

# Наноинженерия: Искусственный глаз

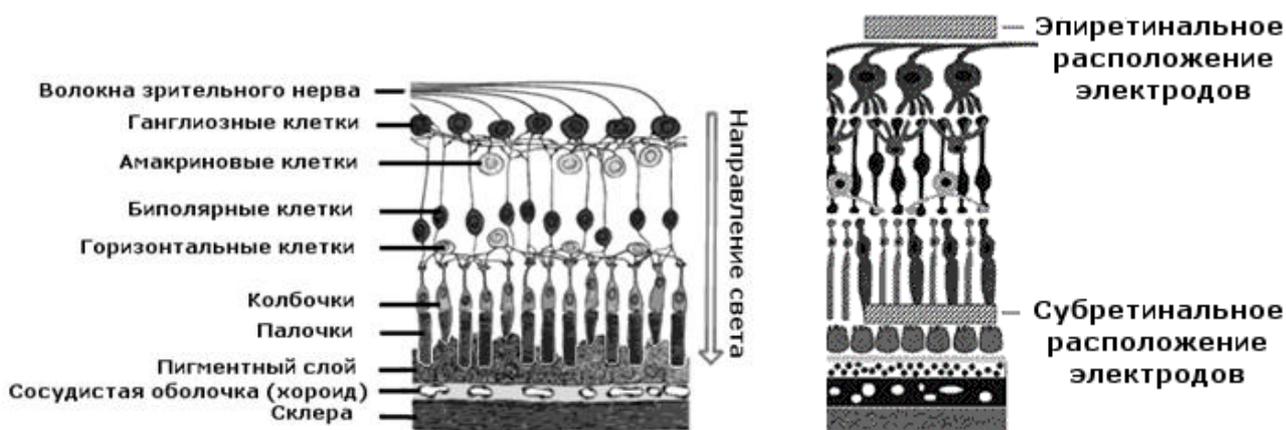
Одним из наиболее перспективных направлений в наномедицине и наноинженерии является интеграция электрических имплантатов с нервной системой для лечения слепоты или создания искусственного глаза. Принципиальная схема искусственного глаза такова: (см. схему 1)

Фотодетектор преобразует свет в электрический сигнал. Преобразователь кодирует полученный электрический сигнал в такую последовательность импульсов, которая может быть воспринята нейронами и передана далее в нервные центры. Электроды стимулируют нейроны, вызывая потенциалы действия и дальнейшую передачу информации в нервные центры. Существующие образцы искусственного глаза достаточно громоздки, поэтому в настоящее время ведутся интенсивные разработки с целью миниатюризации этого устройства с использованием нанотехнологий.



Схема 1.

Каково строение сетчатки глаза человека? (2 балла). Из каких клеток состоит сетчатка, и каким образом они располагаются? (2 балла). Где могут располагаться стимулирующие электроды искусственного глаза, и с какими клетками они могут контактировать? (2 балла). Какие клетки сетчатки повреждаются в первую очередь при пигментной дистрофии, макулодистрофии или тапето-ретиальной дистрофии сетчатки глаза? (1 балл).



*Строение сетчатки и расположение электродов.*

В первую очередь повреждаются колбочки и палочки.

В какие еще ткани, органы или части органов человека можно имплантировать стимулирующие электроды с целью обеспечения зрительного восприятия? (по 1 баллу за каждую область имплантации).

Помимо сетчатки глаза (субретинальная и эпиретинальная имплантация) электроды можно имплантировать в зрительный нерв и зрительную кору головного мозга. Электроды можно также имплантировать в другие органы, богатые нервными окончаниями, например, язык.

Возможно ли функционирование искусственного глаза хотя бы в минимальной степени, в случае: а) повреждения зрительного нерва (**1 балл**), б) полном отсутствии глаза (**1 балл**), в) повреждении зрительной коры мозга? (**1 балл**). Обоснуйте свой ответ.

а) возможно только в случае имплантации электродов в зрительную кору головного мозга или в другие органы, например, язык; б) возможно только в случае имплантации электродов в зрительный нерв, зрительную кору головного мозга или в другие органы, например, язык; в) возможно только в случае имплантации электродов в другие органы, например, язык.

Какие наноматериалы могут применяться для изготовления стимулирующих электродов? Каковы их возможные преимущества и недостатки? (**2 балла**).

Электроды нанометровых размеров из золота, хлорида серебра, платины и оксида иридия, электроды на основе углеродных нанотрубок и кремниевых нанонитей. Благодаря стимулирующим электродам нанометровых размеров можно значительно увеличить разрешающую способность искусственного глаза, в т.ч. благодаря индивидуальной стимуляции нейронов и клеток сетчатки.

Как Вы думаете, какова разрешающая способность существующих в настоящее время образцов искусственного глаза? (**1 балл**). Какова теоретически достижимая разрешающая способность искусственного глаза (созданного по описанной выше схеме)? (**3 балла**).

От 16 до 500 точек по количеству стимулирующих электродов. Теоретически достижимая разрешающая способность искусственного глаза - 1200000 точек (пикселей), т.к. в зрительном нерве содержится примерно 1.2 млн нейронов.

Какие проблемы могут возникнуть при эксплуатации искусственного глаза? (**2 балла**). Каковы возможные ограничения и преимущества искусственного глаза (созданного по описанной выше схеме) по сравнению с глазом человека? (**2 балла**).

Творческий вопрос. Проблемы, связанные с низким разрешением существующих моделей искусственного глаза. Могут возникнуть проблемы, связанные с развитием воспалительных и аллергических реакций при имплантации чипов и электродов. В случае размещения фотодетекторов за пределами глаза (например, как у всех практически реализованных эпиретинальных моделей) теряется возможность микроперемещений взгляда по изображению, что непрерывно делает здоровый глаз. В итоге изображение всегда зафиксировано в мозгу пациента и его нельзя "выключить", закрыв глаза. Проблемы, связанные с восприятием движущихся объектов. Невозможность восприятия цвета.

Преимущества: полный обзор, приближение/удаление изображения при использовании камер с "зумом", видение в ультрафиолетовом или инфракрасном свете и т.п.