

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛЕТОК В  
ИММУННОМ ОТВЕТЕ, КЛЕТОЧНЫЙ  
И ГУМОРАЛЬНЫЙ ИММУНИТЕТ.  
ИММУННАЯ ПАМЯТЬ. РЕГУЛЯЦИЯ  
ИММУННОГО ОТВЕТА.**

**Лекция № 20**

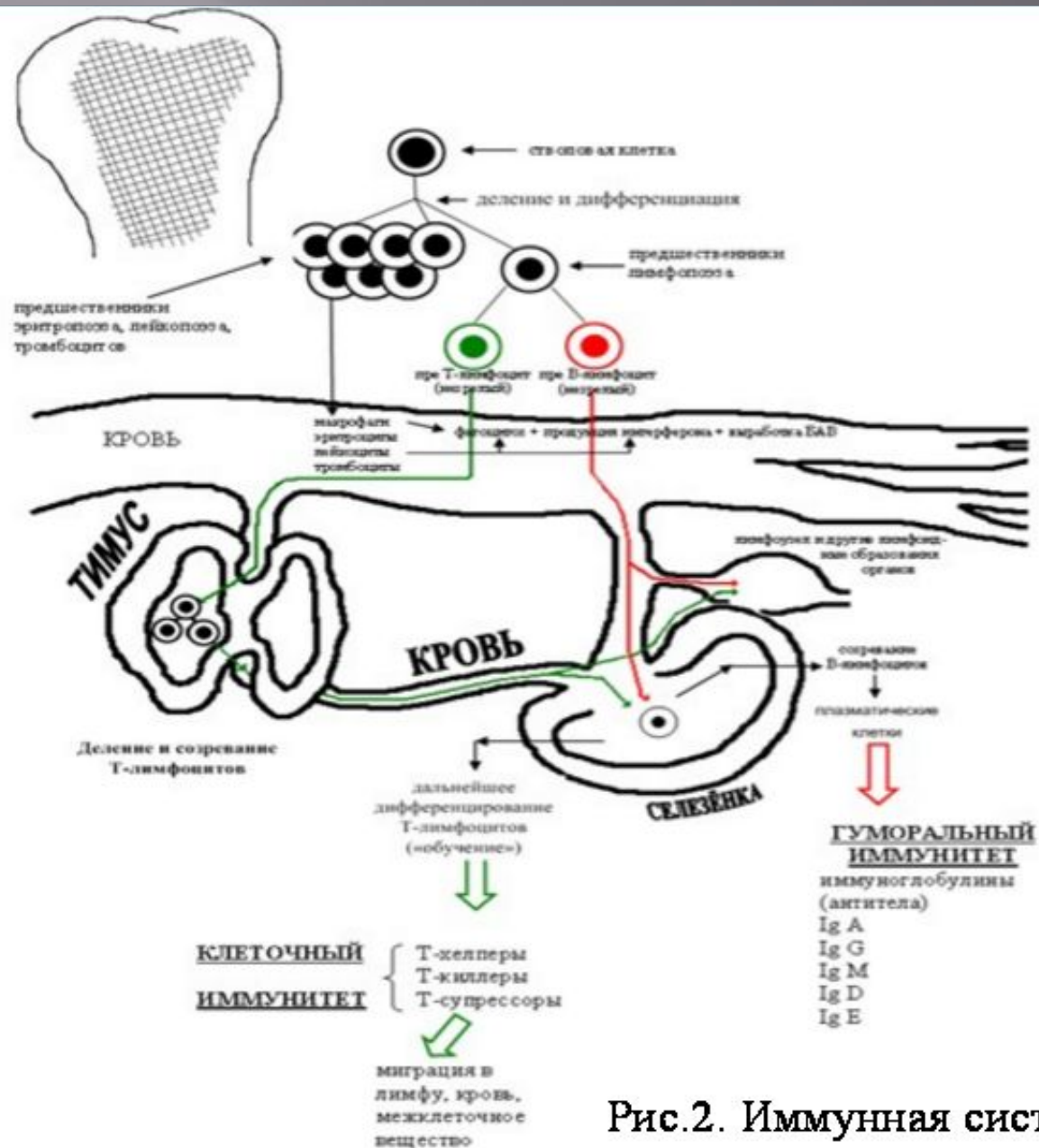


Рис.2. Иммунная система

**Иммунитет** - это способность организма поддерживать постоянство внутренней среды, создавать невосприимчивость к инфекционным и неинфекционным агентам (антигенам), попадающим в него, нейтрализовывать и выводить из организма чужеродные агенты и продукты их распада.

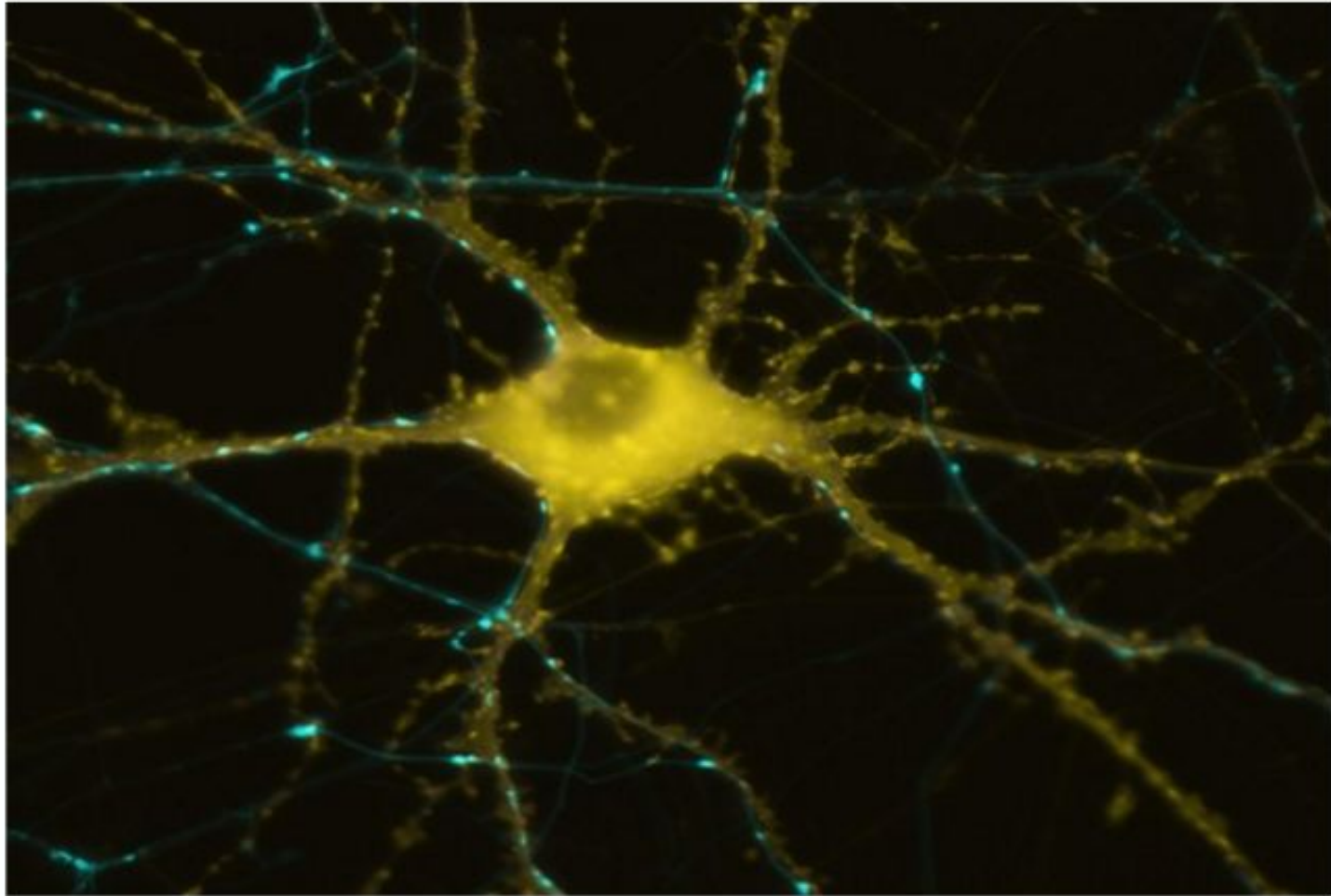
Серия молекулярных и клеточных реакций, происходящих в организме после попадания в него антигена, представляет собой иммунный ответ, в результате чего происходит формирование гуморального или (и) клеточного иммунитета. Развитие того или иного вида иммунитета определяется свойствами антигена, генетическими и физиологическими возможностями реагирующего организма.



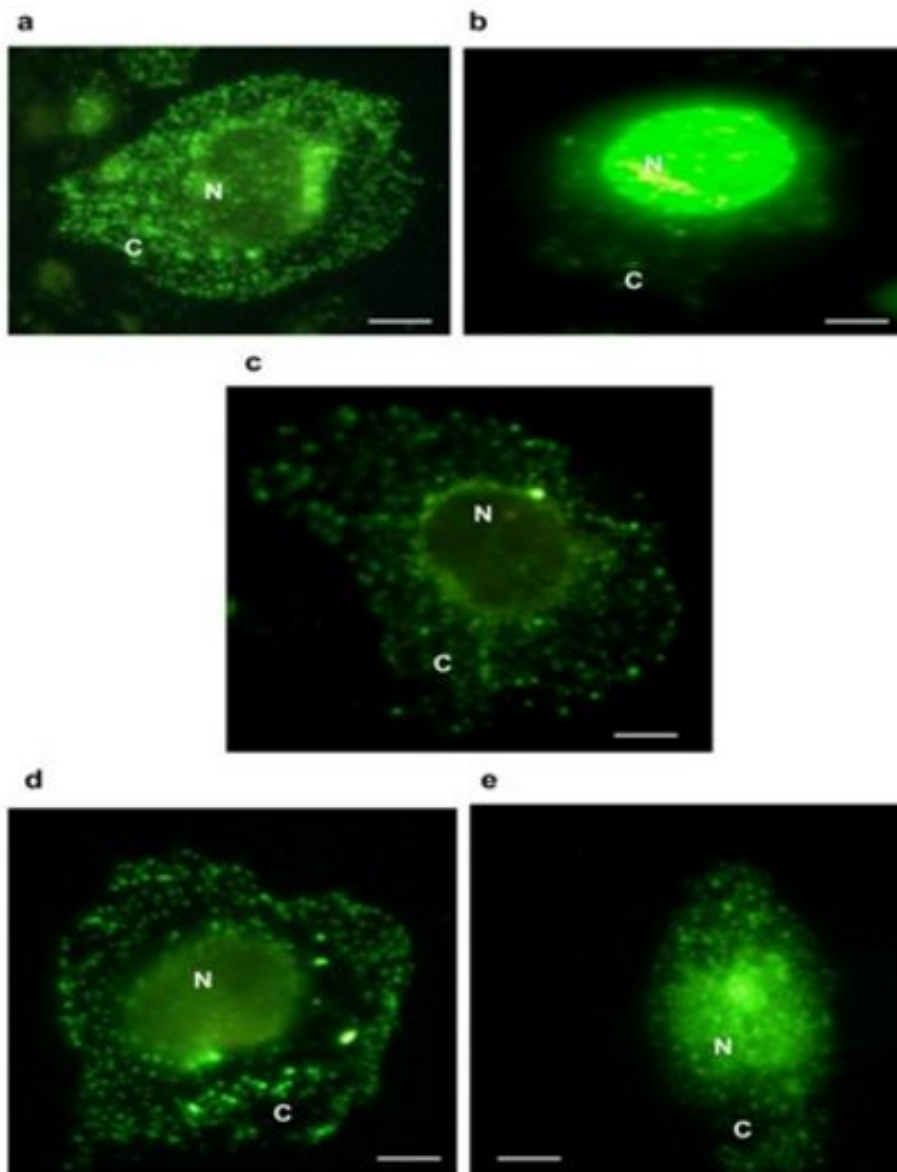
**Гуморальный иммунитет**- молекулярная реакция, возникающая в организме в ответ на попадание антигена.

Индукцию гуморального иммунного ответа обеспечивает взаимодействие (кооперация) трех основных типов клеток: макрофагов, Т- и В-лимфоцитов. Макрофаги фагоцитируют антиген и после внутриклеточного протеолиза представляют его пептидные фрагменты на своей клеточной мембране Т-хелперам. Т-хелперы вызывают активацию В-лимфоцитов, которые начинают пролиферировать, превращаться в бластные клетки, а затем через серию последовательных митозов - в плазматические клетки, синтезирующие специфические по отношению к данному антигену антитела. Важная роль в инициации этих процессов принадлежит регуляторным веществам, которые продуцируются иммунокомпетентными клетками.

# Макрофаг



# Электронная фотография макрофагов





Активация В-лимфоцитов с помощью Т-хелперов для процесса выработки антител не универсальна для всех антигенов. Такое взаимодействие развивается лишь при попадании в организм Т-зависимых антигенов. Для индукции иммунного ответа Т-независимыми антигенами (полисахариды, агрегаты белков регуляторного строения) участия Т-хелперов не требуется. В зависимости от индуцирующего антигена различают *B1* и *B2* подклассы лимфоцитов. Плазматические клетки синтезируют антитела в виде молекул иммуноглобулинов. У человека идентифицировано пять классов иммуноглобулинов: *A*, *M*, *G*, *D*, *E*. При нарушении иммунитета и развитии аллергических заболеваний, особенно аутоиммунных, проводится диагностика на наличие и соотношение классов иммуноглобулинов.

## Клеточный иммунитет.

**Клеточный иммунитет** - это клеточные реакции, происходящие в организме в ответ на попадание антигена.

Т-лимфоциты ответственны и за клеточный иммунитет, известный также как гиперчувствительность замедленного типа (ГЗТ). Механизм взаимодействия Т-клеток с антигеном пока неясен, но эти клетки лучше всего распознают антиген, связанный с клеточной мембраной. Независимо от того, передается информация об антигенах макрофагами, В-лимфоцитами или какими-либо другими клетками, Т-лимфоциты начинают изменяться. Сначала образуются бластные формы Т-клеток, затем через серию делений - Т-эффекторы, синтезирующие и секретирующие биологически активные вещества - лимфокины, или медиаторы ГЗТ. Точное число медиаторов, их молекулярная структура до настоящего времени неизвестны. Эти вещества различают по биологической активности. Под действием фактора, тормозящего миграцию макрофагов, эти клетки накапливаются в местах антигенного раздражения.

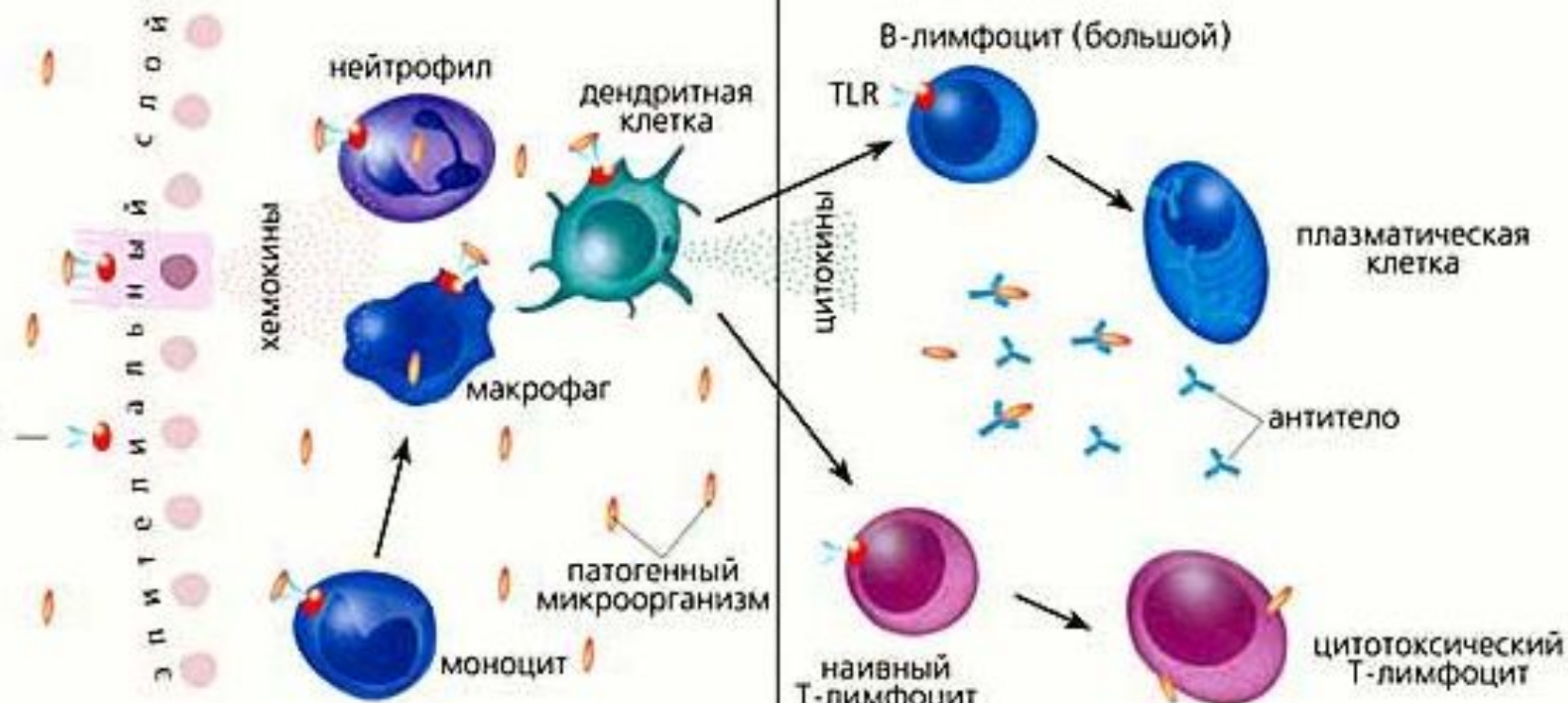


Фактор, активирующий макрофаги, значительно усиливает фагоцитоз и переваривающую способность клеток. Существуют так же макрофаги и лейкоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы), привлекающие эти клетки в очаг антигенного раздражения. Кроме того, синтезируется лимфотоксин, способный растворять клетки-мишени.

Другая группа Т-эффекторов, известная как Т-киллеры (убийцы), или К-клетки, представлена лимфоцитами, обладающими цитотоксичностью, которую они проявляют по отношению к вирусинфицированным и опухолевым клеткам. Существует еще один механизм цитотоксичности - антителозависимая клеточно-опосредованная цитотоксичность, при которой антитела распознают клетки-мишени, а затем клетки-эффекторы реагируют на эти антитела. Такой способностью обладают нулевые клетки, моноциты, макрофаги и лимфоциты, называемые НК-клетками.

## врожденный иммунитет

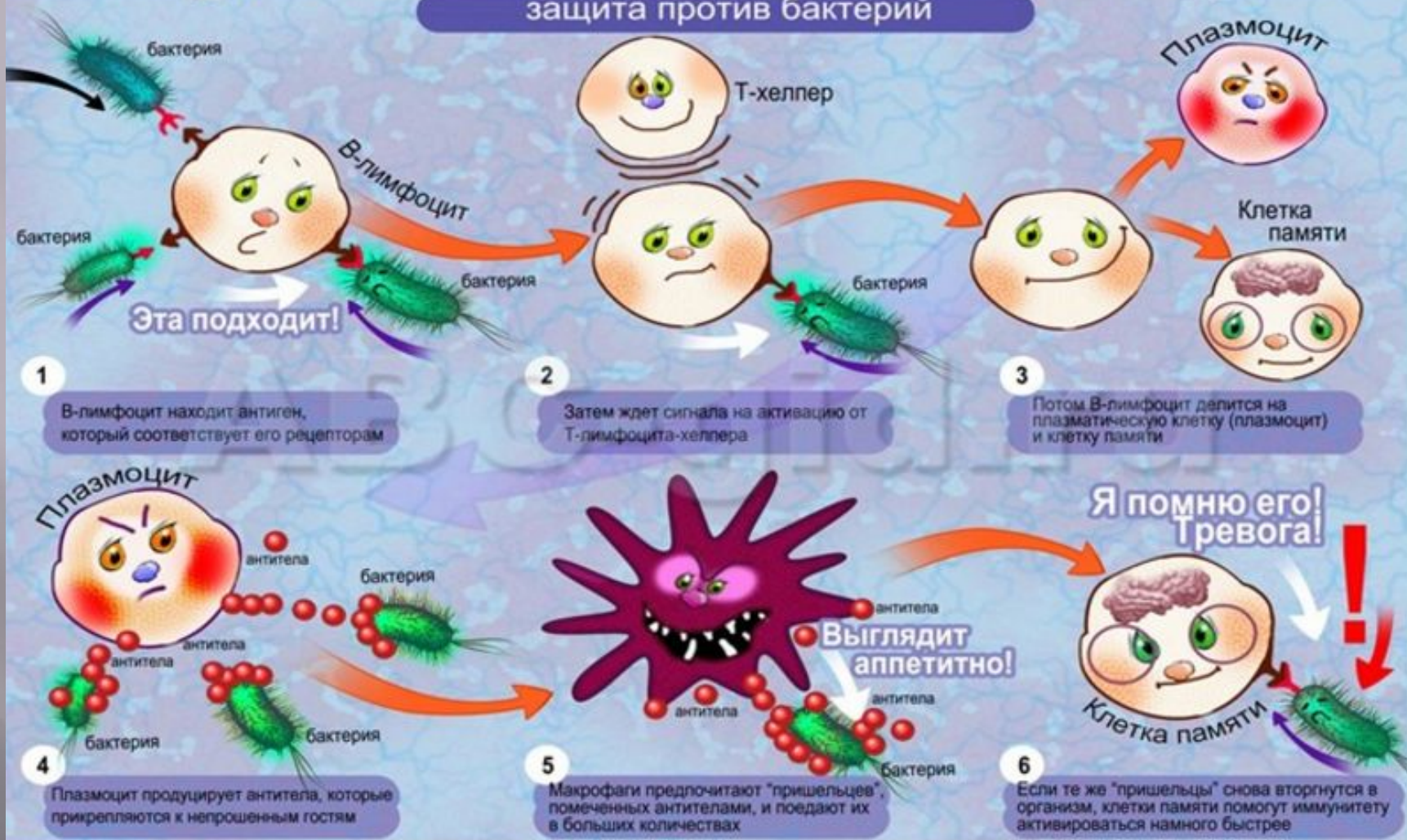
## адаптивный иммунитет





# КАК НА САМОМ ДЕЛЕ РАБОТАЕТ ИММУНИТЕТ

## защита против бактерий





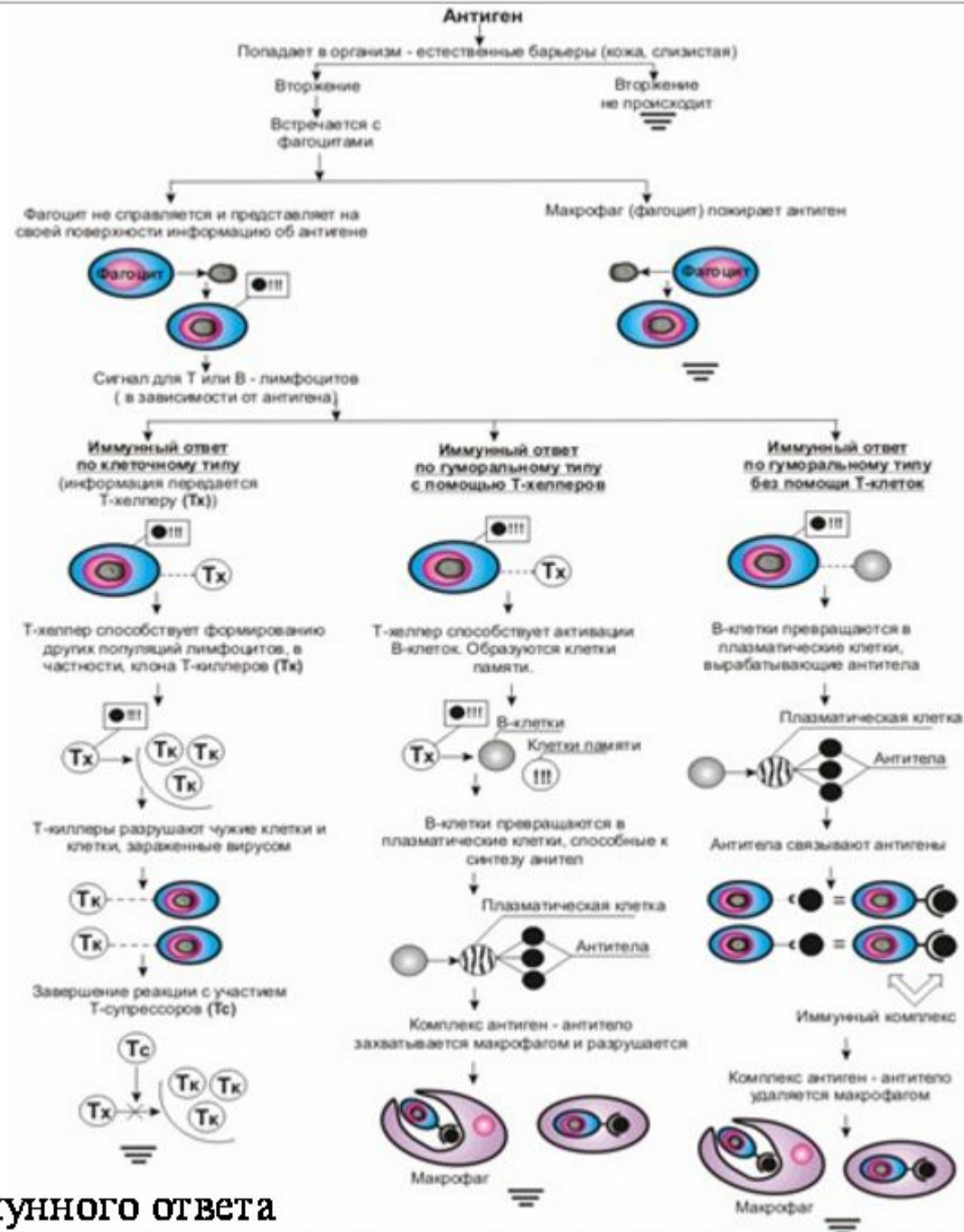


Рис.3 Схема иммунного ответа

# Иммунная защита организма



**Видовой иммунитет** является наследственным признаком определенного вида животных. Например, рогатый скот не болеет сифилисом, гонореей, малярией и другими болезнями, заразными для человека, лошади не болеют чумой собак, и т.д.

По прочности или стойкости видовой иммунитет разделяют на абсолютный и относительный.

Абсолютным видовым иммунитетом называют такой иммунитет, который возникает у животного с момента рождения и является настолько прочным, что никакими воздействиями внешней среды его не удастся ослабить или уничтожить (например, никакими дополнительными воздействиями не удастся вызвать заболевание полиомиелитом при заражении этим вирусом собак и кроликов). Несомненно, что в процессе эволюции, абсолютный видовой иммунитет образуется в результате постепенного наследственного закрепления иммунитета приобретенного.

Относительный видовой иммунитет является менее прочным, зависящим от воздействий внешней среды на животное. Например, птицы в обычных условиях невосприимчивы к сибирской язве. Однако если организм ослаблен охлаждением, голоданием, они заболевают этой болезнью.



# Приобретенный иммунитет

## Естественный

## Искусственный

### Активный

### Пассивный

### Активный

### Пассивный

Возникает после перенесённого инфекцион. заболевания

При переходе защитных антител из крови матери через плаценту в кровь плода, также передается с молоком матери

Возникает после вакцинации (прививки)

Введение человеку сыворотки содержащей антитела против микробов и их токсинов. специфических антител.

- **Иммунологическая** память – способность иммунной системы усиливать защитную реакцию организма на повторное проникновение в него генетически инородных тел (вирусов, бактерий и т.д). В эволюции возникает позже генетической
- Антигенами называют все инородные для организма вещества вне зависимости от их происхождения. Антитела – иммунные белки, способные разрушать антигены.

## Формирование иммунного ответа:

Принимают участие две системы: система Т- лимфоцитов и система В-лимфоцитов.

**Система Т- лимфоцитов** – обеспечивает клеточную защиту: разрушение чужеродных клеток с помощью специфических клонов лимфоцитов.

- Центральный орган Т-системы – вилочковая железа (Т-тимус), вырабатывающая различные популяции Т-лимфоцитов (Т - киллеры, Т- хелперы, Т - клеточные рецепторы и т.д).

**Система В-лимфоцитов** относится к костному мозгу, обеспечивает гуморальную защиту, продуцирует В-лимфоциты и плазмоциты (клетки – потомки). Плазмоциты вырабатывают различные иммуноглобулины в качестве антител, встроенных в их мембрану.

- Обе системы распознают и уничтожают генетически чужеродные тела или вещества.



# Компоненты иммунной системы

## Неспецифические

Гуморальные

комплемент,  
интерферон  
и др.

Клеточные

макрофаги,  
нейтрофилы

## Специфические

Гуморальные

антитела

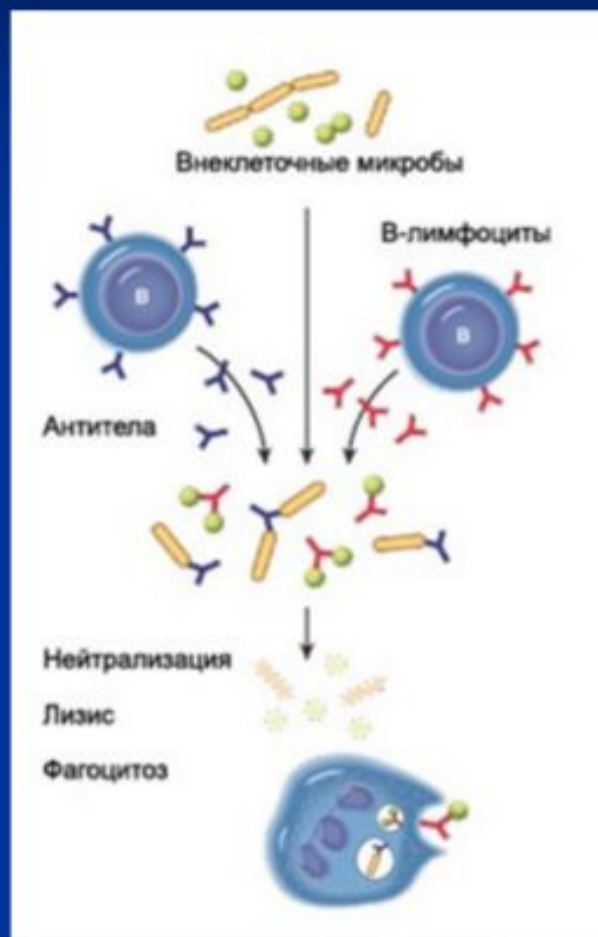
Клеточные

лимфоциты

# Неспецифические факторы

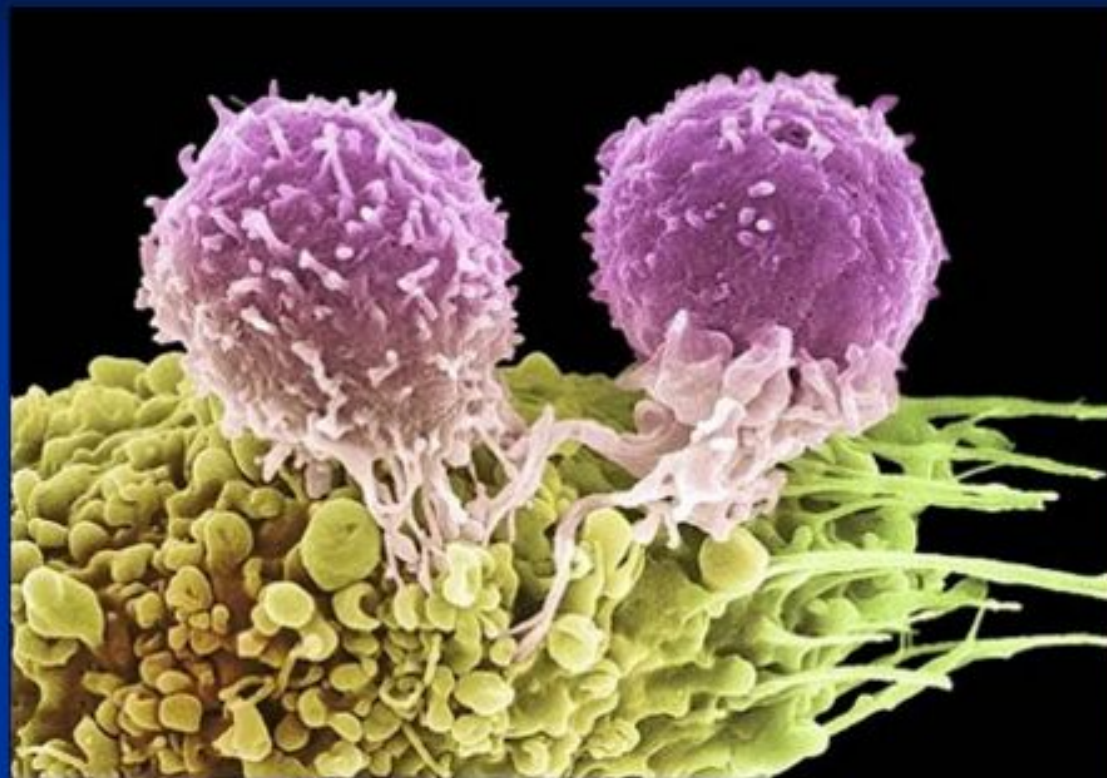
- Механические - кожа, слизистые
- Гуморальные – вещества, постоянно присутствующие в сыворотке крови, секретах слизистых оболочек и тканях (комплемент, лизоцим, интерферон)
- Воспаление
- Фагоцитоз

# Специфический иммунитет





# Специфический иммунитет



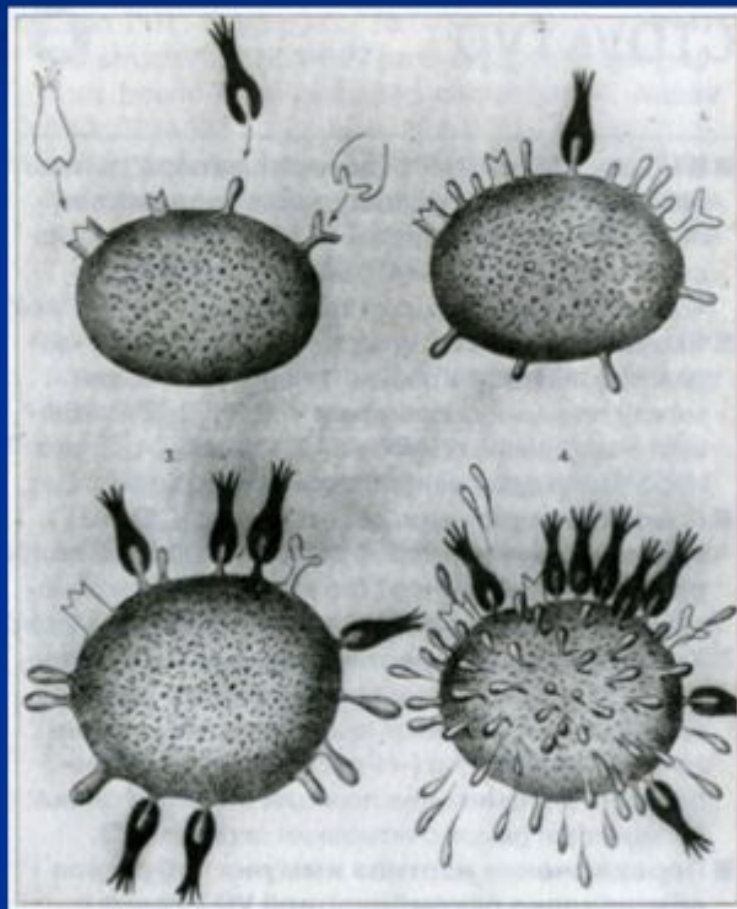
Два Т-лимфоцита на раковой клетке. Т-лимфоциты уничтожают раковые клетки самостоятельно, либо посылают сигнал иммунной системе, которая выделяет другие клетки, для уничтожения раковых образований.

Фото: Science Photo Library

# Теория Эрлиха или боковых цепей

Соединение антигена с уже имеющимся рецептором на поверхности В-клетки заставляет ее синтезировать и секретировать повышенное количество таких рецепторов.

# Теория Эрлиха или боковых цепей





# Инструктивная теория

Антиген воздействует на гибкую молекулу иммуноглобулина («инструктирует») и формирует в ней комплементарный себе центр связывания.

# Клонально-селекционная теория Эрне-Бернета

Каждый лимфоцит образует иммуноглобулины только одной специфичности. Антиген выбирает и стимулирует клетки, несущие специфичные именно к нему антитела.

# Иммунологическая толерантность

Состояние ареактивности в отношении того или иного антигена, индуцируемое предшествующим контактом с этим антигеном.

Наиболее важна толерантность к собственным антигенам организма.



# Иммунологическая толерантность

Толерантность к собственным антигенам организма не является генетически запрограммированной, а развивается в процессе онтогенеза.

- Т-клеточная:
  - тимическая
  - посттимическая
- В-клеточная

## Тимическая (центральная) толерантность

В тимусе происходит делеция тех Т-клеток, антигенспецифичные рецепторы которых обладают высоким сродством к собственным антигенам, локализованным в тимусе

## Постстимулическая толерантность

- Игнорирование собственных антигенов, например локализованных за барьерами
- Анергия Т-клеток в условиях постоянной стимуляции
- Апоптоз



## **В-клеточная толерантность**

Делеция В-клеток происходит в костном мозге. Делетируются клетки, которые экспрессируют на своей поверхности иммуноглобулиновые рецепторы к собственным антигенам

## Иммунный ответ

Контакт с антигеном/патогеном  
и индукция воспалительной реакции

+

Поглощение и переработка  
(процессинг и презентация) антигена  
антигенпрезентирующей клеткой

+

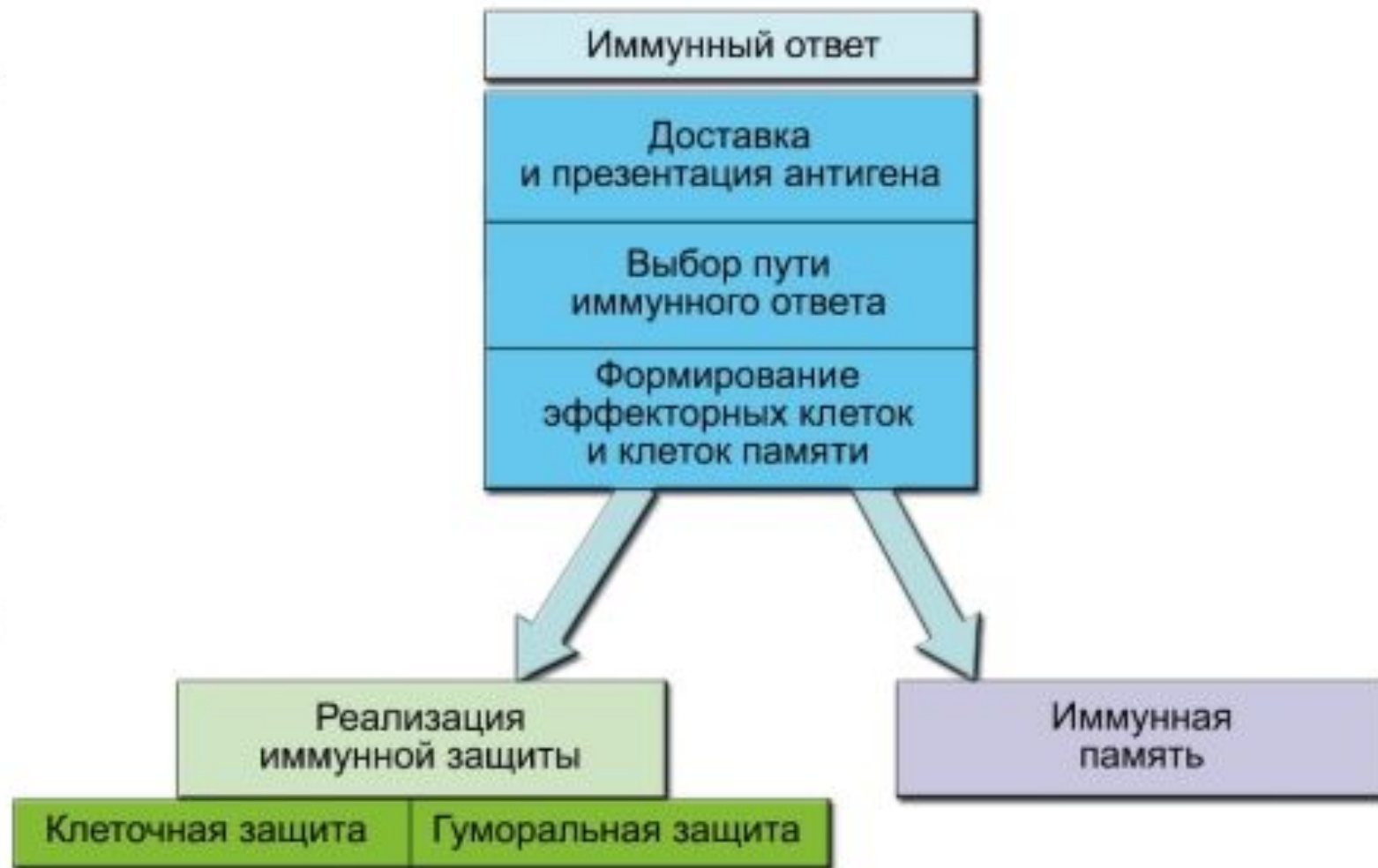
Распознавание антигена и активация  
лимфоцитов, приводящая  
к образованию эффекторных  
клеток и клеток памяти

+

Реализация эффекторных  
механизмов — деструкция антигена и/или  
патогена и повреждённых/изменённых  
клеток и тканей, выведение  
продуктов распада

Индуктивная фаза

Эффекторная фаза





**Иммунологическая память** — это способность лимфоидных клеток сохранять информацию об антигене и отвечать усиленной и ускоренной реакцией на повторную встречу с гомологичным антигеном.

### Первичный иммунный ответ



### Вторичный иммунный ответ

