

**ПРИОБРЕТЕННЫЙ  
(СПЕЦИФИЧЕСКИЙ)  
ИММУНИТЕТ**

**Антигены**

# Специфический иммунитет



Лимфоцит



Распознавание чужеродных  
макромолекул и  
непосредственное  
реагирование



Лимфоцит



Распознавание чужеродных  
макромолекул и выработка  
защитных белковых молекул  
(антител)

# Характерные особенности специфического иммунитета

## Специфичность

Синтез антител и формирование клонов лимфоцитов, способных взаимодействовать только с одной из множества чужеродных антигенных детерминант.

---

## Память

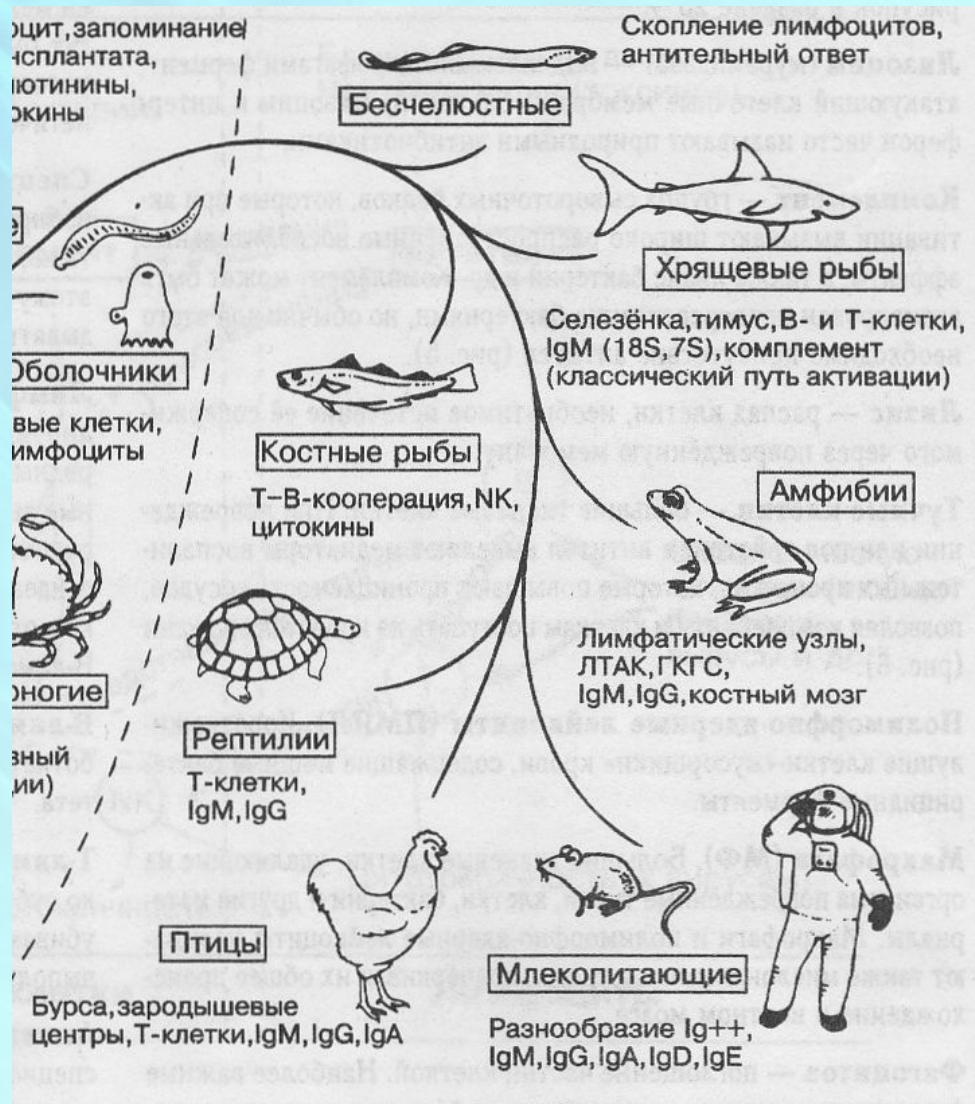
Способность сохранять память о первой встрече с антигеном и при повторной встрече с ним реагировать по усиленному типу.

---

## Индукцибельность

Усиленную продукцию соответствующих антител, а также нарастание и функциональное созревание специфического клона Т-клеток провоцирует контакт с *антигеном*.

# Эволюция иммунных механизмов у позвоночных





# АНТИГЕНЫ

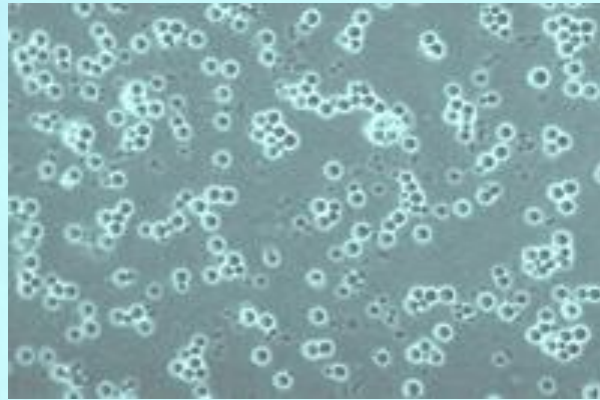
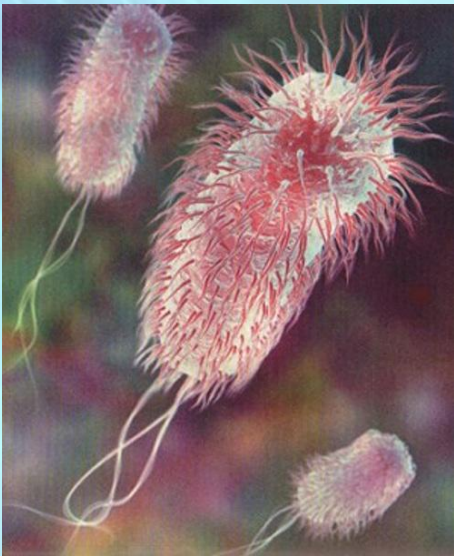
(англ. **antibody generator**) –



генетически чужеродные для данного организма макромолекулы (чаще всего белки), распознающиеся В- и Т-клетками и способные вызывать специфический иммунный ответ.

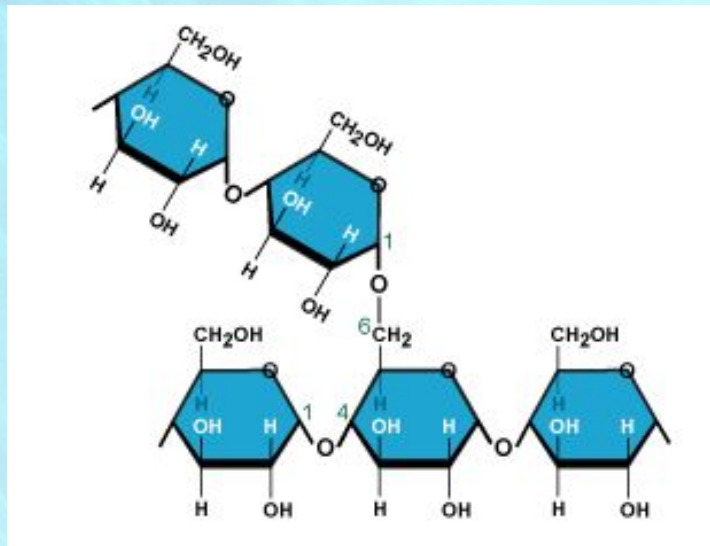
# Общепринятые названия антигенов

***Корпускулярные антигены*** – различные клетки и крупные частицы.

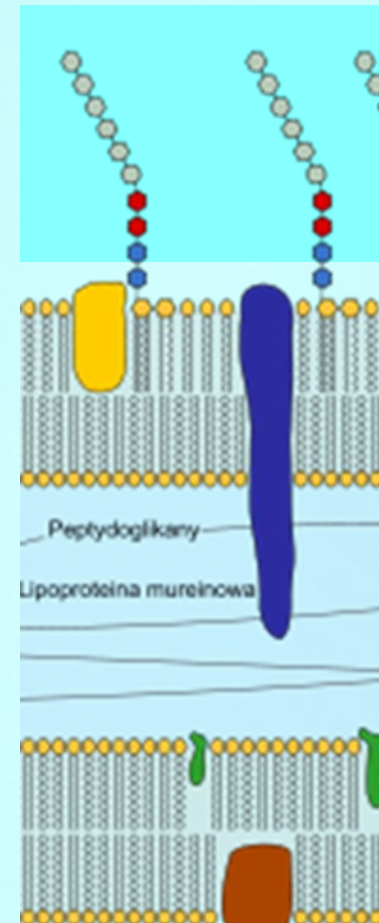


# Общепринятые названия антигенов

**Растворимые антигены** - белки, полисахариды, липополисахариды.



ЛПС

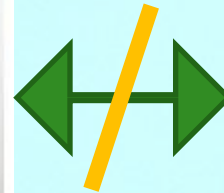
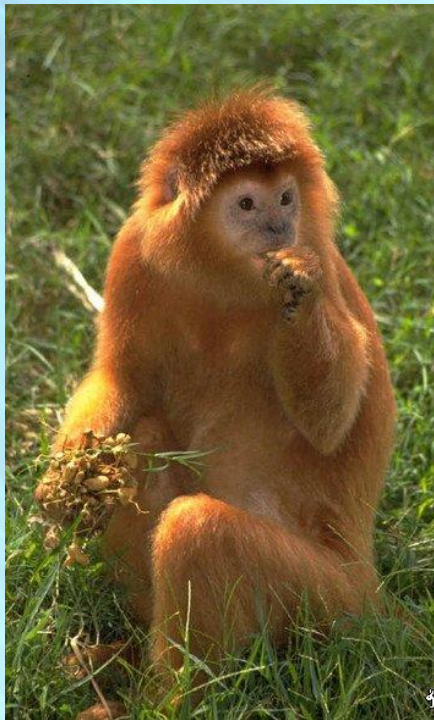




# Общепринятые названия антигенов

***Ксеноантигены*** – антигены тканей и клеток организмов разных видов.

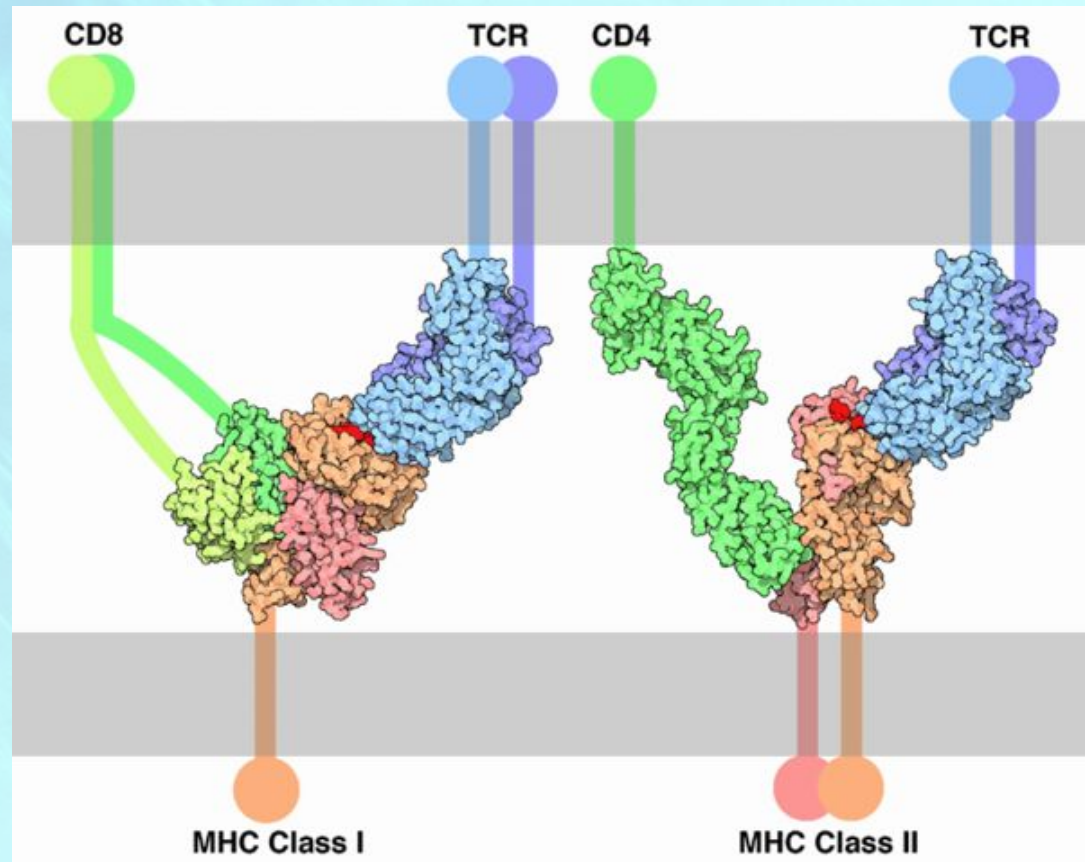
***Аллоантигены*** – антигены тканей и клеток разных организмов одного вида.

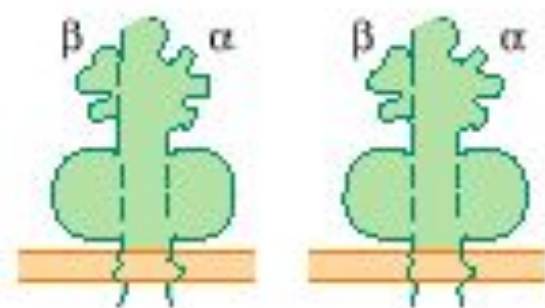




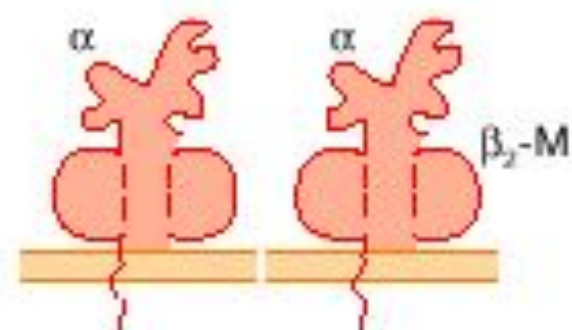
# Общепринятые названия антигенов

***Трансплантационные антигены*** – молекулы клеточной поверхности, контролируемые генами МНС.





II класс

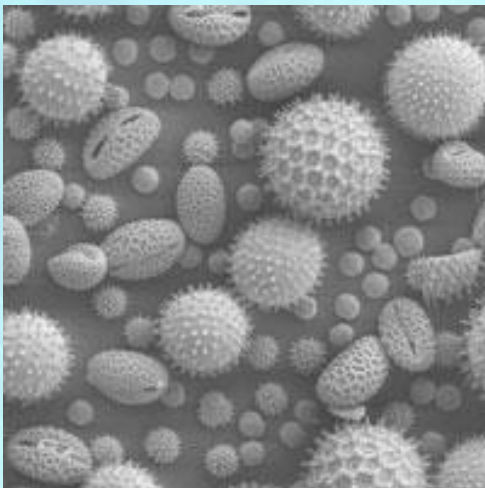


I класс

# Общепринятые названия антигенов

***Аутоантигены*** – антигены собственных клеток, полимерных молекул организма.

***Аллергены*** – антигены пищи, пыли, пыльцы растений, ядов насекомых, вызывающие повышенную реактивность организма.

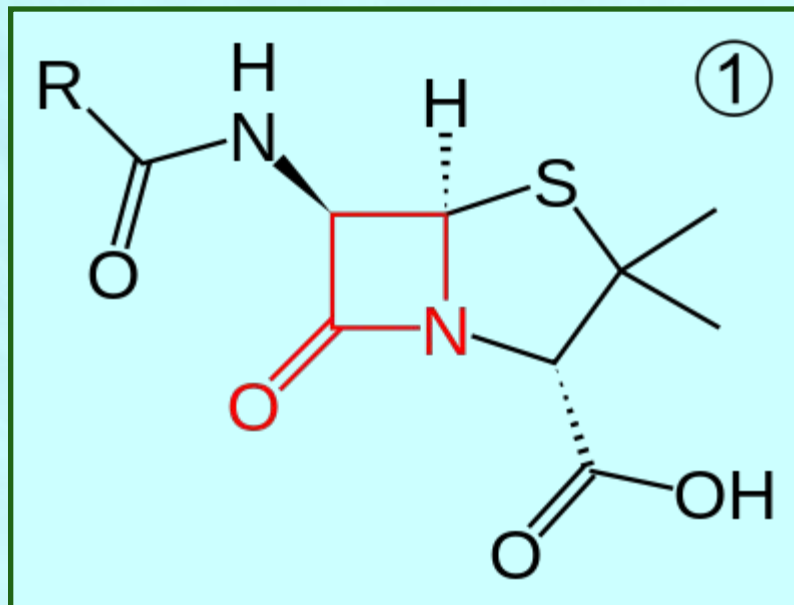




# Общепринятые названия антигенов

**Синтетические антигены** – искусственно синтезированные полимеры аминокислот, углеводов.

**Гаптены** – простые, низкомолекулярные химические соединения, в основном ароматического ряда.



# Основные характеристики антигена

**Антигенная  
специфичность**

способность взаимодействовать с предсуществующими специфическими антителами или рецепторами Т-клеток.

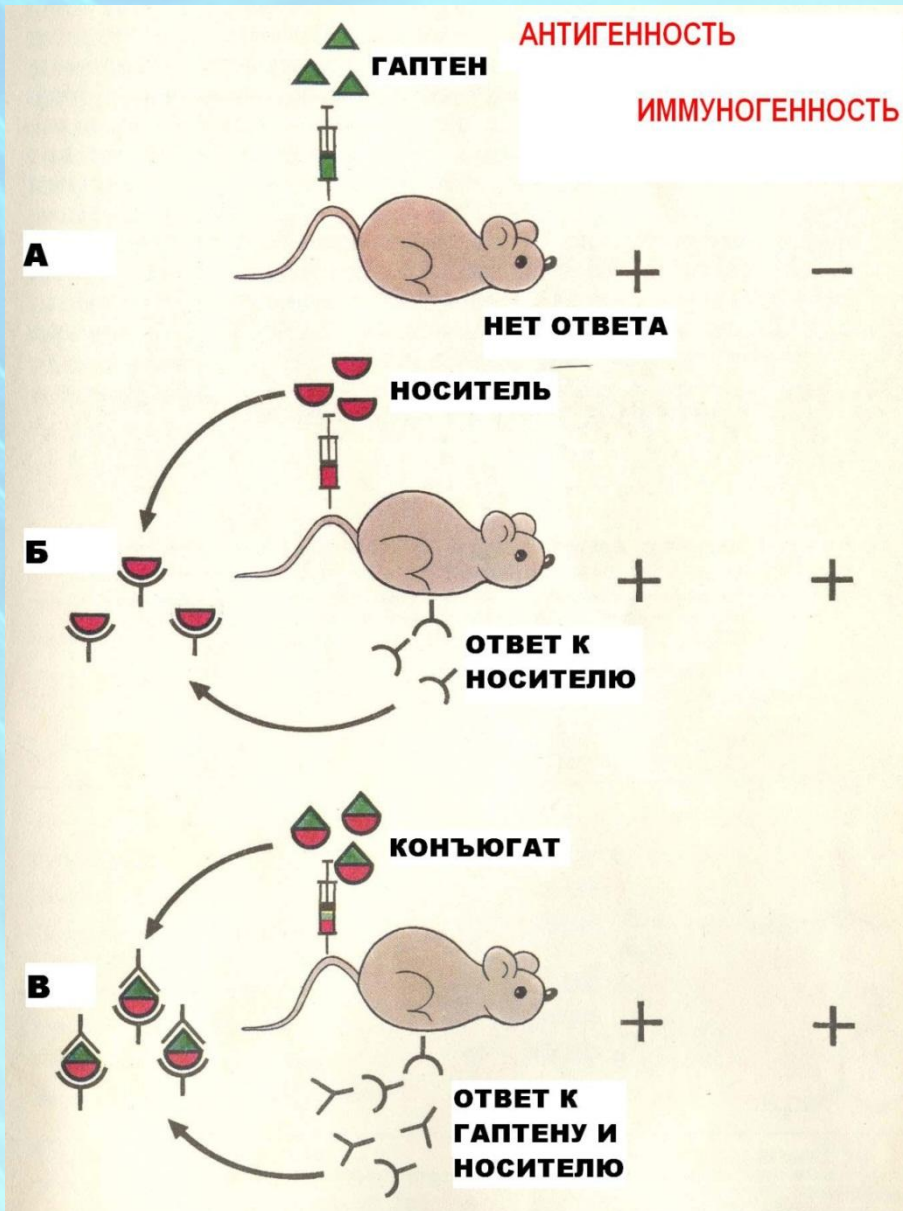
---

**Иммуногенность**

способность индуцировать иммунный ответ с направленным синтезом антител и образованием клеток-эффекторов.

---

# Антигенность и иммуногенность





**АНТИГЕН** – ЛЮБАЯ СУБСТАНЦИЯ, СПОСОБНАЯ СВЯЗЫВАТЬСЯ С АНТИТЕЛАМИ.

**ИММУНОГЕН** – ЛЮБАЯ СУБСТАНЦИЯ, ПОПАДАНИЕ КОТОРОЙ В ОРГАНИЗМ ВЫЗЫВАЕТ ИММУННЫЙ ОТВЕТ.

- ПАТОГЕНЫ (БАКТЕРИИ, ВИРУСЫ, ПРОСТЕЙШИЕ, ГЕЛЬМИНТЫ)
- ТРАНСФОРМИРОВАННЫЕ КЛЕТКИ
- БЕЛКИ
- ПОЛИСАХАРИДЫ И ЛИПОПОЛИСАХАРИДЫ
- СЛОЖНЫЕ ЛИПИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

**ГАПТЕН** – НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ, НЕ ОБЛАДАЮЩЕЕ ИММУНОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ, НО ВЫЗЫВАЮЩЕЕ ВЫРАБОТКУ АНТИТЕЛ ПРИ КОНЪЮГАЦИИ С БЕЛКАМИ.

# **Факторы иммуногенности:**

**Чужеродность**

**Молекулярная масса**

**Химические особенности**

**Генотип организма (Ir-гены  
МНС)**

**Доза антигена**

**Способ введения антигена**

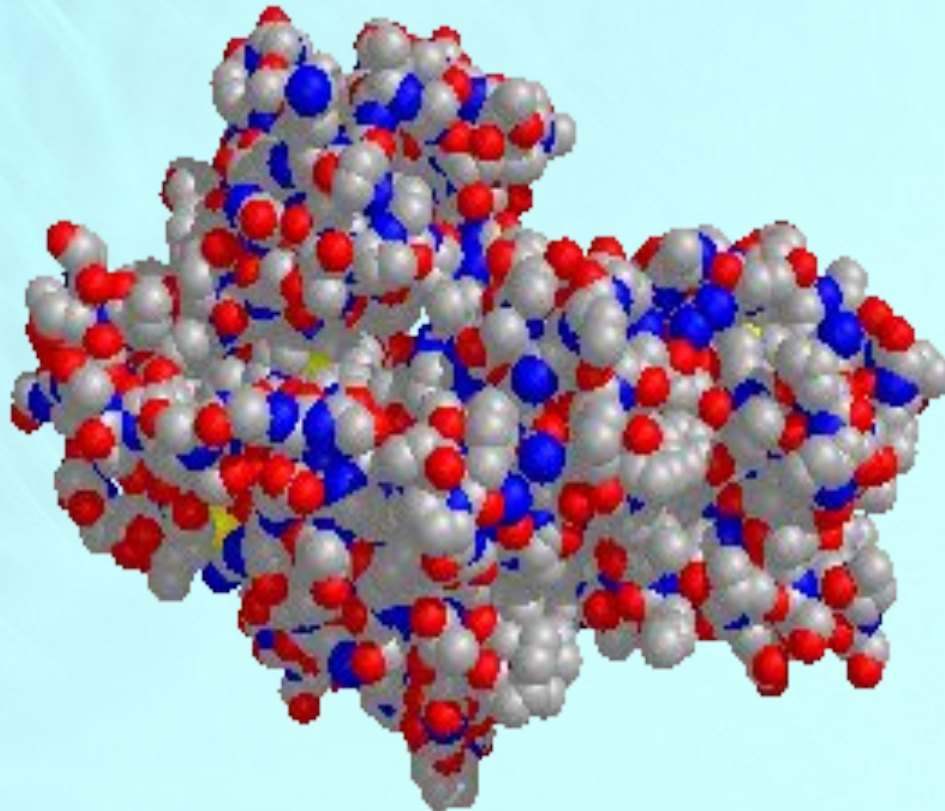
**Чужеродность** – отсутствие аналогичных субстанций в реагирующем организме.



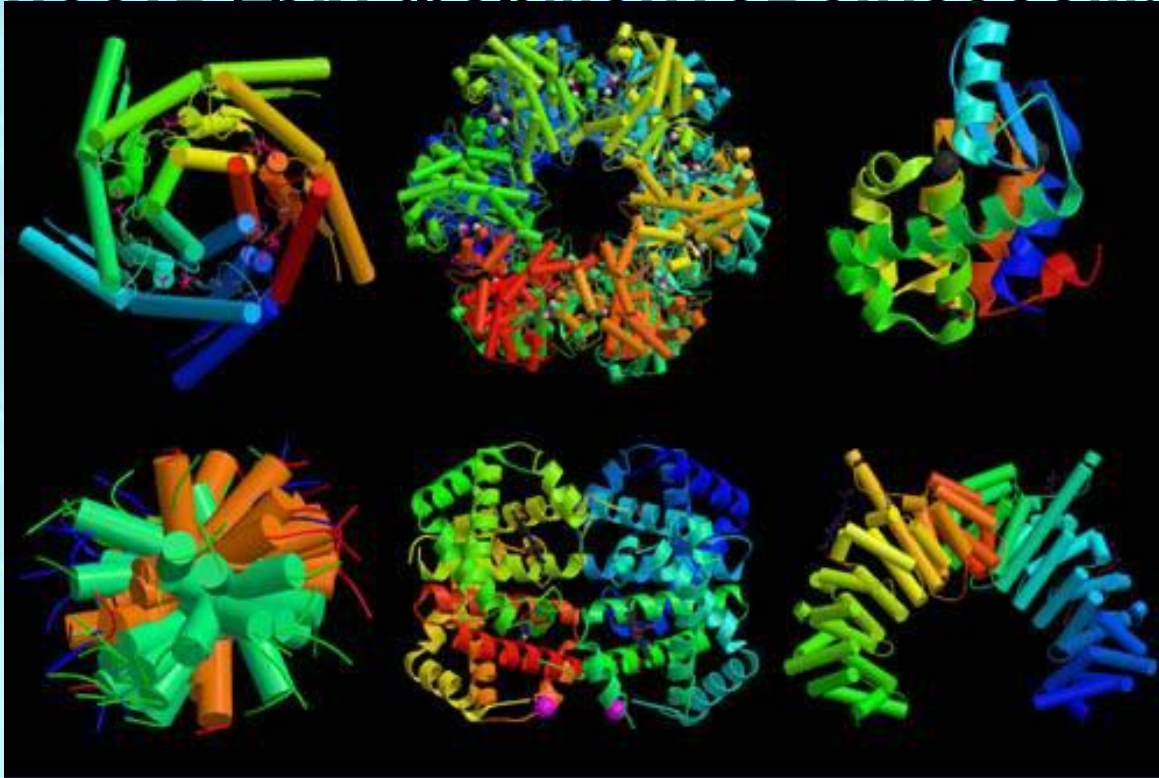


## Молекулярная масса антигена.

Наименьшая молекулярная масса у иммуногенов составляет  $\approx 10$  кД.



**Химические особенности антигена** – конфигурация белка, содержание и последовательность аминокислот в нем. Химическое строение антигена определяет его доступность для ферментов лизосом.

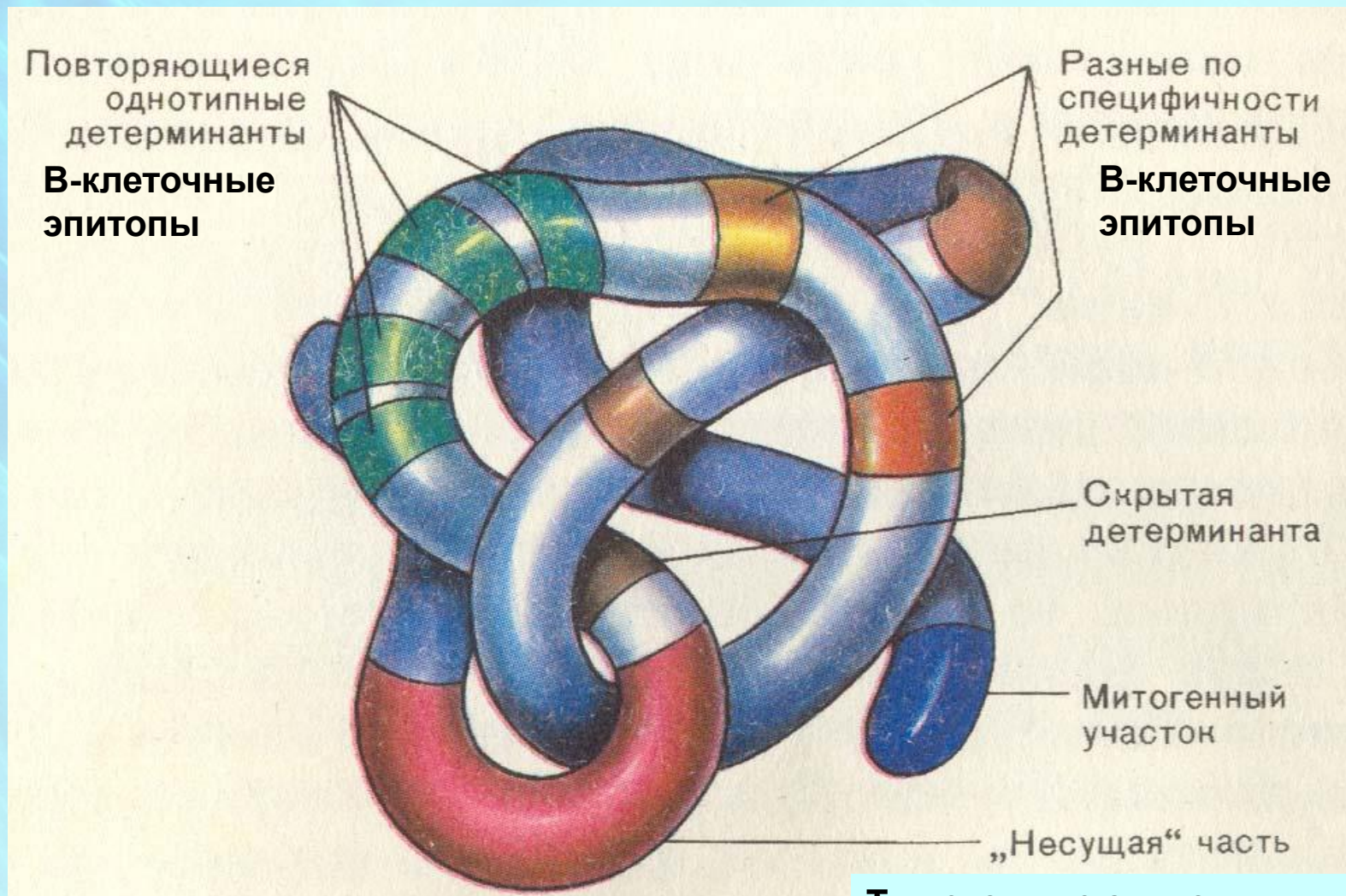


# Факторы, определяющие иммуногенность белков

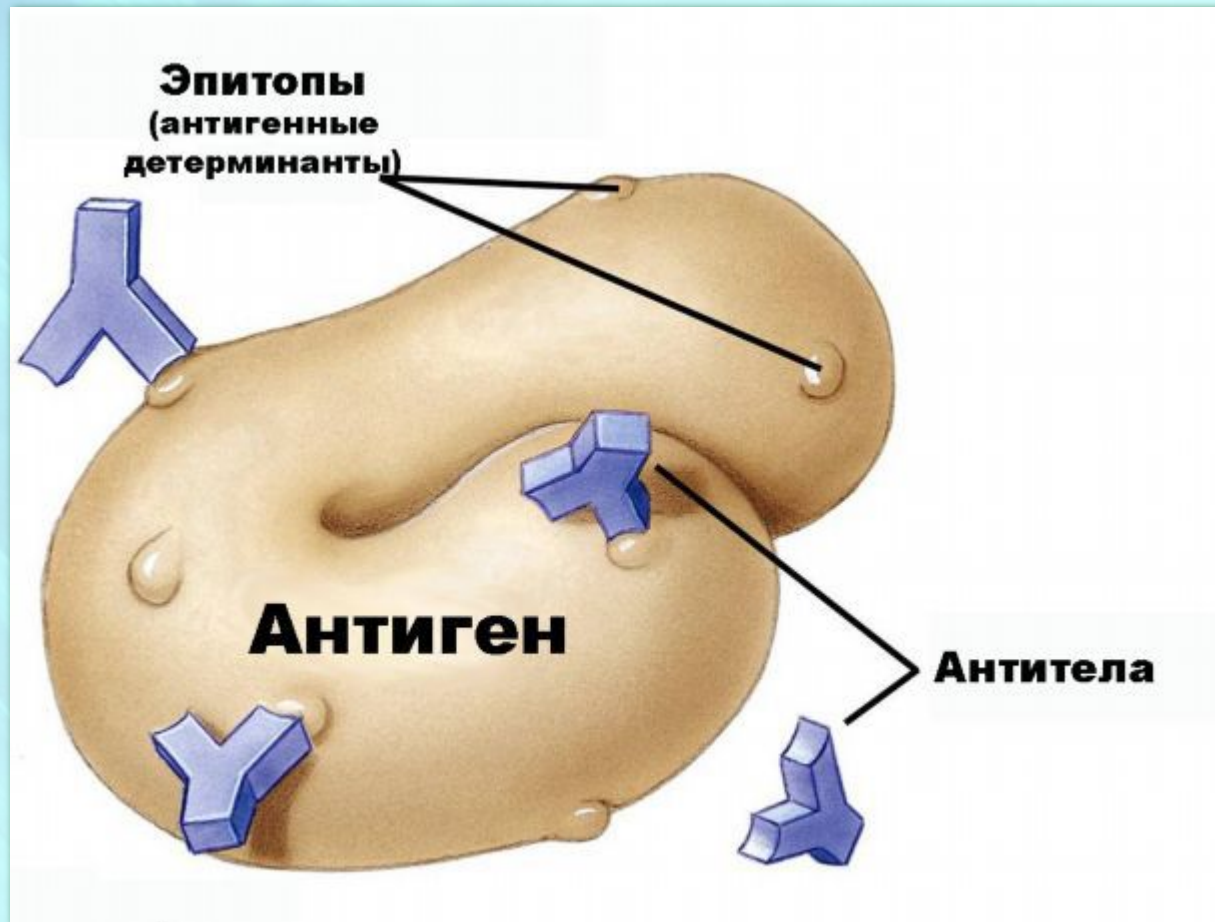
Параметр	Увеличивающие	Уменьшающие
Чужеродность	Сильные различия	Слабые различия
Масса	> 10 кДа	< 10 кДа
Состав	Сложный	Простой
Форма	Корпускулярная	Растворимая
	Денатурированная	Нативная
Генотип организма	Полиморфизм по I $\alpha$ -генам (MHC)	
Доза	Средняя	Высокая или низкая
Способ поступления	Подкожно > внутривенно > через ЖКТ	



# Структура антигена



# На молекуле антигена могут находиться разные по специфичности эпитопы

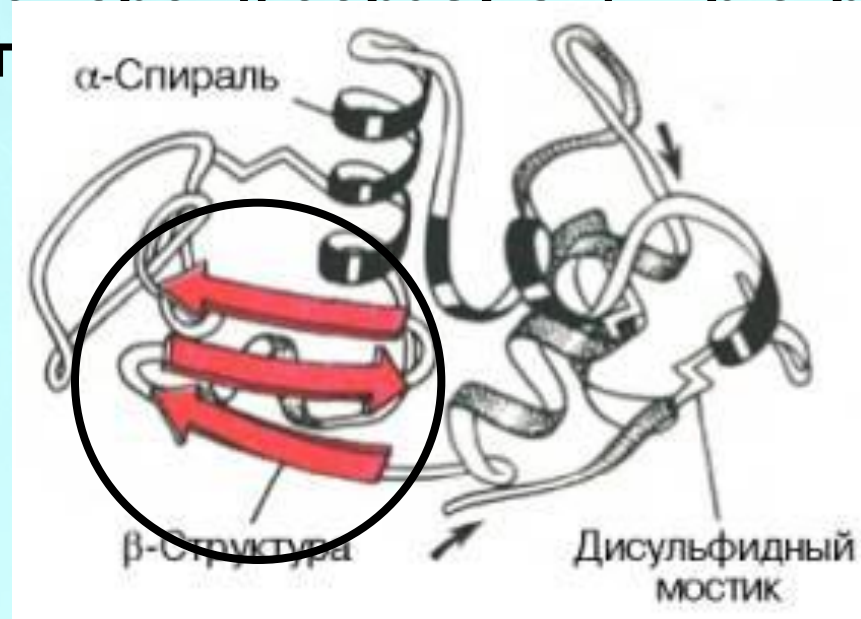
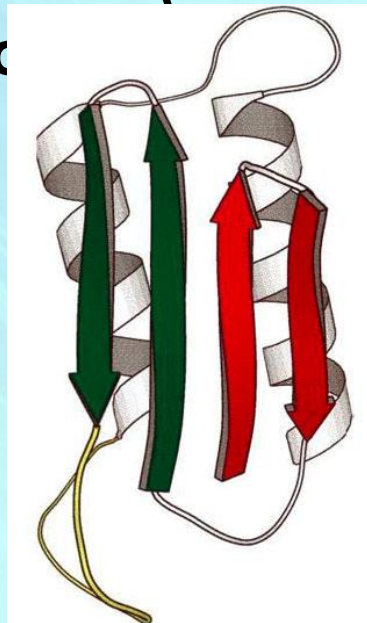




# В-КЛЕТОЧНЫЕ ЭПИТОПЫ

находятся, как правило, на поверхности молекулы антигена. Относятся к *конформационному* типу, т.е. обладают третичной структурой и составляют часть общей пространственной организации антигенной молекулы.

В состав эпитопа входят остатки гидрофильных аминокислот (6-8 мономеров), образующих  $\beta$ -структуру пептидных

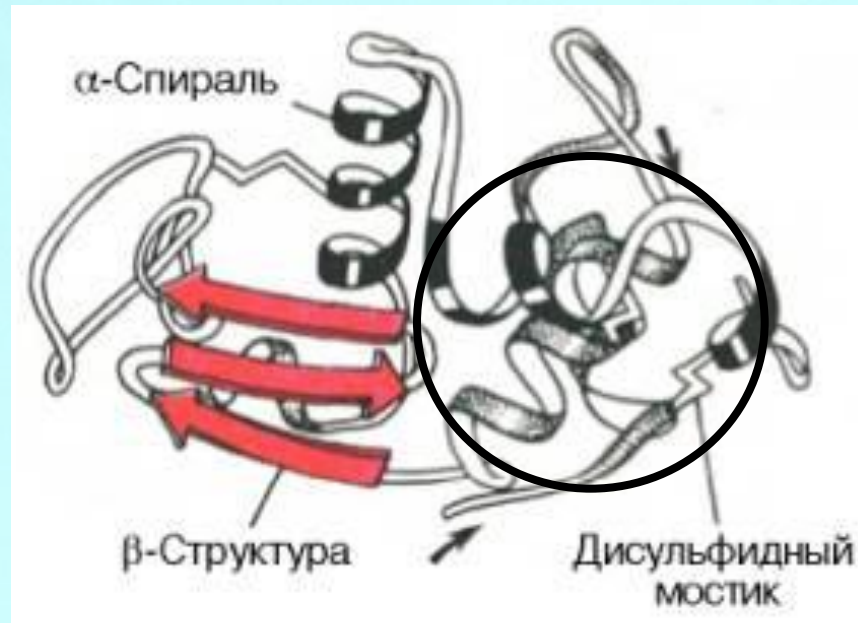
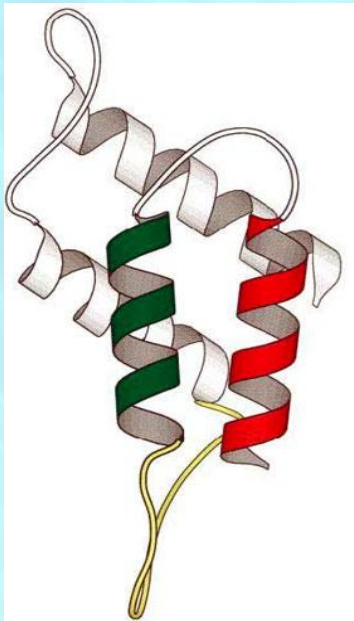




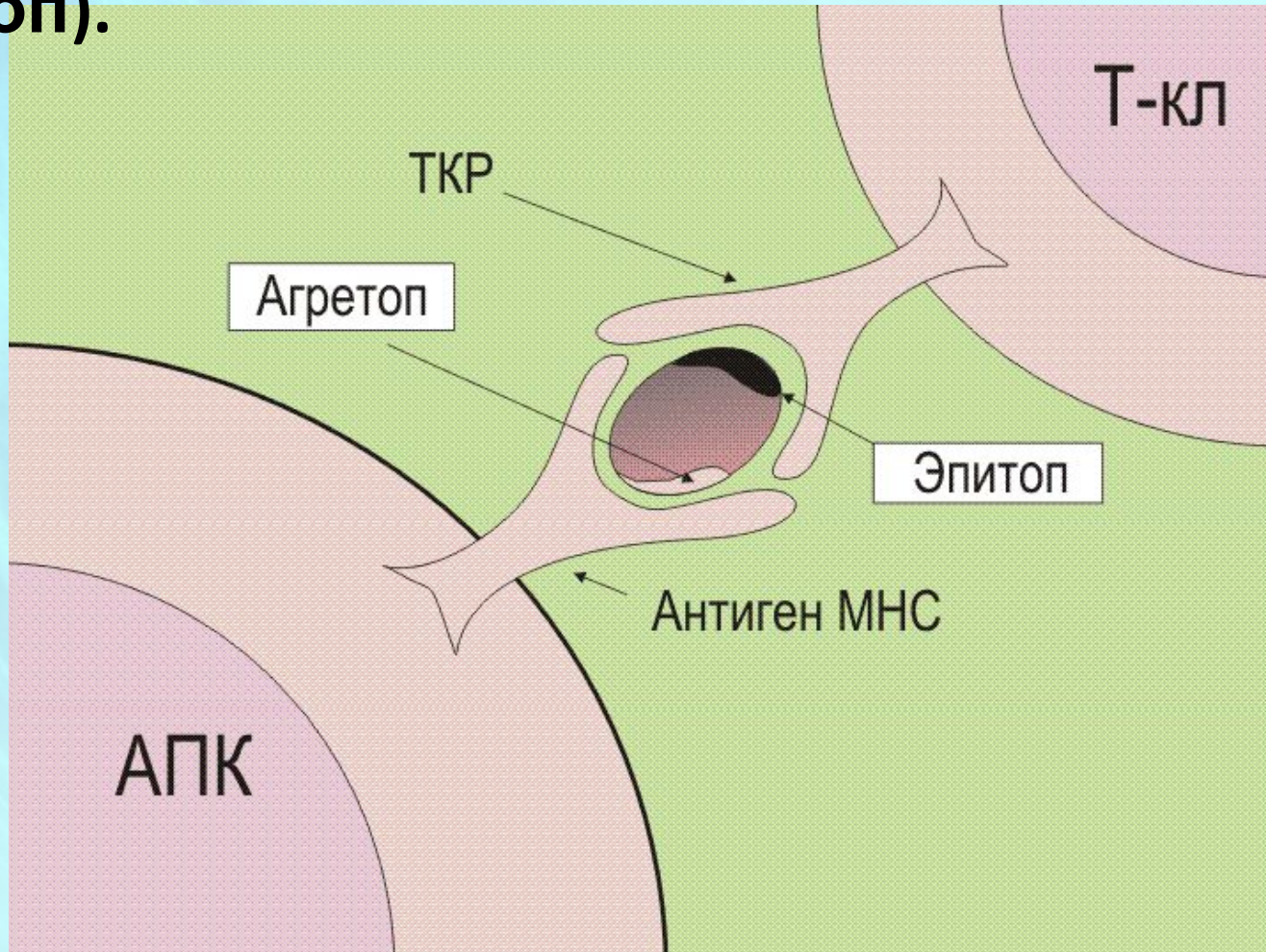
# Т-КЛЕТОЧНЫЕ ЭПИТОПЫ

находятся, как правило, внутри свернутой молекулы антигена. Относятся к *линейному* типу, т.е. представляют собой линейную последовательность аминокислотных остатков (11-16 мономеров).

В состав Т-клеточного эпитопа входят остатки гидрофильных и гидрофобных аминокислот, которые чередуются друг с другом и образуют  $\alpha$ -спираль.



Помимо детерминант, распознаваемых ТКР, антигенный фрагмент включает участок, взаимодействующий с молекулами МНС (агретоп).





# Классификации антигенов

*по участию T-клеток в иммунном ответе:*

- **Тимусзависимые (TD) антигены**

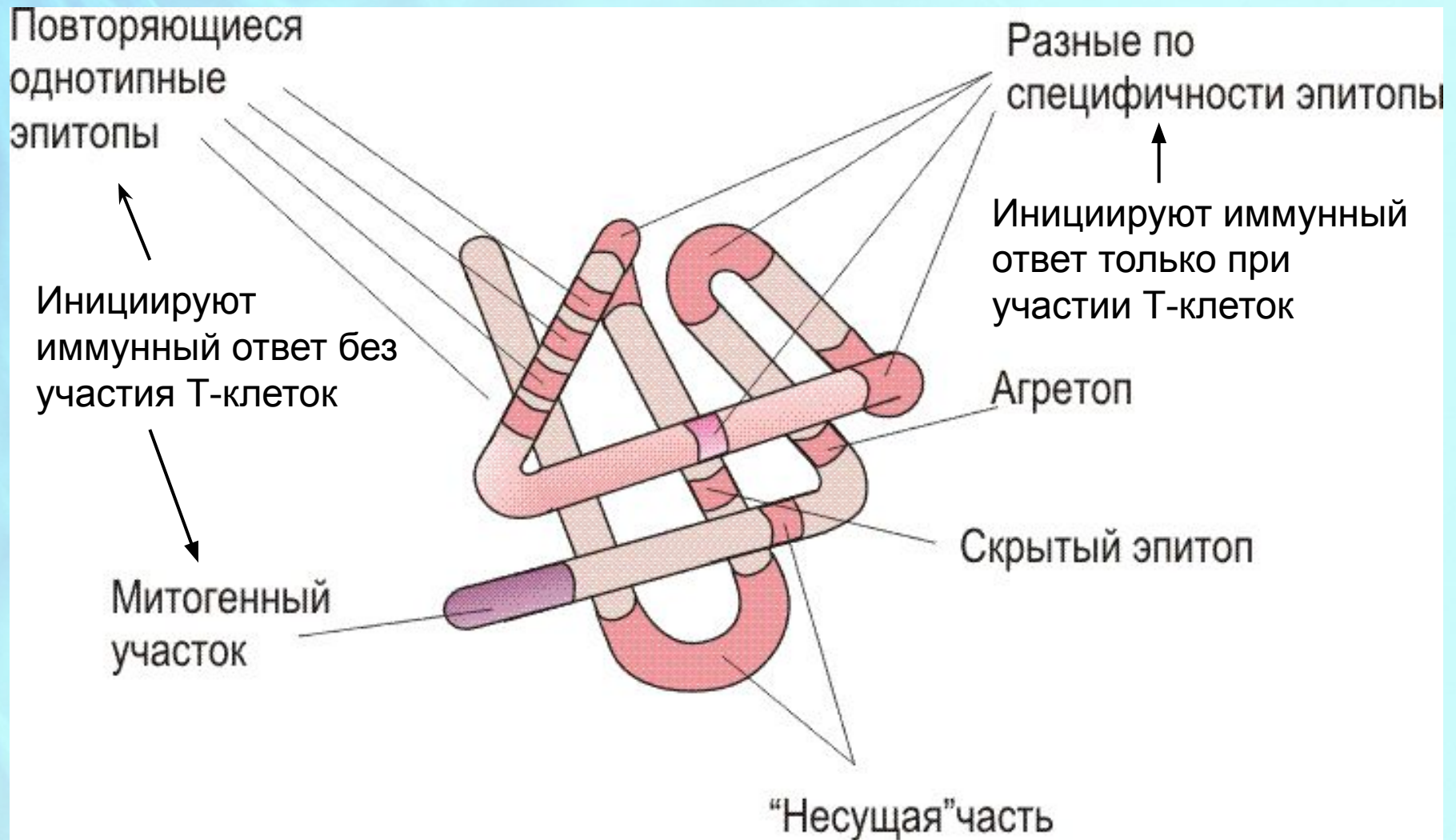
белки и полипептиды (альбумины, глобулины, бактериальные белки, эритроциты, синтетические полипептиды);

- **Тимуснезависимые (TI) антигены**

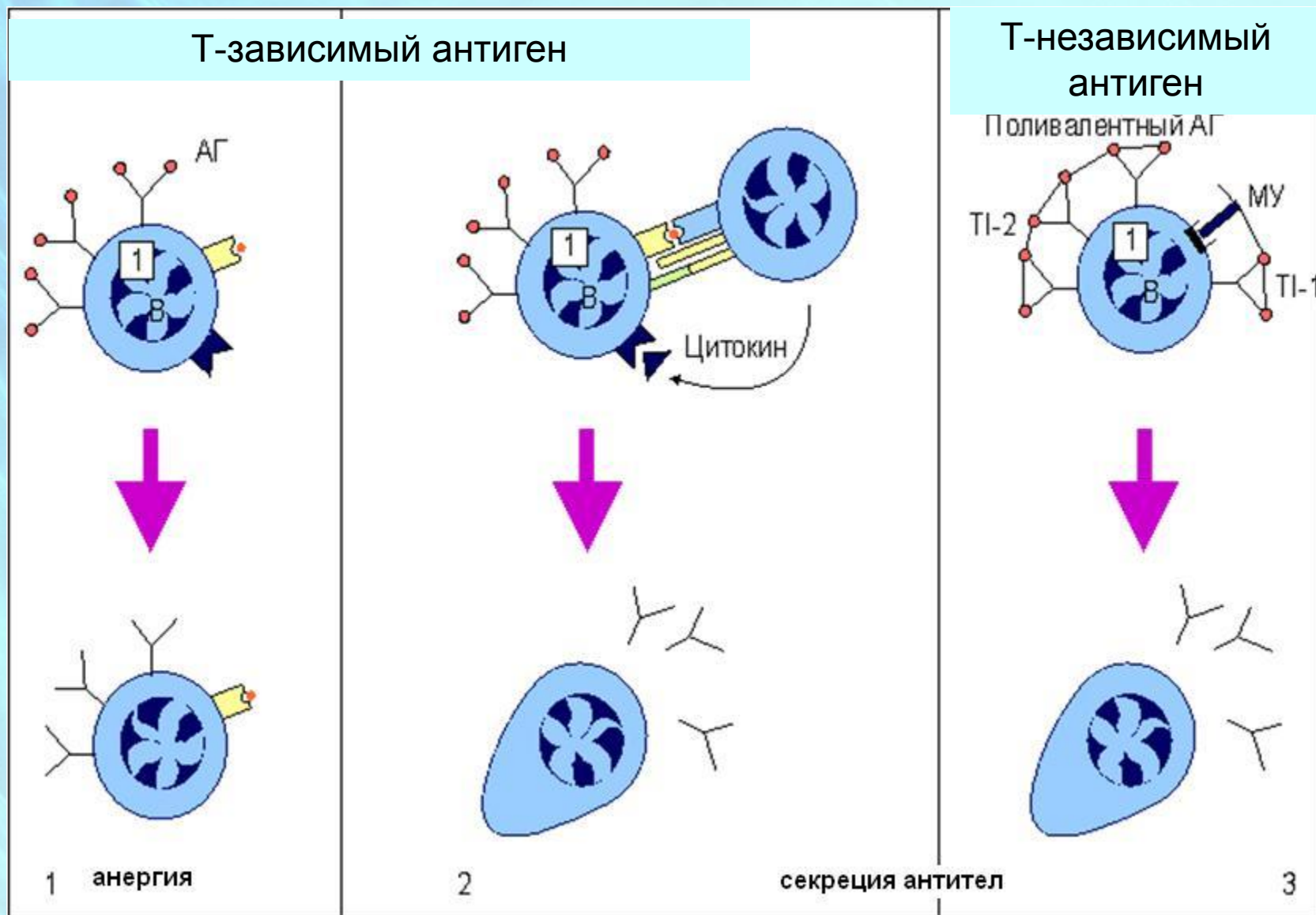
высокополимерные белки (флагеллин, ферритин), полисахариды (сложный полисахарид стрептококков), бактериальные ЛПС, некоторые синтетические полимеры (поливинилпирролидон).



# Эпитопы TD-антигенов и Т1-антигенов



# Ответ В-клеток на два типа антигенов



## *по происхождению:*

- **Антигены микроорганизмов (бактерий):**

- гомологичные (видо- и типоспецифические);

- гетерогенные (групповые и межвидовые) – открыл Дж. Форссман

- **Антигены животных:**

- экзогенные (белки лечебной сыворотки);

- эндогенные (организменные антигены):

- изоантигены (эритроцитарные, лейкоцитарные, тромбоцитарные и др.)

- аутоантигены (нормальные, патологические).



## ***Видовые (типовые) антигены***

Высокоспецифичны, на них в организме вырабатываются только такие антитела, которые реагируют с антигенами определенного вида патогена.

## ***Гетерогенные антигены***

Общие или межвидовые (сходные по специфичности) антигены. Общие антигены обнаружены у эритроцитов человека и гноеродных кокков, энтеробактерий, вирусов оспы, гриппа др. микроорганизмов.

***Антигенная мимикрия*** – сходство антигенной структуры у различных видов клеток.

**Экзогенные антигены** (белки лечебной сыворотки)

При парентеральном введении в организм вызывают образование антител и клеточный иммунный ответ независимо от вида донора.

**Эндогенные антигены** (организменные антигены)

- **Изоантигены** (эритроцитарные, лейкоцитарные и др.)  
Определяют индивидуальную специфичность организма. Естественная толерантность к ним вырабатывается в эмбриональном периоде.
- **Аутоантигены**  
Естественные (нормальные) для организма или образующиеся в нем патологические антигены

### *Нормальные антигены*

Белки органов и тканей, отделенные от кровотока гематоэнцефалическим и гематотестикулярным барьерами. К таким органам относятся мозг, семенники, хрусталик глаза.

### *Патологические антигены*

Сложные белки. Возникают в организме при некоторых инфекционных и соматических заболеваниях.

Различают «ожоговые», «лучевые» антигены, на которые в организме вырабатываются аутоантитела.