

**Иммунная система организма.  
Антигены. Антитела.  
Гуморальный иммунный ответ.**

## **План лекции**

- **Центральные и периферические органы иммунной системы.**
- **Особенности иммунной системы.**
- **Антигены: определение понятия и классификация.**
- **Свойства антигенов.**
- **Антигены микроорганизмов.**
- **Антигены главного комплекса гистосовместимости.**
- **Антитела.**
- **Гуморальный иммунный ответ.**
- **Моноклональные антитела.**

**Иммунная система –  
совокупность органов, тканей и  
клеток, обеспечивающих клеточно-  
генетическое постоянство организма.**

# Иммунная система

**Материальная основа**

**Совокупность всех лимфоидных органов**

**Структура**

**Центральные органы**

**Периферические органы**

**Тимус**

**Красный  
костный мозг**

**Лимфатические узлы**

**Селезёнка**

**Лимфоидная ткань кожи, слизистых оболочек,  
ЖКТ, дыхательной системы и мочеполовых путей**

# **Особенности иммунной системы**

```
graph TD; A[Особенности иммунной системы] --> B[Генерализация по всему организму]; A --> C[Рециркуляция её клеток в организме]; A --> D[Формирование специфических к антигену антител или сенсibilизированных лимфоцитов];
```

**Генерализация  
по всему  
организму**

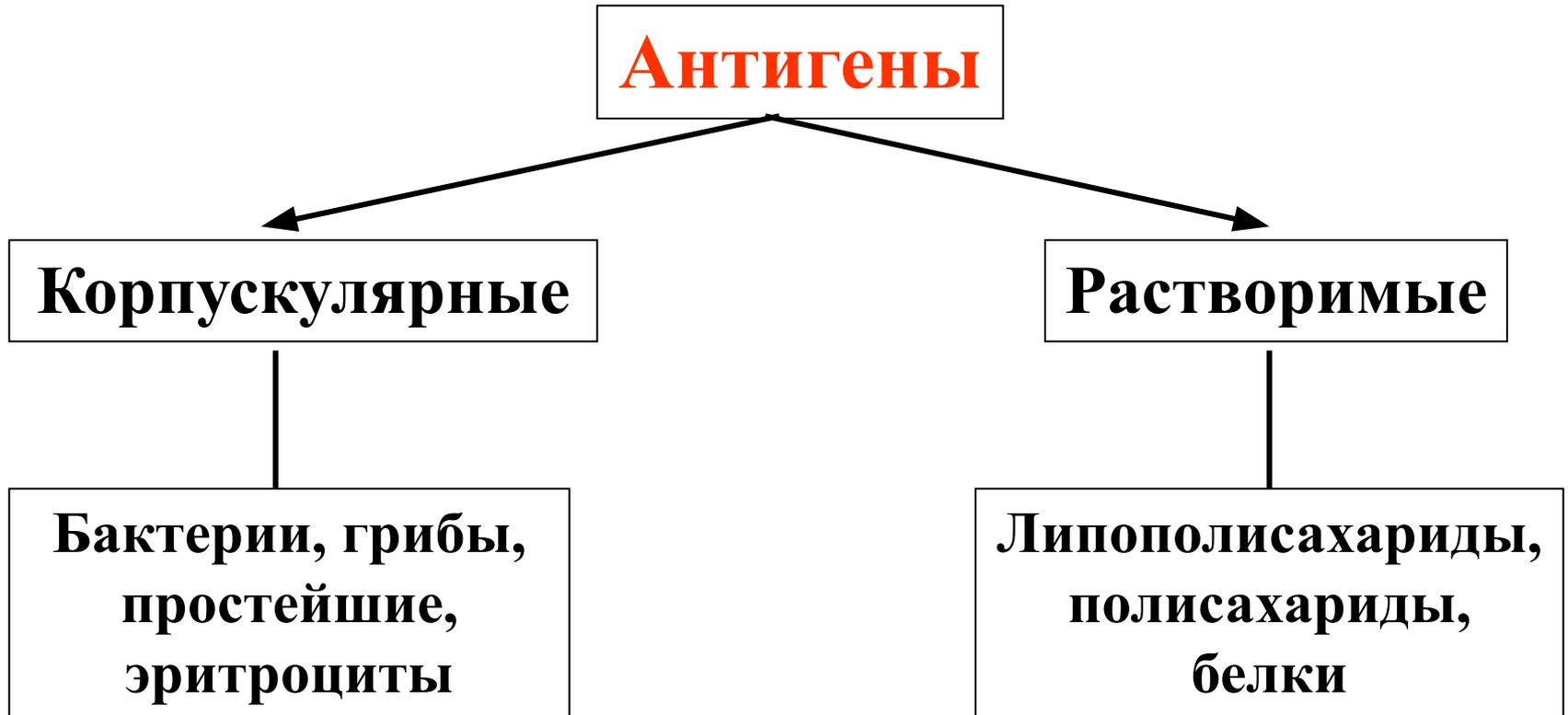
**Рециркуляция её  
клеток в  
организме**

**Формирование специфических к антигену  
антител или сенсibilизированных  
лимфоцитов**

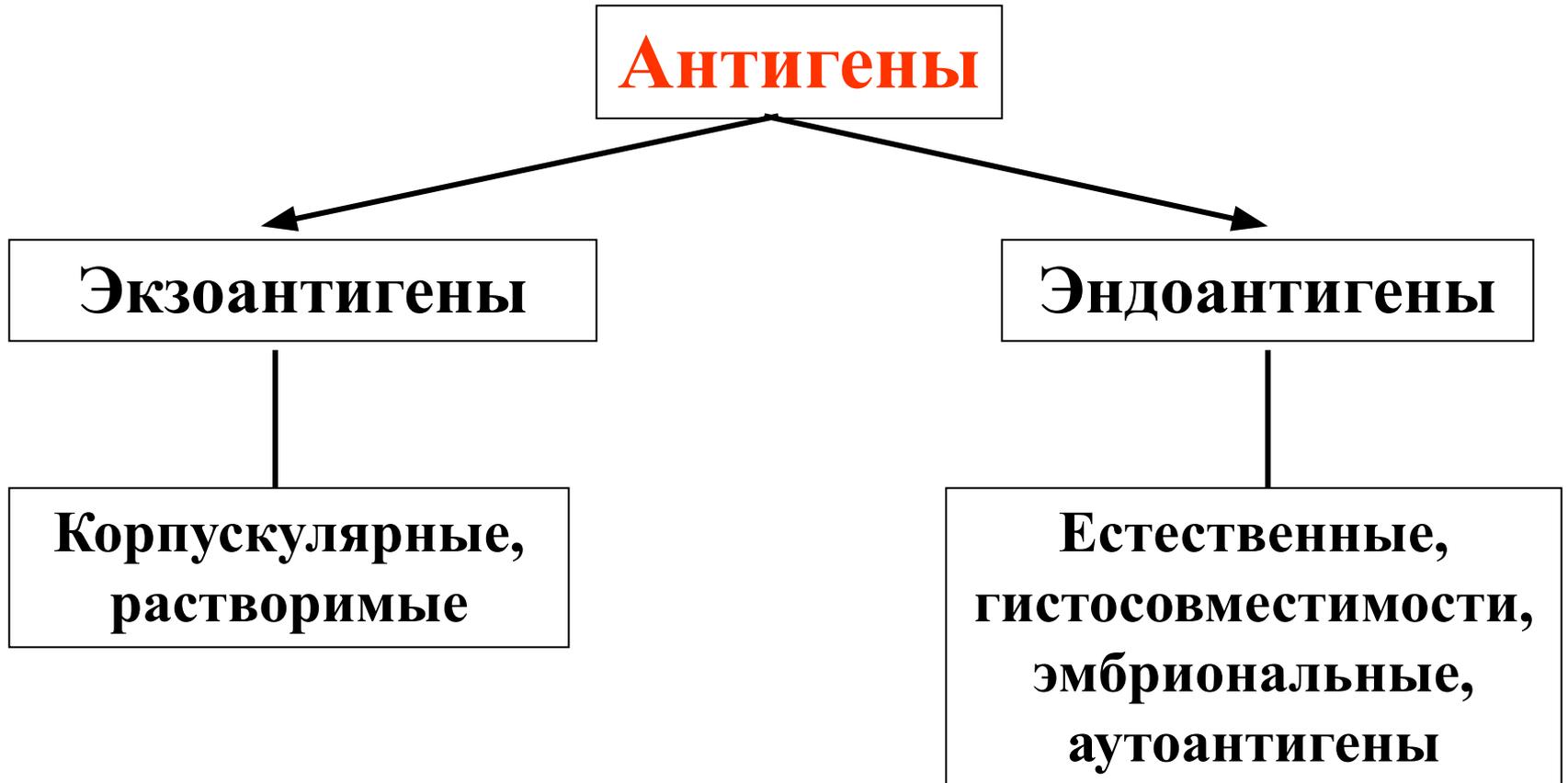
## **Антигены –**

**вещества различного происхождения, несущие признаки чужеродности и вызывающие развитие иммунных реакций (гуморальных, клеточных, состояния иммунологической толерантности, индуцирование иммунной памяти и др.).**

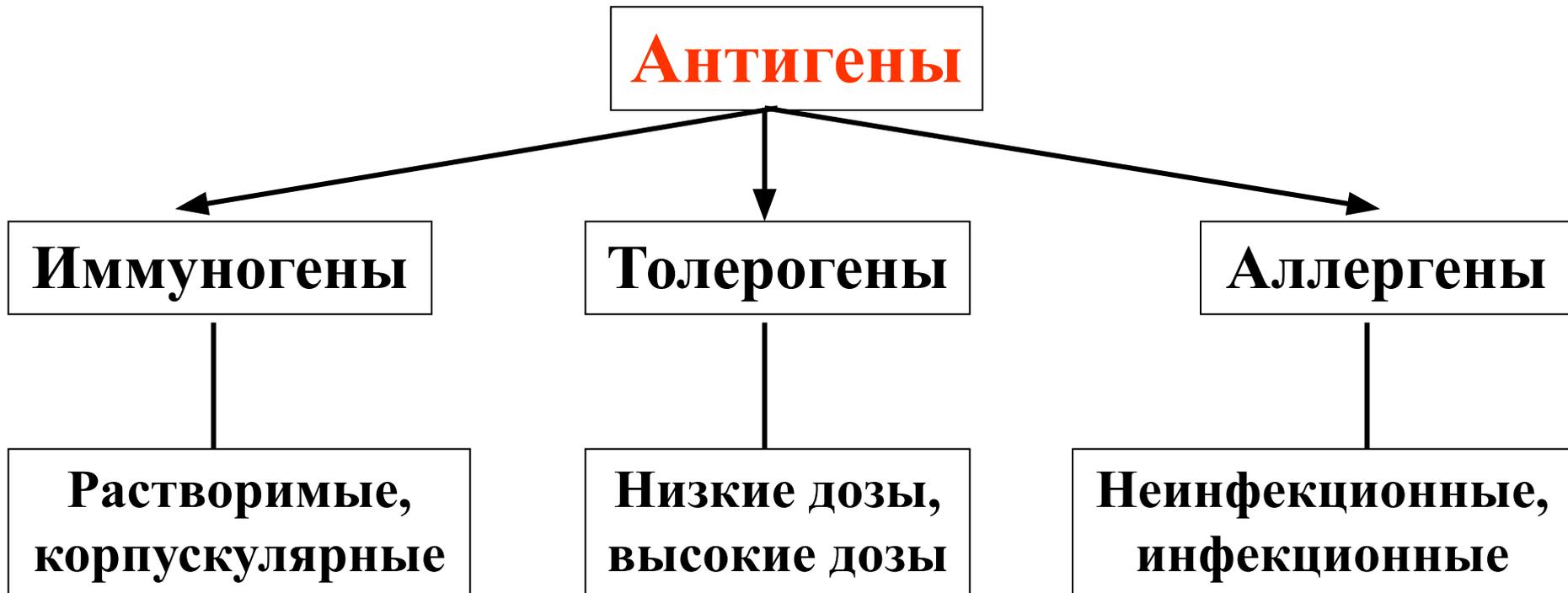
# Классификация антигенов по физическому состоянию



# Классификация антигенов по происхождению



# Классификация антигенов по функциональному состоянию



# Классификация искусственных антигенов

## Синтезированные антигены

```
graph TD; A[Синтезированные антигены] --> B[Генноинженерным способом]; A --> C[Химическим способом]; B --> D[Мутацией, рекомбинацией]; C --> E[Комплексы и конъюгаты гаптен-белков с поликатионами]; C --> F[Пептиды с Т-клеточными эпитопами];
```

**Генноинженерным способом**

**Мутацией,  
рекомбинацией**

**Химическим способом**

**Комплексы и конъюгаты гаптен-белков с поликатионами**

**Пептиды с Т-клеточными эпитопами**

**Иммуногенность** –  
**способность индуцировать иммунный  
ответ.**

## **Специфичность –**

**способность антигена избирательно реагировать со специфичными к нему антителами или антигенраспознающими рецепторами лимфоцитов.**

**Эпитоп** –

**фрагмент молекулы (молекул)  
антигена (локализованный внутри  
или на поверхности молекулы),  
индуцирующий иммунный ответ и  
определяющий специфичность.**

**Химическая структура,  
определяющая основ-  
ные свойства антигена**

**Структура  
детерминанты**

**Валентность  
антигена**

**Молекуляр-  
ная масса  
антигена**

**Чужеродность**

**Способность  
взаимодействовать с  
антителами**

**Специфичность**

**АНТИГЕН**

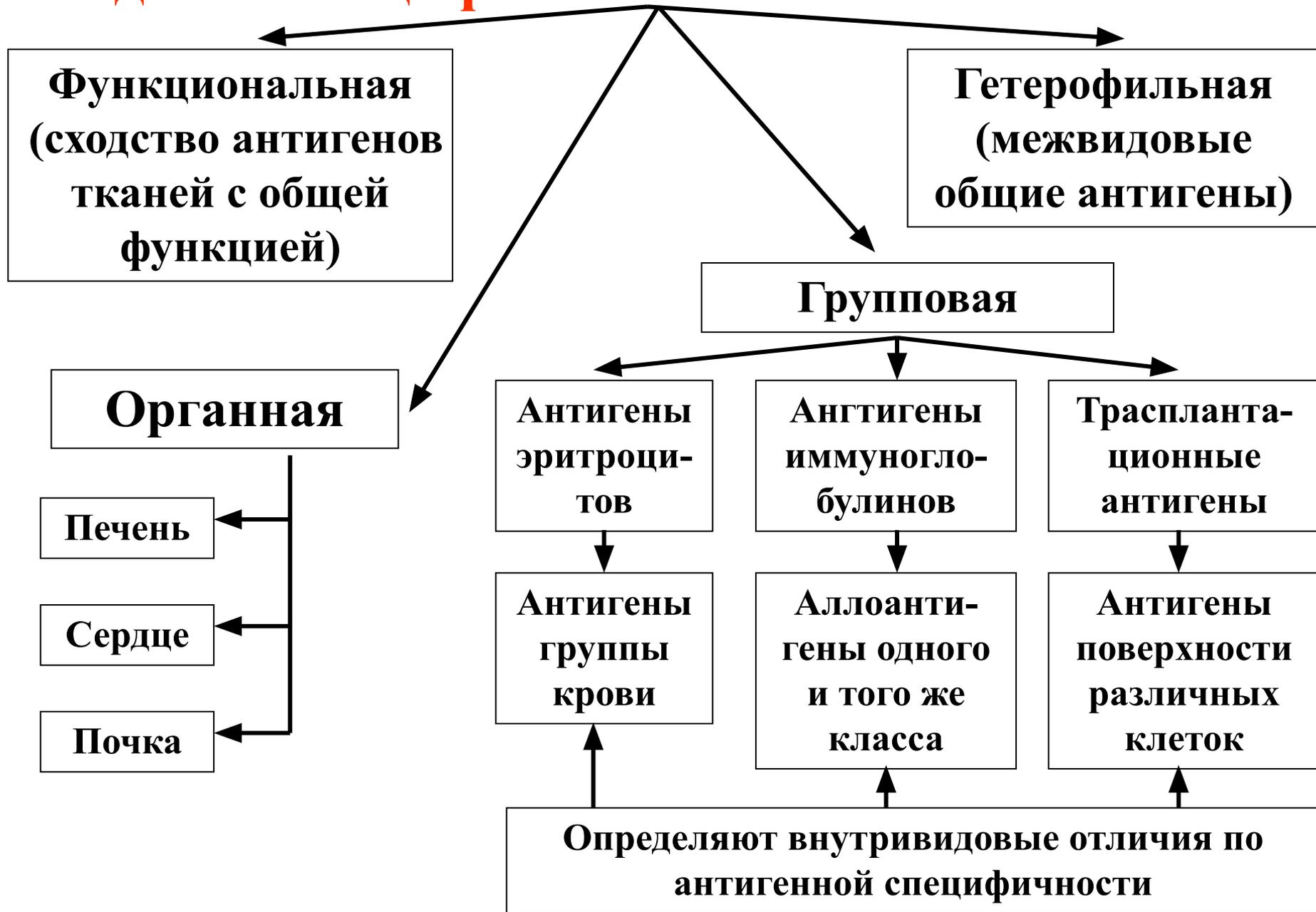
**Иммуногенность**

**Формирование:**

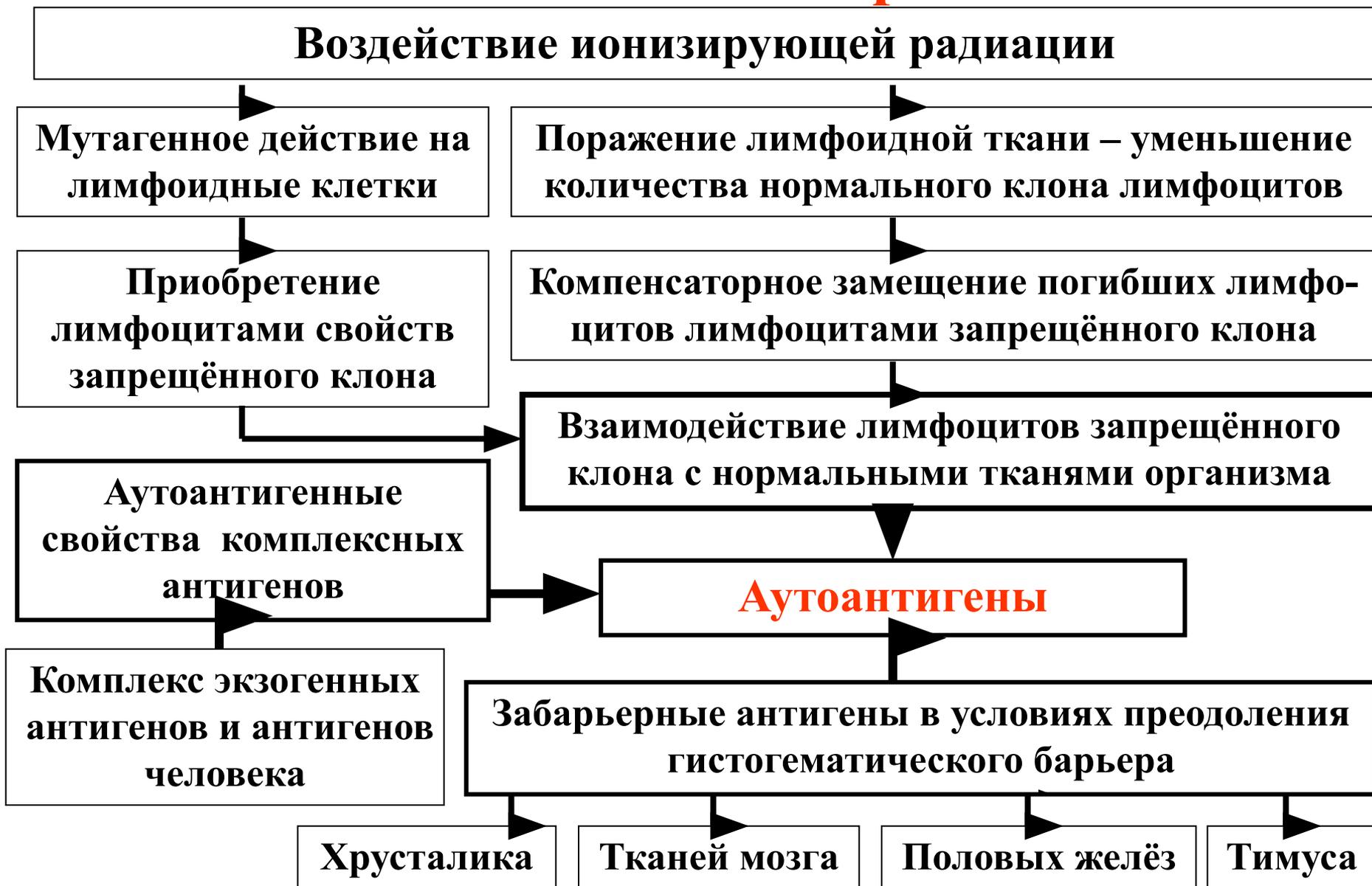
1. Антител
2. ГНТ
3. ГЗТ
4. Клеток  
памяти
5. Иммунологи-  
ческой толе-  
рантности
6. Идиотип-ан-  
тиидиотипи-  
ческих взаи-  
моотношений

**Формы  
иммунного  
ответа**

# Видовая специфичность антигенов человека



# Условия проявления аутоантигенных свойств собственных тканей организма



# **Антигены**

```
graph TD; A[Антигены] --> B[Полноценные (иммуногенные)]; A --> C[Неполноценные (гаптены)]; C --> D[Простые дисахара и простые органические вещества]; C --> E[Комплексные (преципитирующие) Полипептиды, полисахариды, липиды, нуклеиновые кислоты];
```

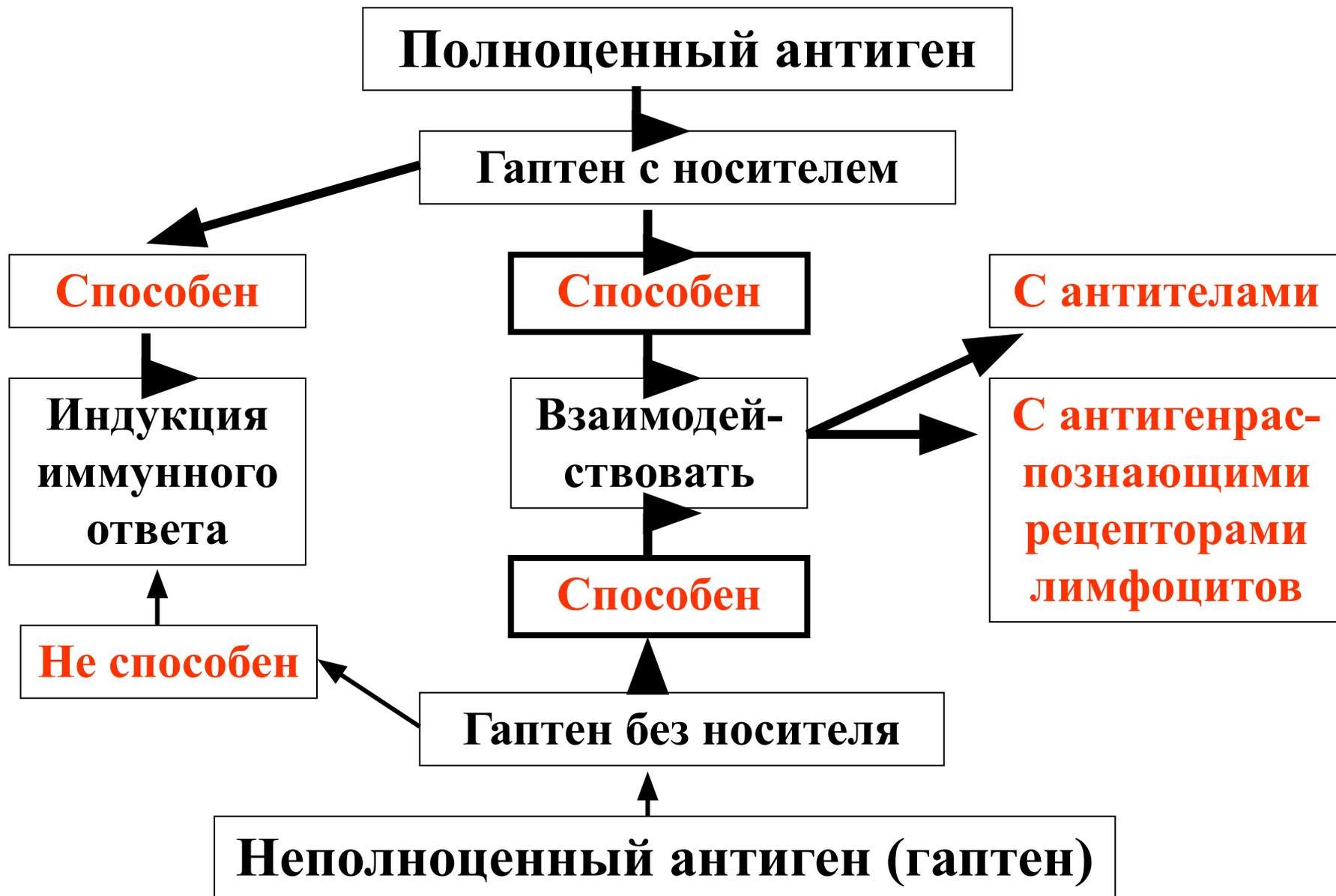
**Полноценные  
(иммуногенные)**

**Неполноценные  
(гаптены)**

**Простые  
дисахара и простые  
органические  
вещества**

**Комплексные  
(преципитирующие)  
Полипептиды,  
полисахариды, липиды,  
нуклеиновые кислоты**

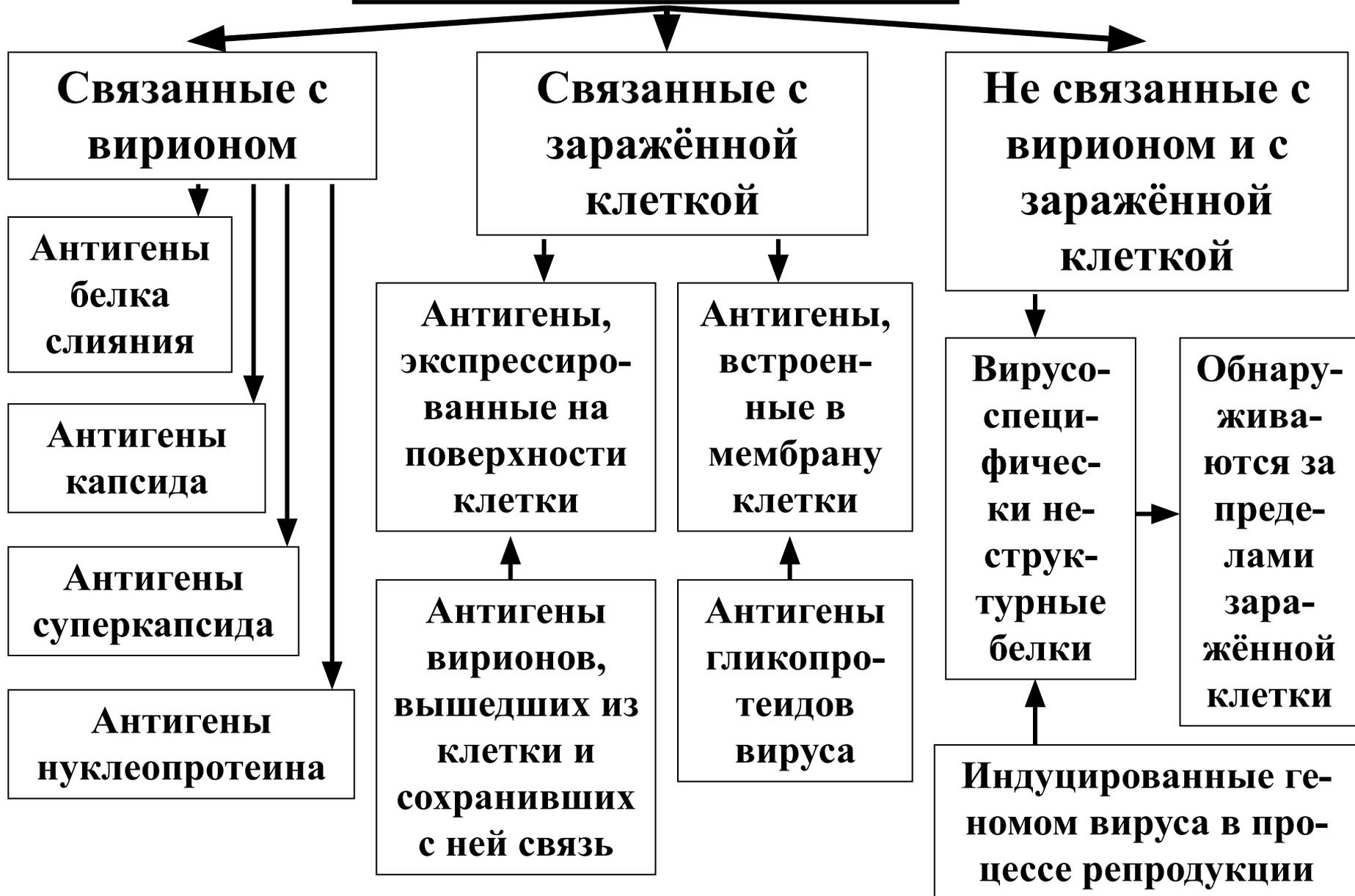
# Свойства антигенов, определяющие их способность индуцировать иммунный ответ



# Антигены бактерий



# Антигены вирусов



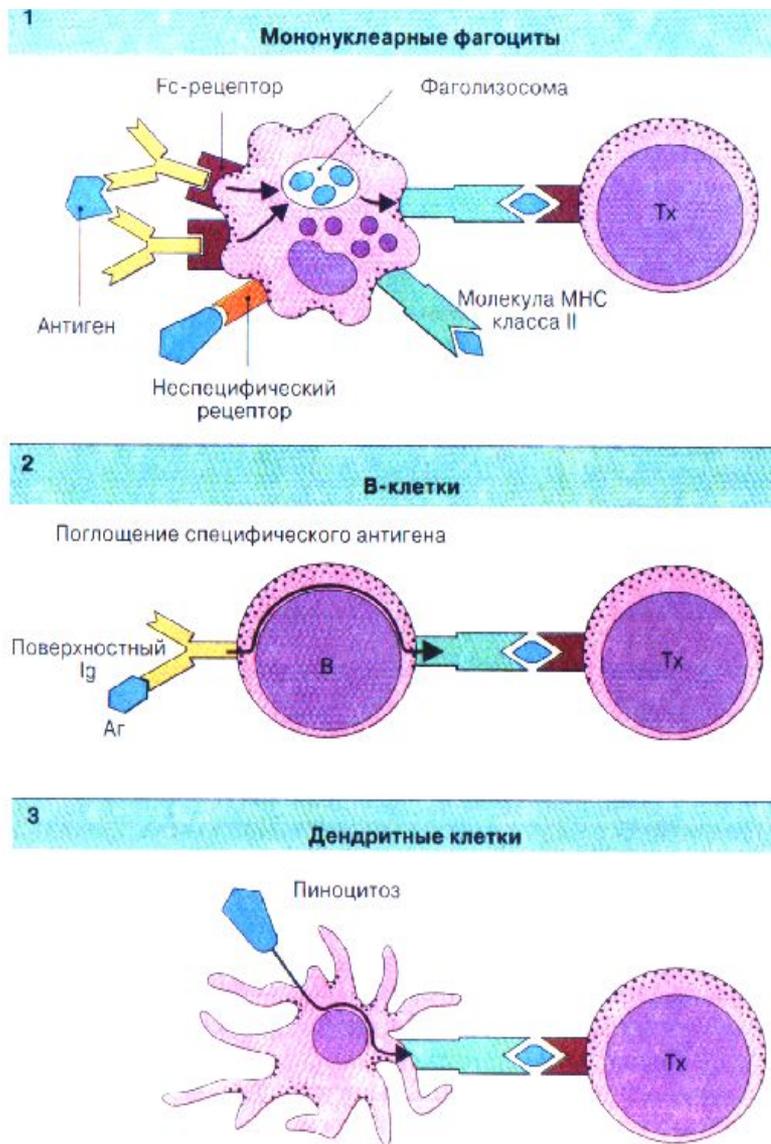
# **Классы генетических локусов главного комплекса гистосовместимости человека**

- **I класс – локусы А, В и С, контролирующие синтез белков МНС I.**
- **II класс - область HLA-D, осуществляющая контроль синтеза белков МНС II.**
- **III класс – гены, контролирующие синтез компонентов системы комплемента (С2, С4а, С4b, Вb).**

# **Иммунологические свойства, связанные с системой главного комплекса гистосовместимости**

- **Интенсивное отторжение тканей трансплантатов.**
- **Стимуляция образования антител.**
- **Стимуляция бласттрансформации.**
- **Реакция «трансплантат против хозяина».**
- **Клеточная реакция лимфолиза.**
- **Контроль силы иммунного ответа (I<sub>r</sub>-гены) и супрессии иммунного ответа (I<sub>s</sub>-гены).**
- **Контроль синтеза некоторых компонентов системы комплемента (C2, C4a, C4b, Bb).**

# Механизм презентации антигена: роль клеточной кооперации



Мононуклеарные фагоциты (1), В-клетки (2) и дендритные клетки (3), классифицируемые как антиген-презентирующие клетки (АПК), могут презентировать антиген хелперным Т-клеткам (Тх), рестриктированным по антигенам МНС класса II. Макрофаги поглощают антиген с помощью неспецифических рецепторов или в виде иммунных комплексов и процессируют его, после чего образующиеся антигенные фрагменты возвращаются на поверхность клетки в ассоциации с молекулами МНС класса II. Активированные В-клетки могут захватывать антиген посредством своих поверхностных иммуноглобулинов, затем поглощать его и презентировать в комплексе с молекулами МНС класса II. Дендритные клетки конститутивно экспрессируют молекулы класса II и поглощают антиген путем пиноцитоза.

## **Структуры, определяющие взаимодействие с антигенами**

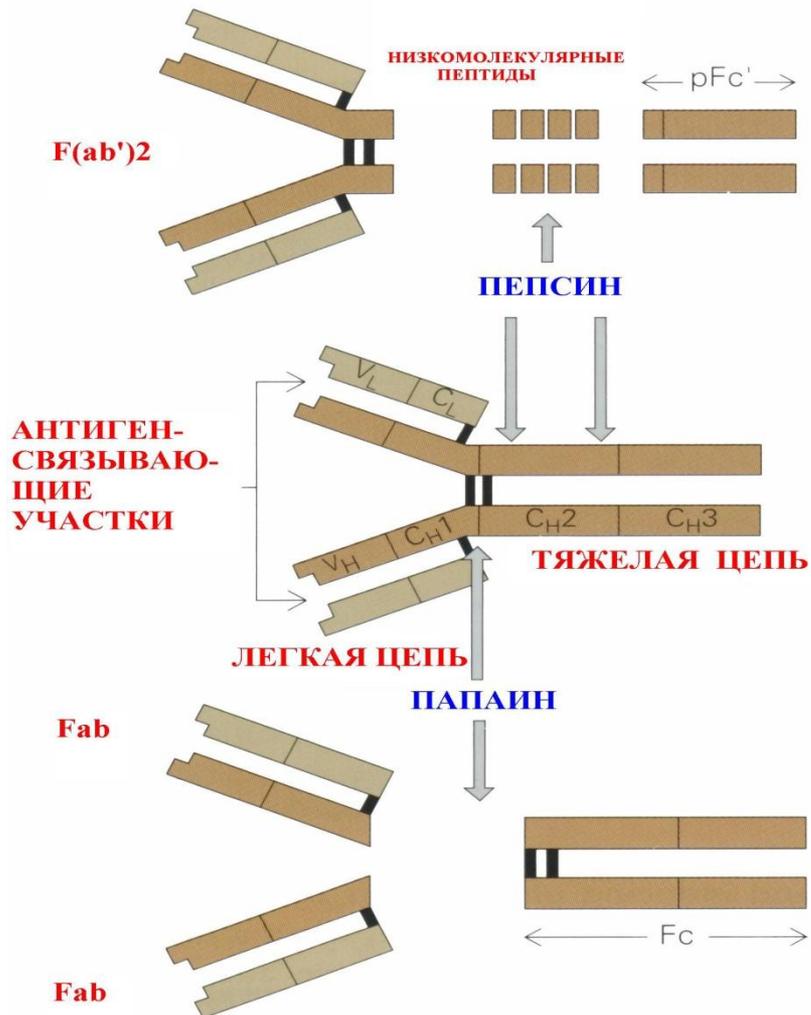
- 1. Молекулы иммуноглобулинов на поверхности В-лимфоцитов (способны отделяться и функционировать как свободные антитела).**
- 2. Рецепторы Т-лимфоцитов (гликопротеидные молекулы) в случае отделения утрачивают способность взаимодействовать с антигенами.**

## **Антитела –**

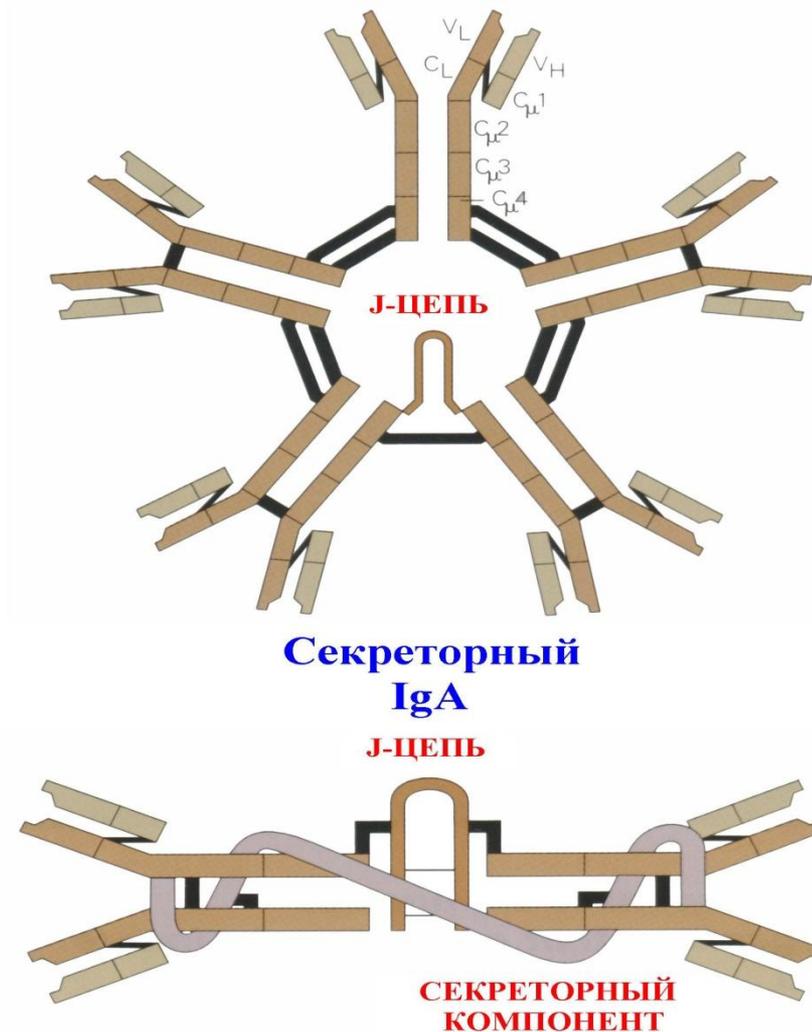
**белки, образование которых индуцируется антигенами и основным свойством которых является способность к специфическому взаимодействию с антигенами.**

# Структура иммуноглобулинов

## IgG



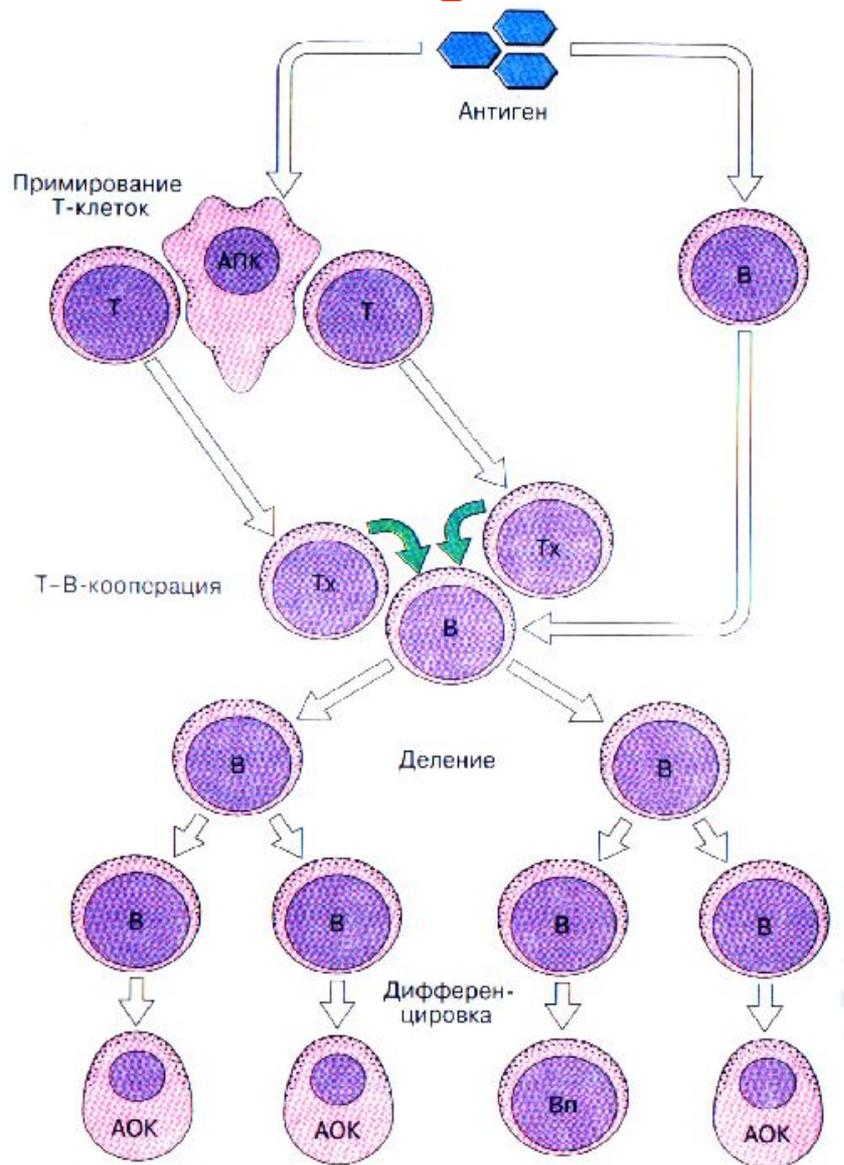
## IgM



# Свойства иммуноглобулинов

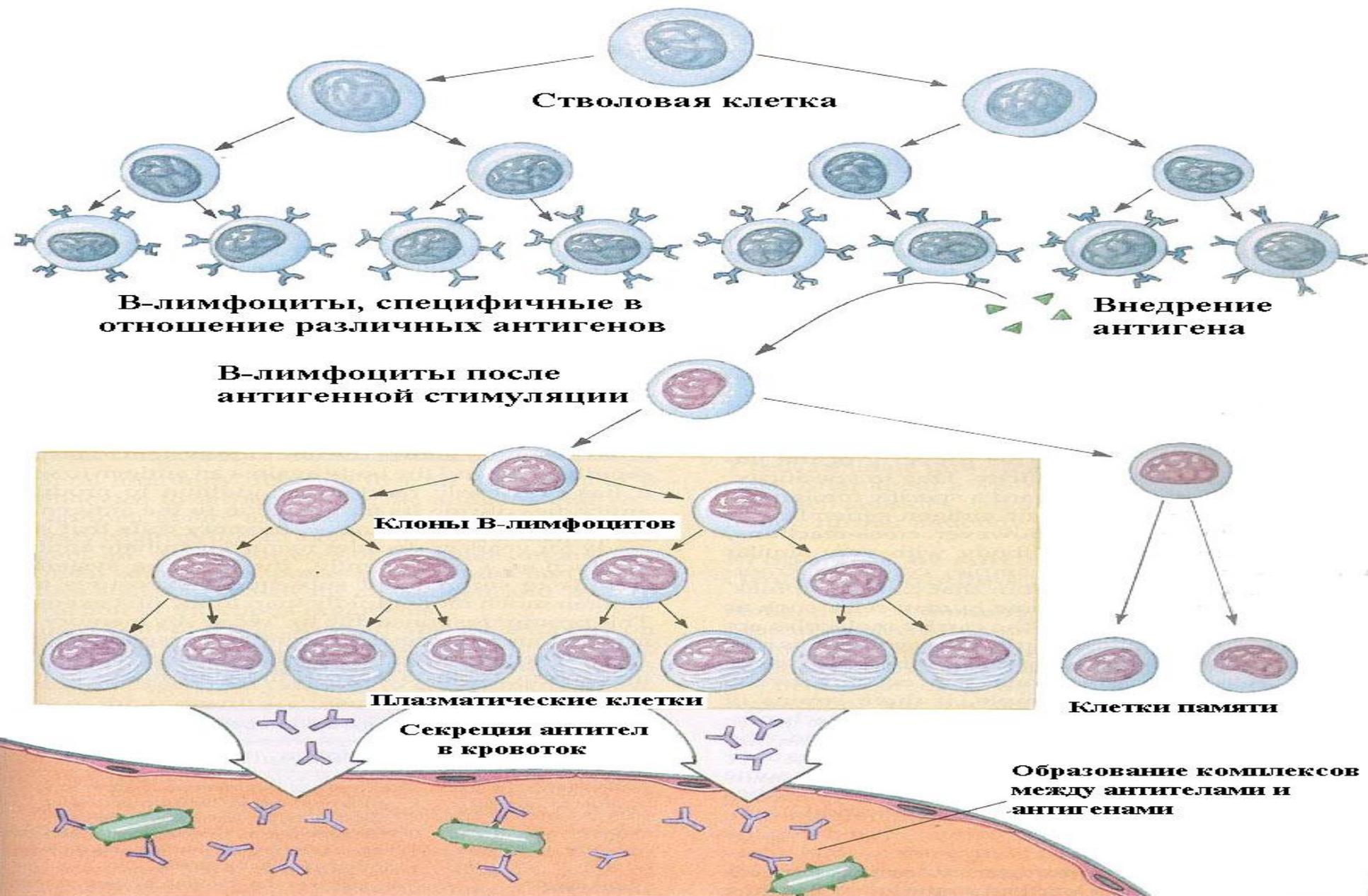
Свойства иммуноглобулинов	Класс иммуноглобулинов				
	IgG	IgM	IgA	IgD	IgE
Молекулярная масса	160	900	170-350	160	190
Скорость седиментации, S	7	19	7-13	7	8
Количество мономеров	1	5	1,2,4	1	1
Период полураспада, сутки	21	5	6	3	2
Термостабильность	+	+	+	-	-
Прохождение через плаценту	+	-	-	-	-
Активация комплемента по классическому пути	+	+	-	-	-
Нейтрализация токсинов	+	+	-	-	-
Агглютинация, преципитация антигенов	+	+	-	-	-
Бактериолиз, опсонизация	+	+	-	-	-
Цитофильность	+	-	+	?	+

# Кооперации клеток при активации В-лимфоцитов и образовании антител



Антиген-презентирующие клетки (АПК), например дендритные клетки, презентируют антиген непримированным Т-лимфоцитам. В-лимфоциты также связывают антиген и презентируют его Т-клеткам, получая от них сигнал к делению и дифференцировке в антителообразующие клетки (АОК) и В-клетки иммунологической памяти (Вп).

# Синтез антител

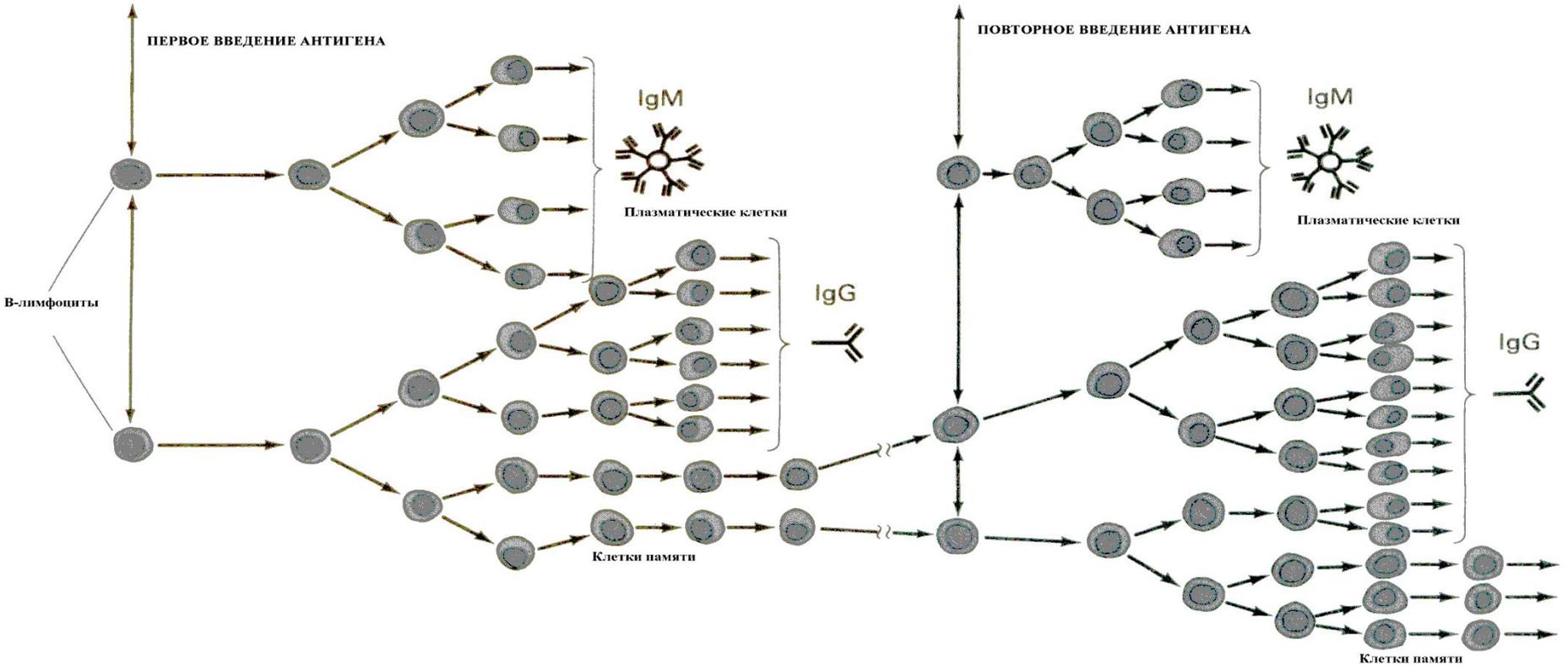


# Иммунный ответ

ПЕРВИЧНЫЙ ИММУННЫЙ ОТВЕТ

ВТОРИЧНЫЙ ИММУННЫЙ ОТВЕТ

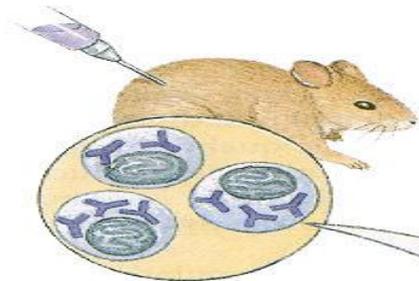
ИНДУКТИВНЫЙ ПЕРИОД



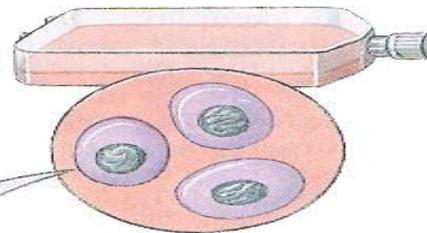
# Функции антител в антимикробной защите



# Получение моноклональных антител



**В-лимфоциты**



**Клетки миеломы мыши**



**Слияние клеток и образование гибридомы**



**Культивирование гибридом**

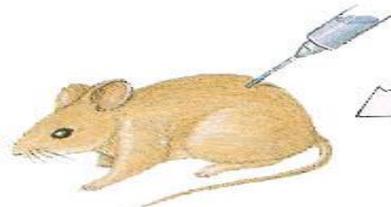


**Клонирование клеток гибридом**

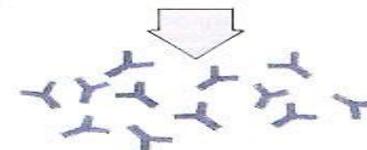


**Антитела вырабатываются. Гибридома сохраняется.**

**Продукции антител не обнаружено. Гибридома удаляется.**



**Полученная гибридома культивируется в организме мышей.**



**Получение и очистка моноклональных антител**