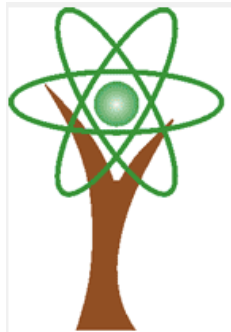


Регистрация электроретинограммы золотым и хлорсеребряным электродом. Влияние фотоэффекта

Е.С. Новикова, М.И. Жуковская

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова



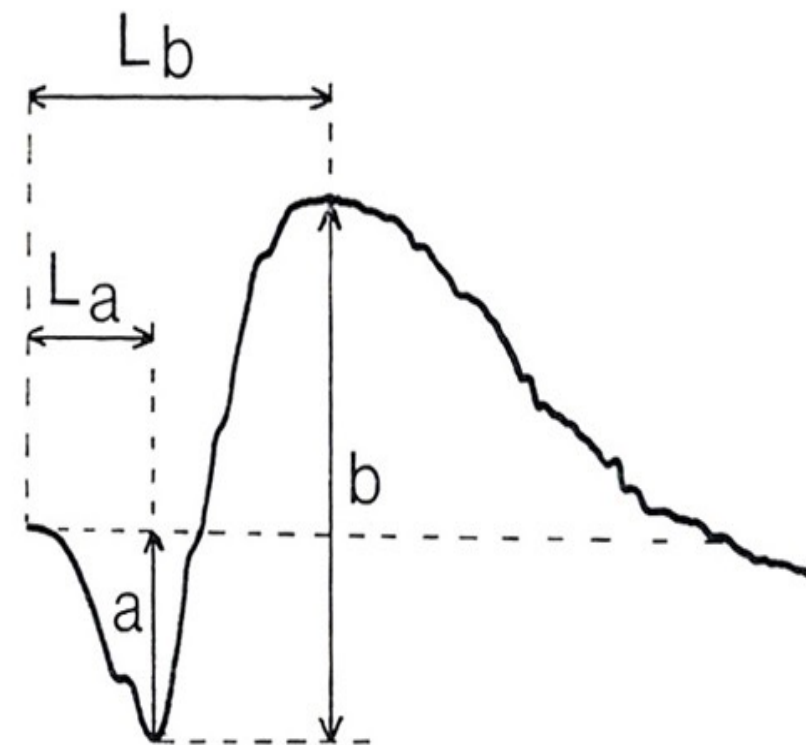
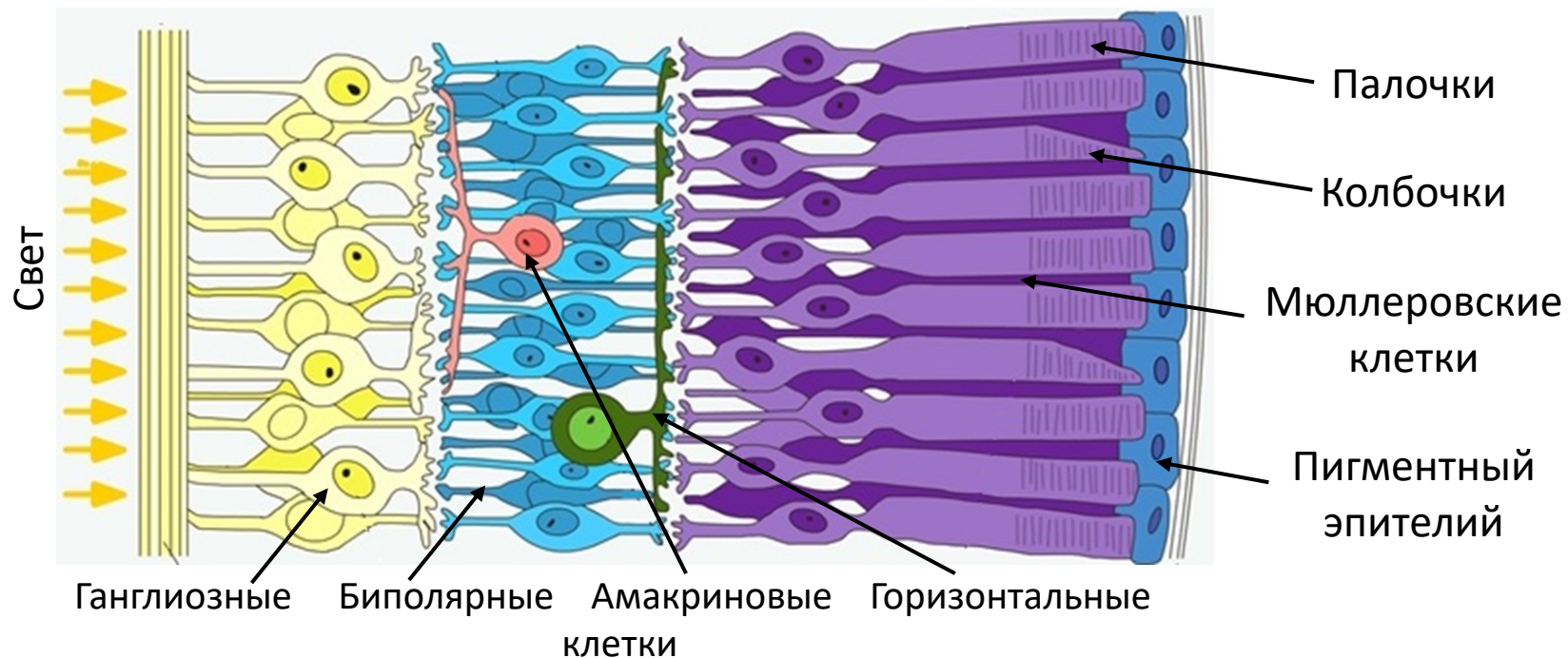
Пятая международная конференция • Школа молодых учёных

**ФИЗИКА —
НАУКАМ О ЖИЗНИ**

Санкт-Петербург • 16–19 октября • 2023



Электроретинография (ЭРГ) — метод изучения функционального состояния сетчатки, основанный на регистрации биопотенциалов, возникающих в ней при световой стимуляции.

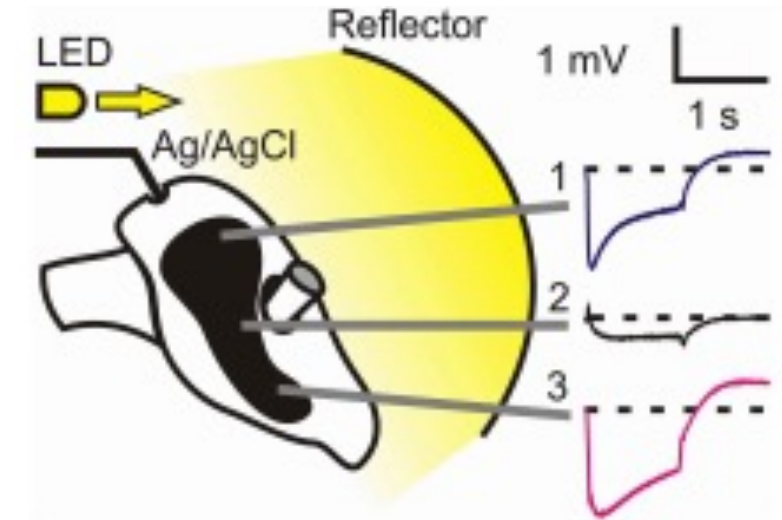
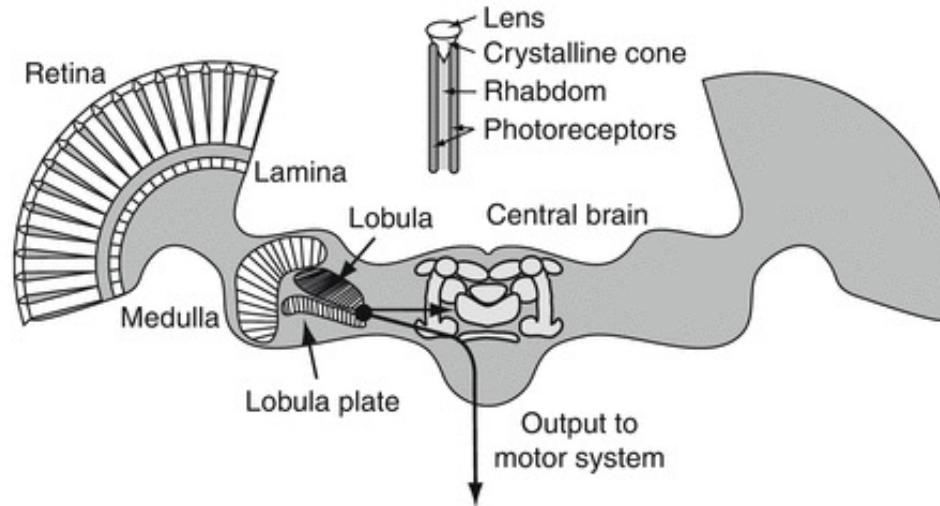


Суммарный ответ от всех клеток сетчатки

- а-волна – фоторецепторы (палочки и колбочки) и Мюллеровские клетки
- б-волна – биполярные, ганглиозные и амакриновые клетки

Типичный ЭРГ-ответ
[The electroretinogram: ERG by Ido Perlman]

ЭРГ у насекомых



- Травмирование или декапитация насекомого
- Инвазивный метод: отведение от участка глаза через отверстие в кутикуле
- Разные форма и амплитуда кривых от разных участков глаз

Регистрация ЭРГ от темноадаптированного декапитированного таракана (French et al., 2015)

Проблема фотоэффекта

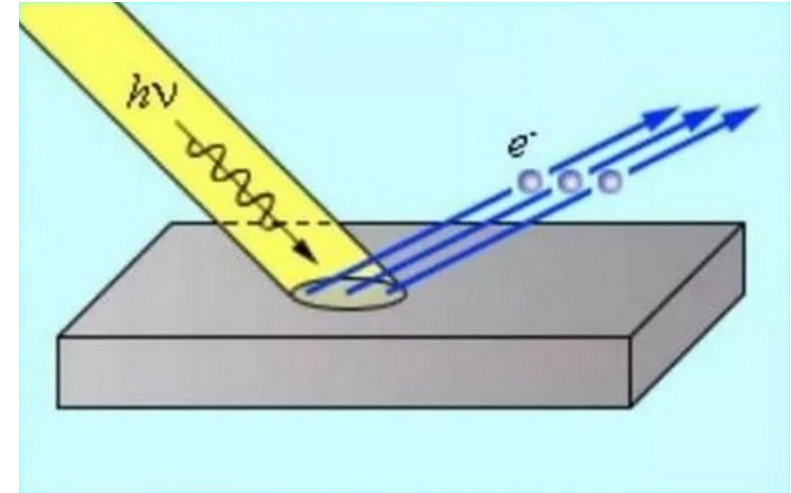
Фотоэффект – выбивание электронов из вещества падающим светом

Хлорсеребряный электрод

- при облучении коротковолновым (УФ) светом возникает фотоэффект

Варианты решения проблемы:

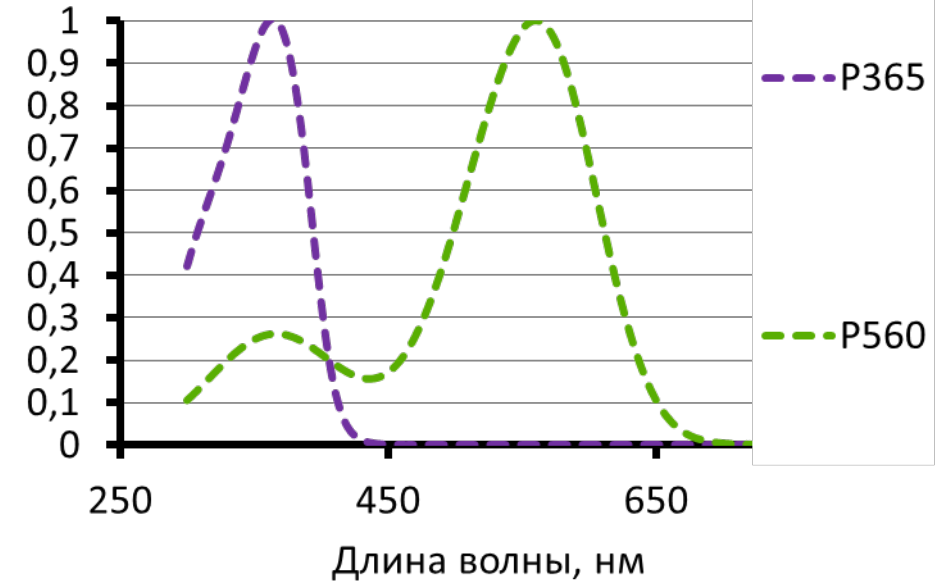
1. Экранирование серебряной части электрода и контакт его через раствор электролита (Sieving et al., 1978)
2. Работа в области длинноволнового света и/или низкой интенсивности (McCulloch, Lakshminarayanan, 2009)
3. Использование альтернативных материалов для электродов



Объект исследования



Чувствительность сложных глаз таракана



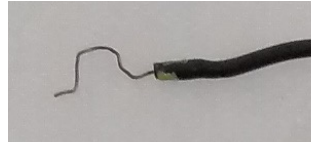
Молодые взрослые самцы тараканов *Periplaneta americana* дикого типа (возрастом 2-5 недель после линьки на имаго)

- ночная активность
- сложная форма глаз
- 2 спектральных типа фоторецепторов

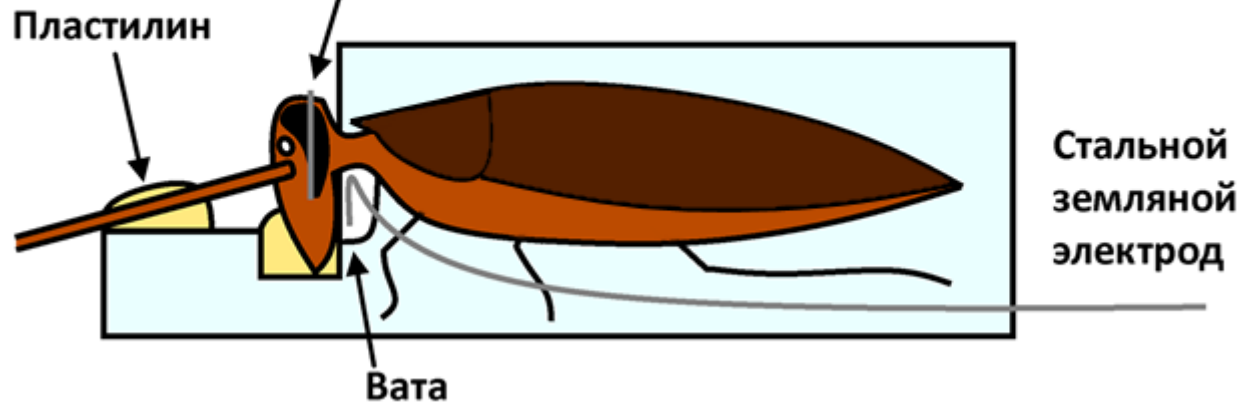
Экспериментальная установка



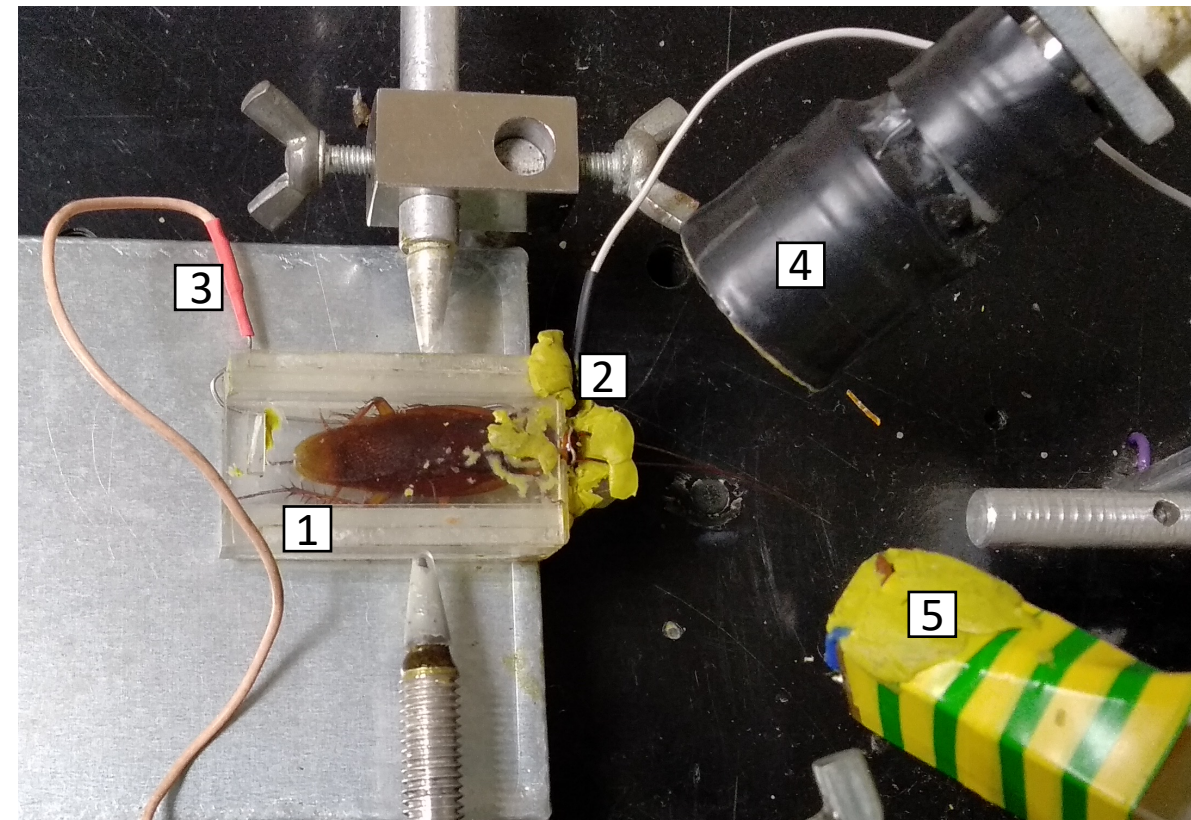
Au отводящий электрод



Ag/AgCl отводящий электрод



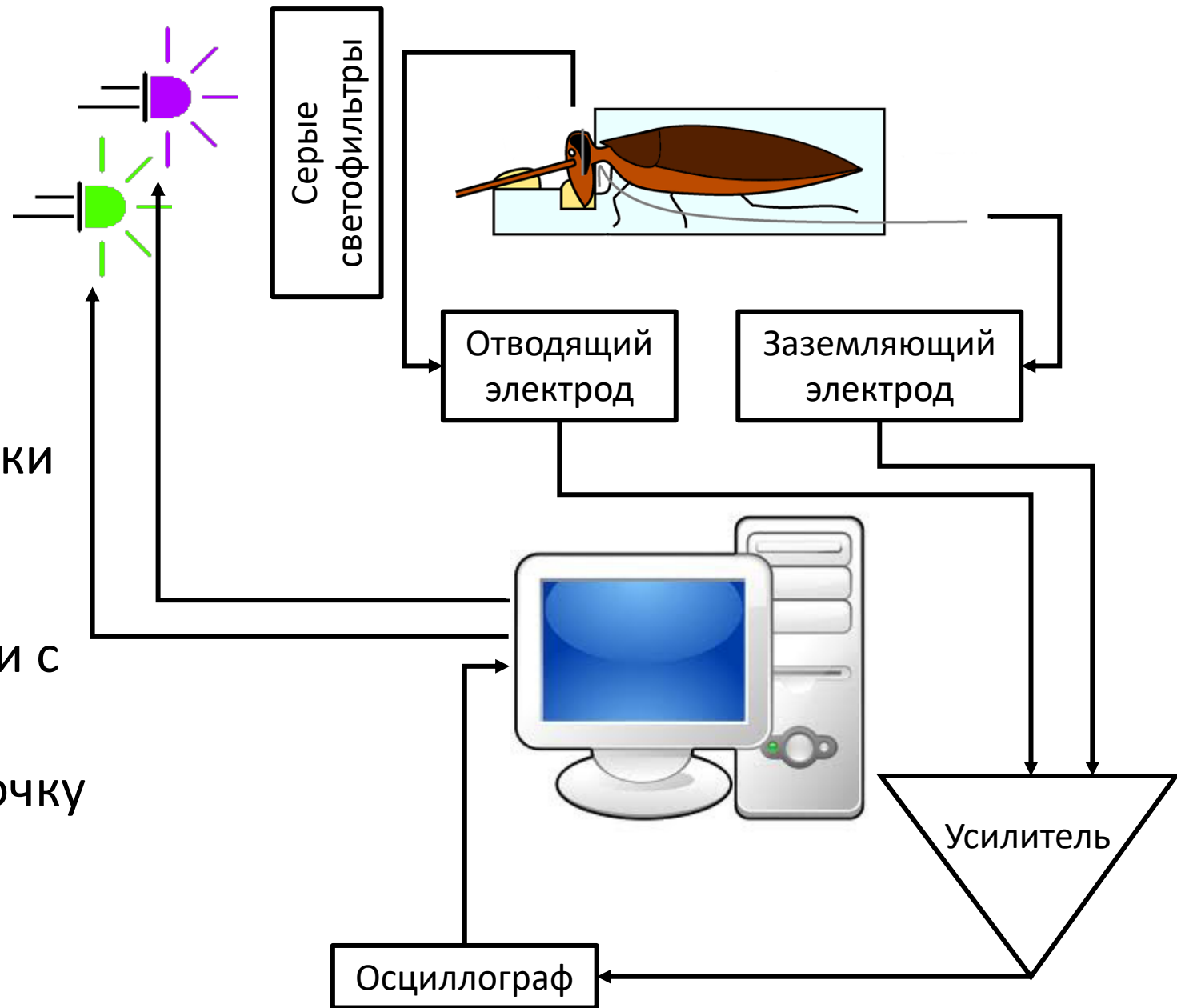
- Нет необходимости наркотизации или травмирования насекомого
- Не нарушается целостность глаза
- Отведение от всей поверхности сложных глаз



- 1 – коробочка для фиксации насекомого;
- 2 – отводящий хлорсеребряный электрод;
- 3 – заземляющий стальной электрод;
- 4 – световод для зеленого света (525 нм);
- 5 – УФ диод (365 нм)

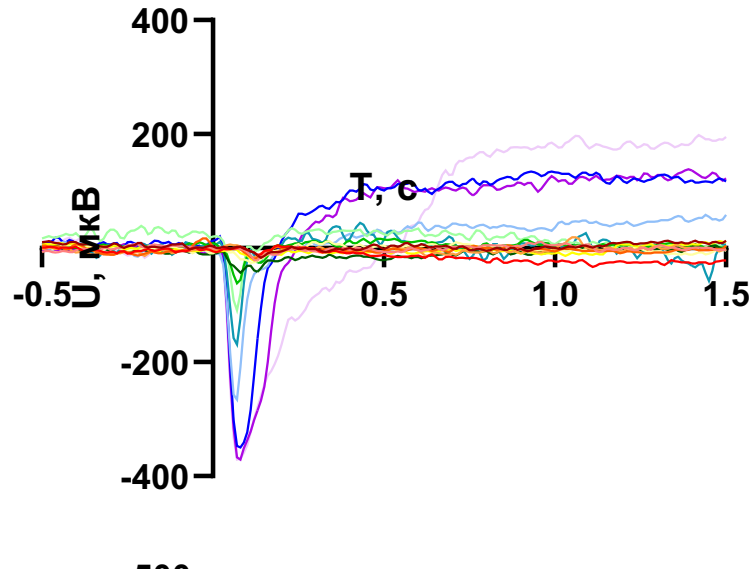
Экспериментальная установка

- зеленый (525 нм) и УФ (365 нм) свет
- 1, 5, 10, 50, 100 и 500 мс вспышки
- интенсивность $3 \cdot 10^4 - 7 \cdot 10^{10}$ фотонов/мм²/мс
- 10 повторов каждой стимуляции с интервалом 15 секунд
- частота дискретизации 10 мс/точку

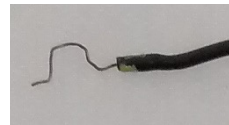


ЭРГ тараканов в ответ на вспышки монохроматического света разной интенсивности и длительности

Зеленый стимул

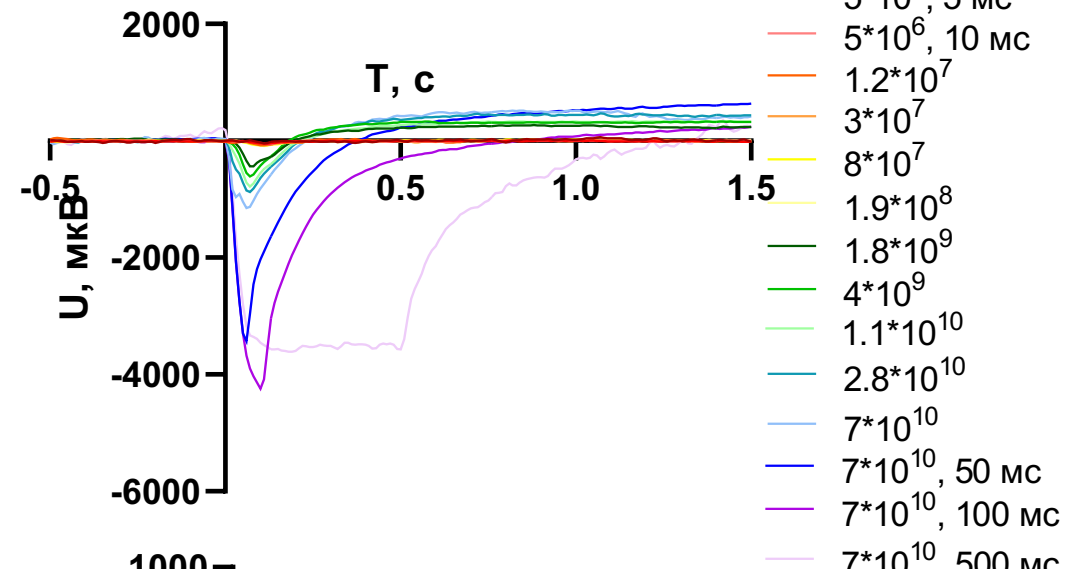


- $3 \cdot 10^4$ фотонов/мм²/мс, 10 мс
- $8 \cdot 10^4$
- $2 \cdot 10^5$
- $5 \cdot 10^5$
- $4 \cdot 10^6$
- $1 \cdot 10^7$
- $2.4 \cdot 10^7$
- $6 \cdot 10^7$
- $1.5 \cdot 10^8$
- $4 \cdot 10^8$
- $8 \cdot 10^8$
- $1.6 \cdot 10^9$
- $1.6 \cdot 10^9$, 50 мс
- $1.6 \cdot 10^9$, 100 мс
- $1.6 \cdot 10^9$, 500 мс

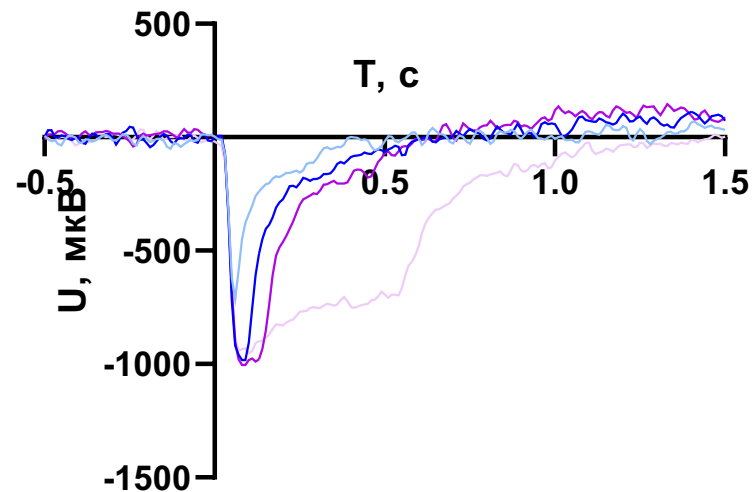


Ag/AgCl

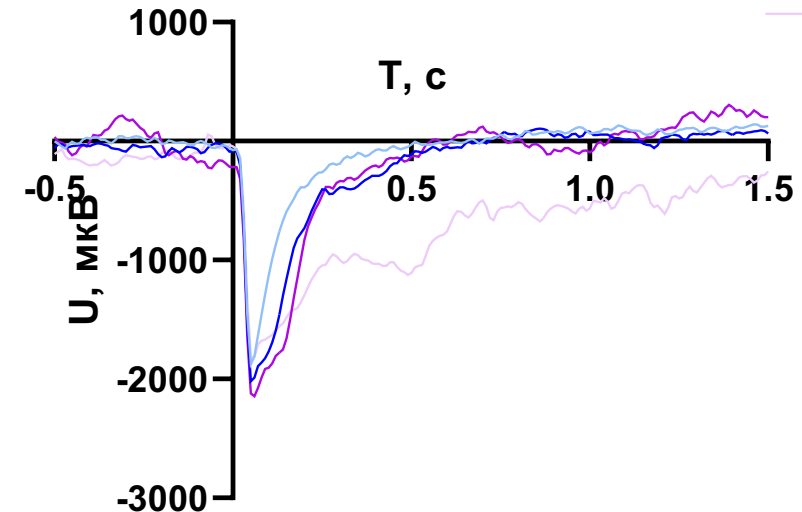
УФ стимул



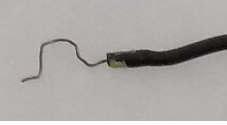
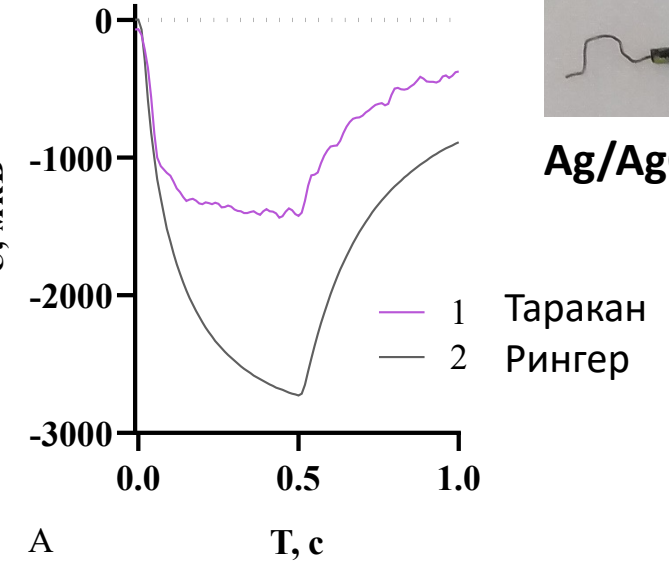
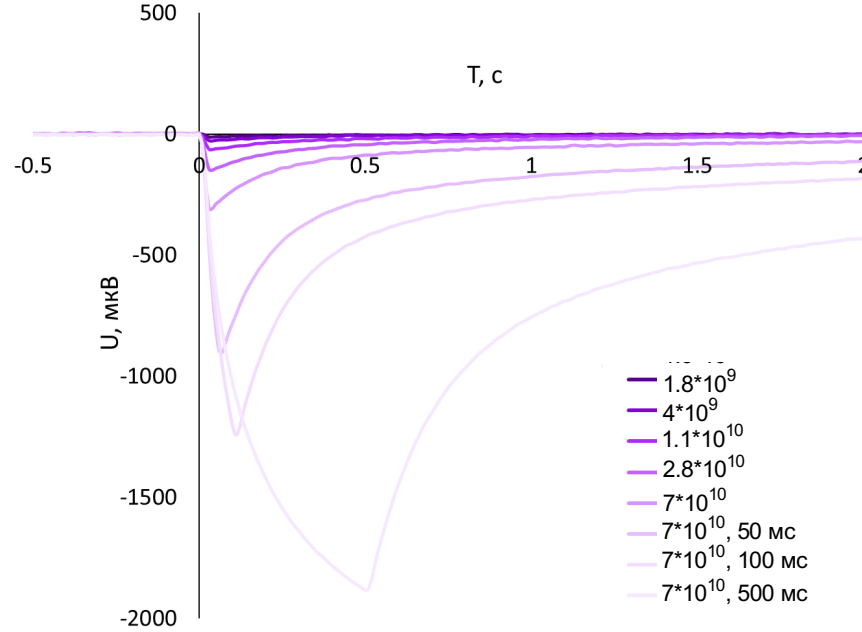
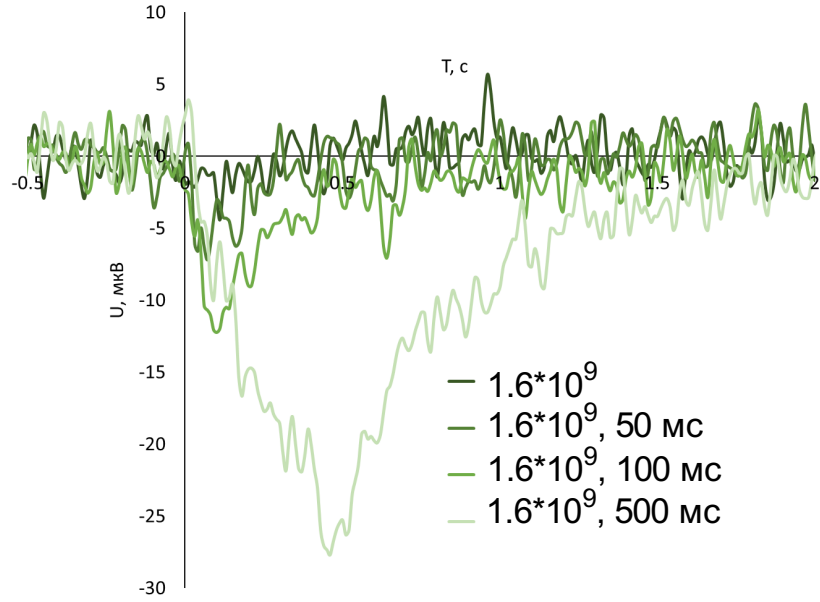
- $5 \cdot 10^6$, 1 мс
- $5 \cdot 10^6$, 5 мс
- $5 \cdot 10^6$, 10 мс
- $1.2 \cdot 10^7$
- $3 \cdot 10^7$
- $8 \cdot 10^7$
- $1.9 \cdot 10^8$
- $1.8 \cdot 10^9$
- $4 \cdot 10^9$
- $1.1 \cdot 10^{10}$
- $2.8 \cdot 10^{10}$
- $7 \cdot 10^{10}$
- $7 \cdot 10^{10}$, 50 мс
- $7 \cdot 10^{10}$, 100 мс
- $7 \cdot 10^{10}$, 500 мс



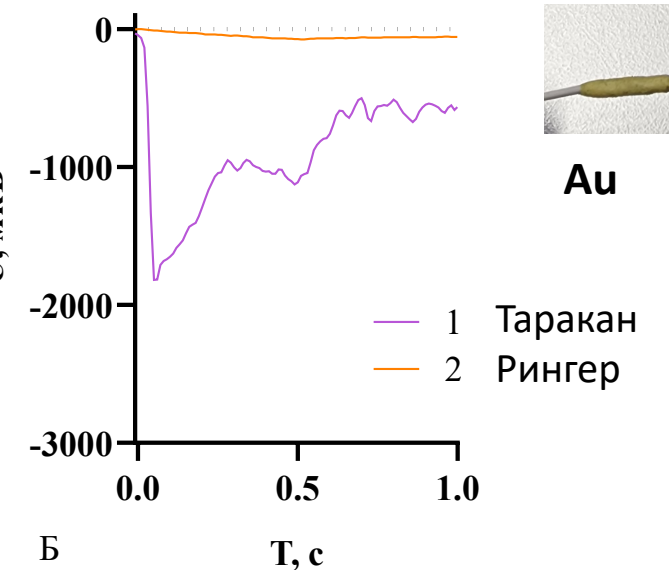
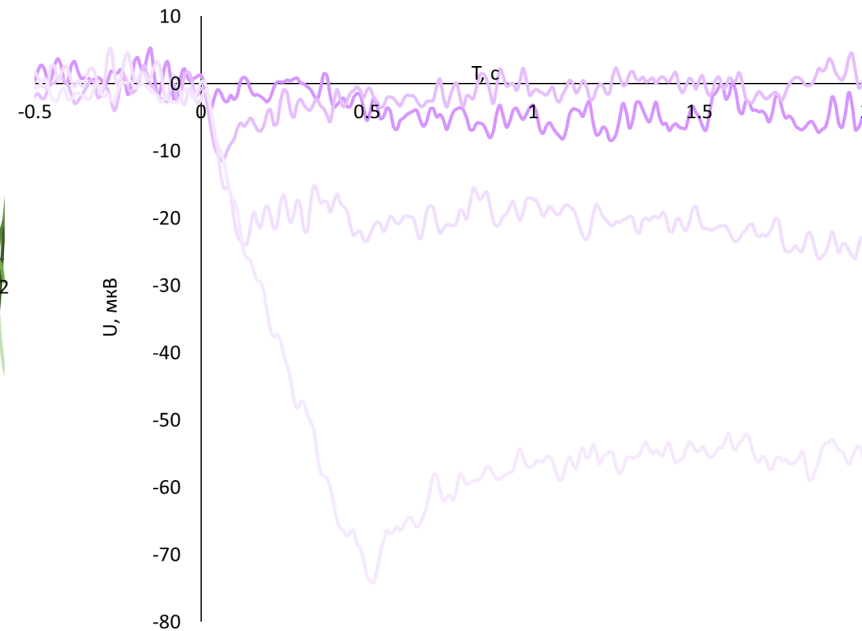
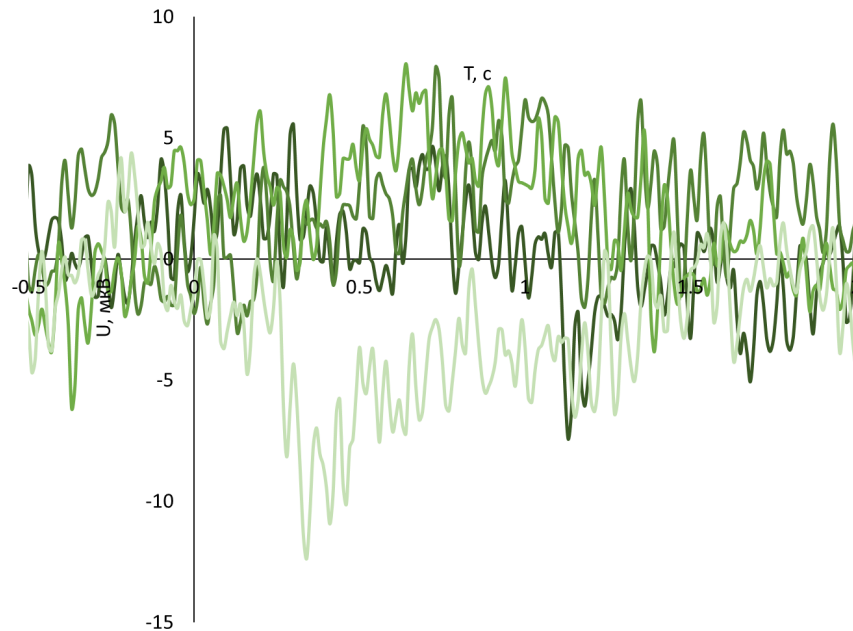
Au



Фотоэффект влияет на форму и амплитуду ответа



Ag/AgCl



Au

Заключение

1. Фотоэффект при регистрации ЭРГ золотым электродом при освещении зеленым или УФ светом даже максимальной интенсивности и длительности незначителен.
2. Форма и величина ответа глаз при регистрации ЭРГ соответствует полученной с помощью хлорсеребряного электрода в области отсутствия фотоэффекта, что делает золотой электрод отличной альтернативой для электрофизиологических исследований зрения.