вида такого приспособления:

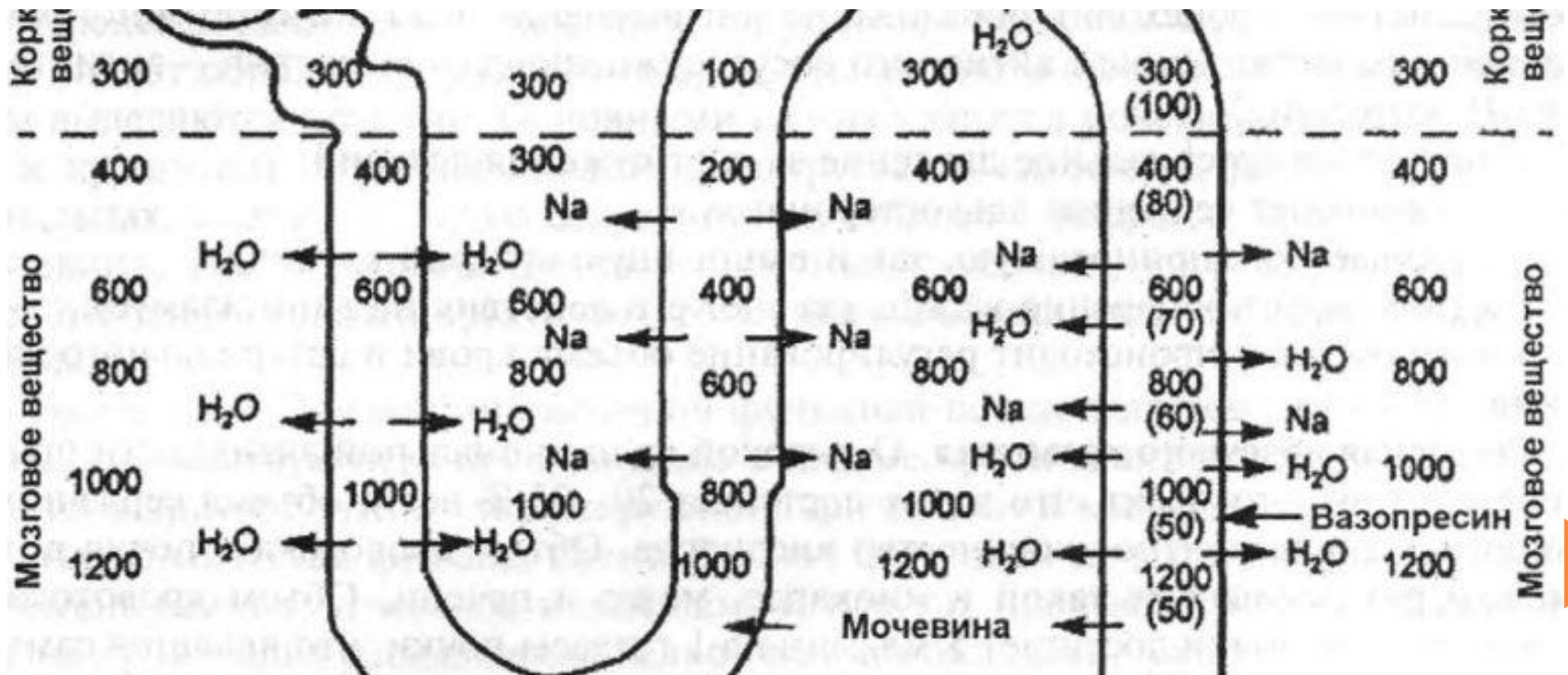
2) образуются макромолекулы новых типов, например новые изозимы или аллозимы, которыми замещаются макромолекулы, ранее имевшиеся в клетке, но ставшие не вполне пригодными для работы в изменившихся условиях. Ради простоты эти две стратегии адаптации можно называть соответственно «количественной» и «качественной» стратегиями.



Приспособление на функциональном уровне, когда изменение эффективности макромолекулярных систем, в особенности ферментов, не связано с изменением числа имеющихся в клетке макромолекул или их типов. Адаптацию в этом случае обеспечивает изменение в использовании уже существующих макромолекулярных систем — в соответствии с текущими локальными потребностями в той или иной метаболической активности.



Приспособление микросреды, в которой функционируют макромолекулы. Сущность этого механизма состоит в том, что адаптивное изменение структурных и функциональных свойств макромолекул достигается путем видоизменения качественного или количественного состава окружающей их среды (например, ее осмотической концентрации или состава растворенных веществ). Этот механизм, как мы увидим, имеет исключительно большое значение и дополняет макромолекулярную адаптацию.

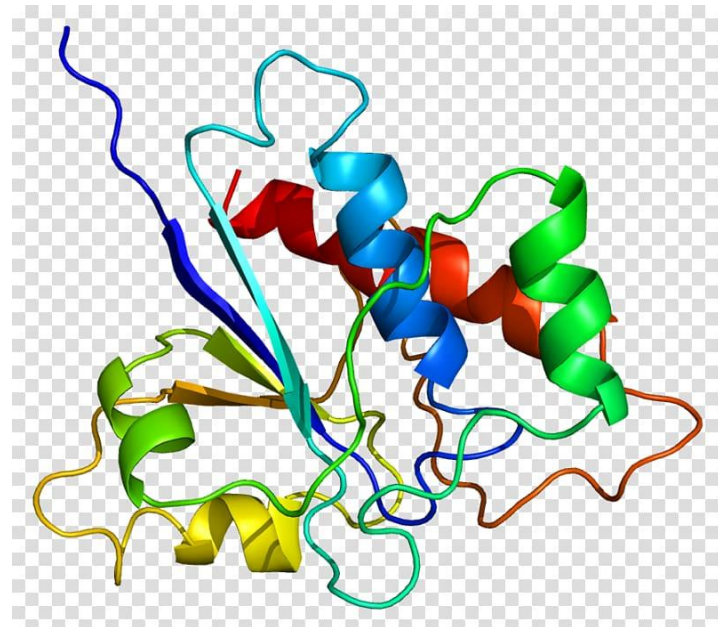
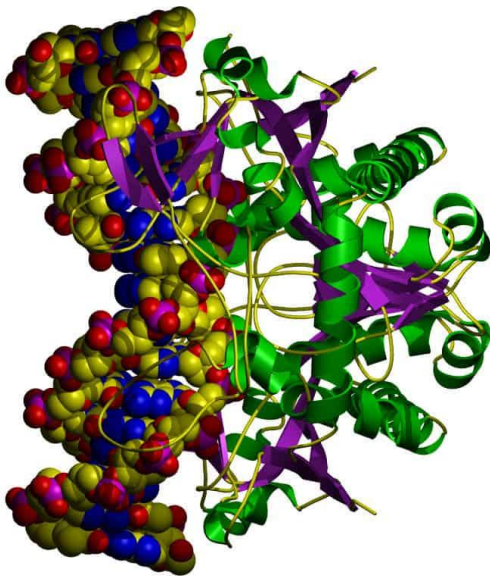


# Адаптивные изменения ферментных систем

2 главных функции ферментов: каталитическая и регуляторная.

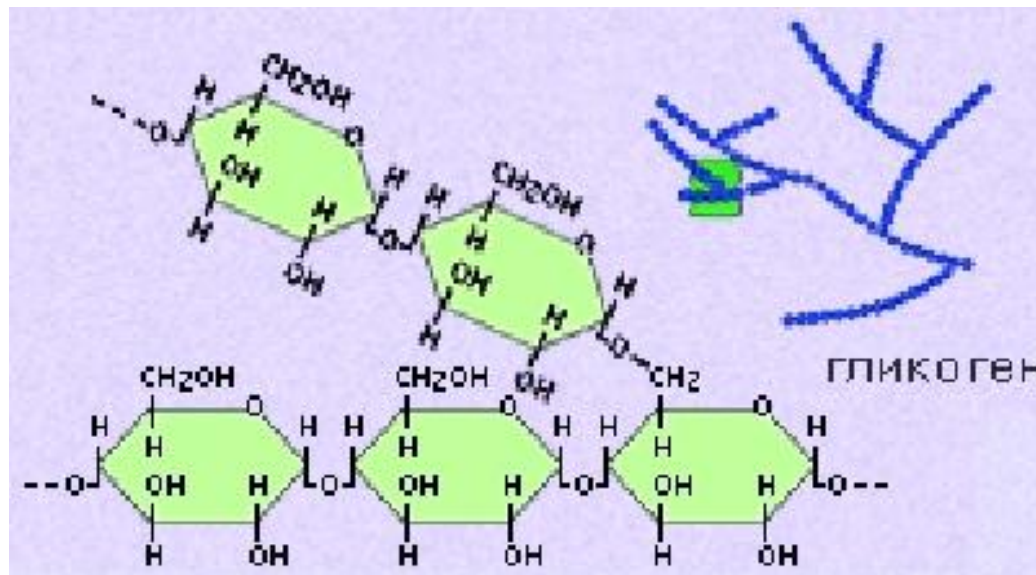
Причины, обуславливающие необходимость реализации адаптации за счет изменения набора ферментов или их концентрации:

1. изменение потребности организма при изменении окружающей среды или переход к новой стадии развития;
2. изменение физических факторов среды (температуры, давления и т. д.);
3. изменение химических факторов среды.



# Адаптации на уровне микроокружения макромолекул

- Важность осморегуляции.
- Выбор определенных типов растворенных веществ в качестве «осмотических эффекторов».
- Важность липидного окружения макромолекул.
- Обеспечение величины рН.
- При надлежащей регуляции микроокружения макромолекул для адаптации организма к изменениям внешней среды может не потребовать какого-либо изменения самих макромолекул.



# Адаптация путем изменения метаболической активности

Эта адаптация может быть ответом на:

1. изменение энергетических потребностей;
2. изменение в обеспеченности кислородом;
3. воздействие факторов, связанных с миграцией и голоданием;
4. изменение физических условий среды;
5. изменение гормонального статуса.



# Скорость биохимической адаптации

Чем больше времени предоставляется для адаптивных изменений, тем больше выбор возможных приспособительных механизмов.

Генетическая адаптация происходит на протяжении многих поколений. Происходят мутации в регуляторных генах, аминокислотные замены с образованием новых изоферментов, возникновение новых молекул



*Пример: появление гликопротеиновых полипептидных «антифризов» у морских костных рыб, живущих среди льдов.*



# Скорость биохимической адаптации

Акклиматизация отдельных особей при переходе к новому окружению с изменением нескольких параметров. Происходит на фенотипическом уровне.

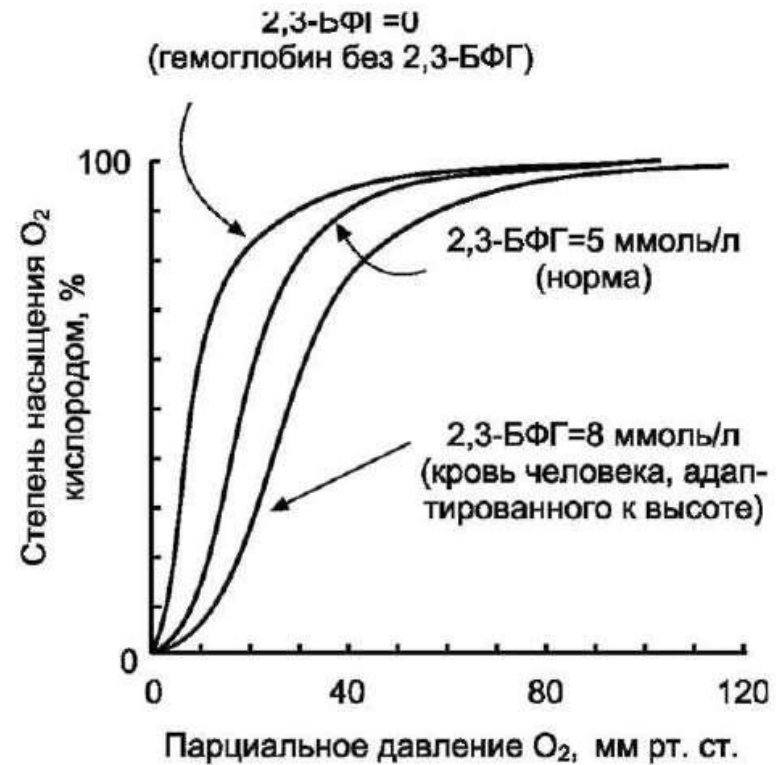


Рис. 1-39. Влияние различных концентраций 2,3-бисфосфо-глицерата на сродство гемоглобина к  $O_2$ .

Немедленная адаптация осуществляется нередко путем модуляции активности уже имеющихся генов.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**