



Как видят рыбы?

Изучение пути от сетчатки до поведения

Руководители:

Алипер Алексей Тарасович

Николаев Георгий Михайлович

Савицкий Владислав Сергеевич

Решетникова Александра Александровна

Ловать Максим Львович

Студенты кафедры ВНД:

Волкова Екатерина

Комалева Анастасия

Кондратенко Мария

Круглова Руслана

Матисова Татьяна

Новикова Диана

Пасечник Александр

Совина Мария

Черноусова Дарья

Зрительная система ПОЗВОНОЧНЫХ

Только билатеральные
проекции

Ипсилатеральные / билатеральные
зрительные проекции

Костистые рыбы

Пятнистая
панцирная
щука

Стерлядь

Многопёр
Дельгеца

Австралийский
рогозуб

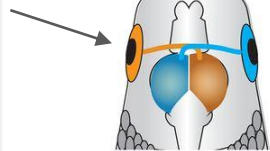
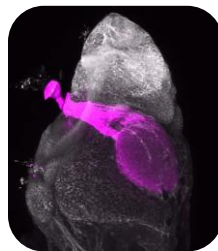
Четвероногие



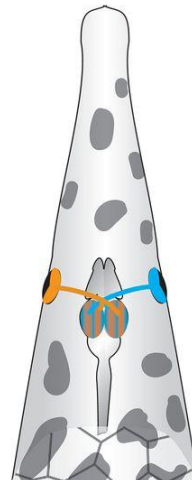
Лучепёрые рыбы

Лопастепёрые рыбы

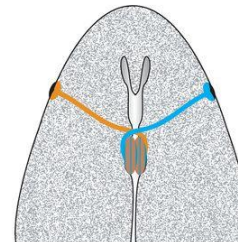
Костные позвоночные



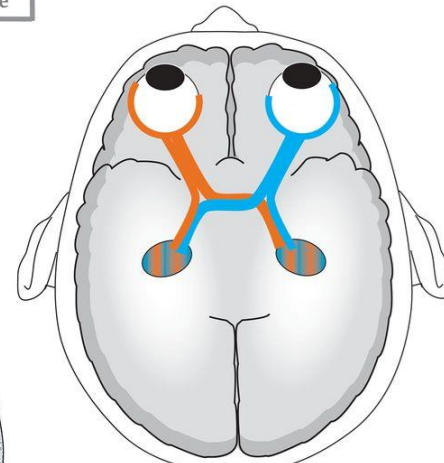
Данио-рерио



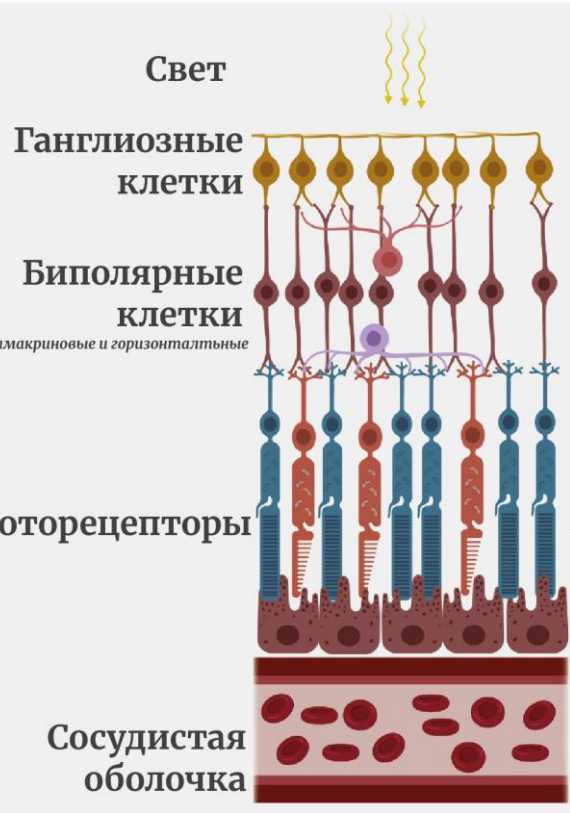
Пятнистая
панцирная
щука



Австралийский
рогозуб



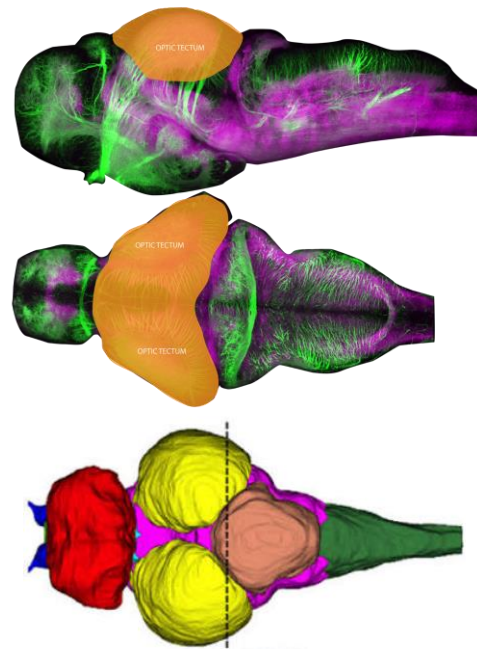
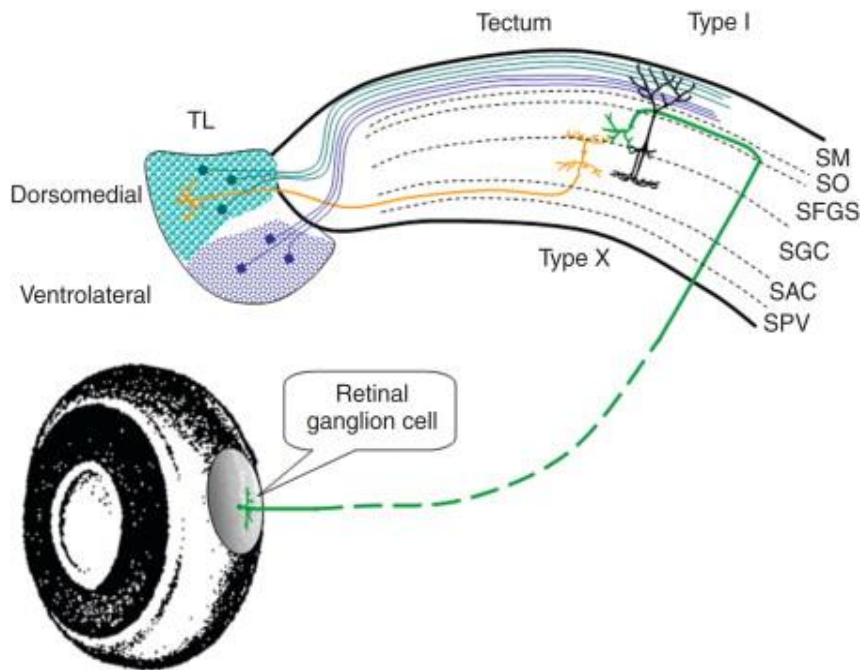
Человек



Тектум

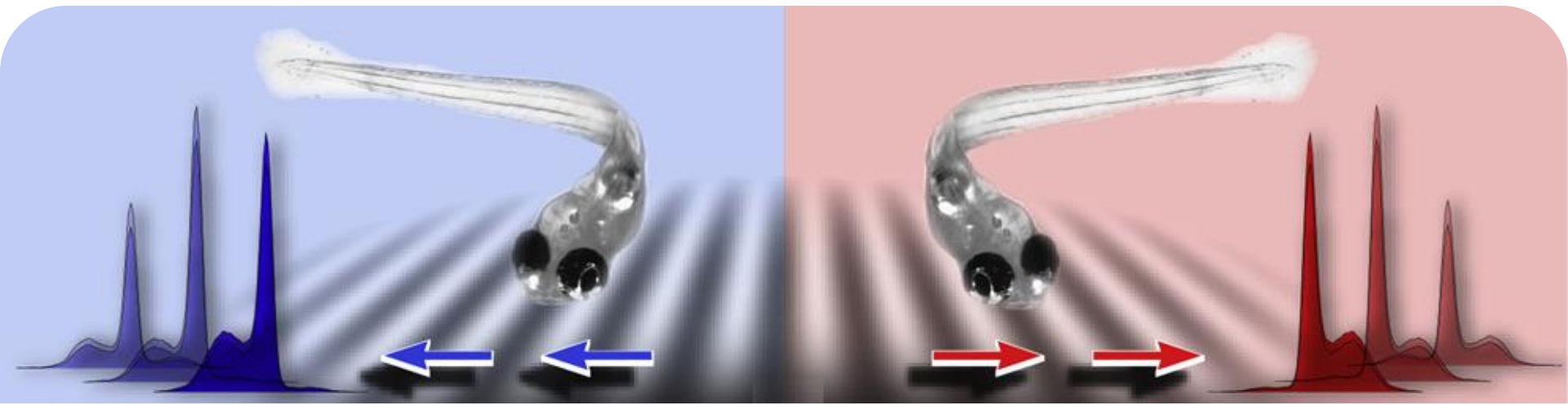
Тектум получает сигналы от сетчатки.

Благодаря связям с покрывкой среднего мозга и ретикулярной формацией ствола мозга он участвует в преобразовании зрительной информации в команды для ориентировочных (локомоторных) реакций



Поведенческие ответы рыб на зрительные стимулы

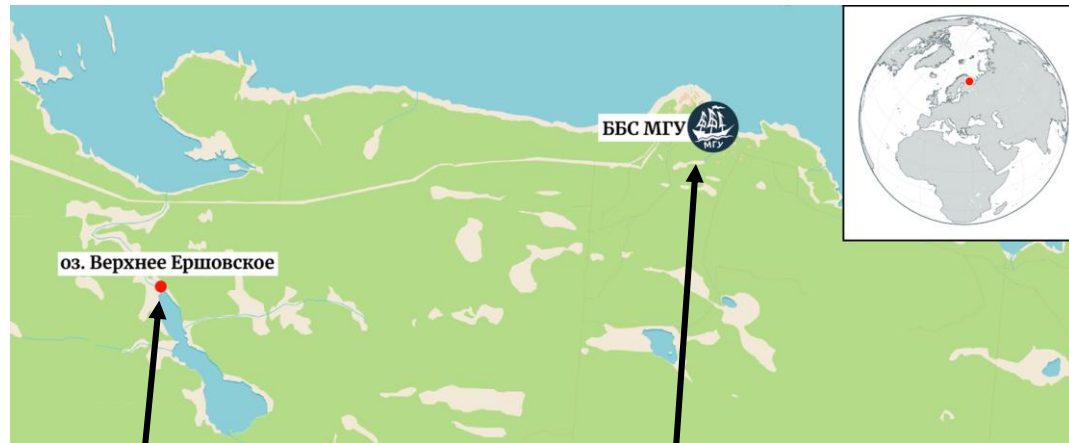
Оптомоторная реакция (ОМР) – компенсаторная двигательная реакция на движение зрительного поля, при которой рыба плывёт в направлении его перемещения. Эта реакция уменьшает смещение изображения на сетчатке и способствует стабилизации положения относительно окружающей среды.



Объекты наших исследований

Для исследования ответов сетчатки и ретинальных проекций в тектуме использовали навагу, выловленную в море у ББС. Её относительно крупный глаз удобен для электрофизиологических регистраций.

Оптомоторную реакцию изучали у трёхиглых колюшек, выловленных в озере. Их небольшие размеры удобны для работы с большими выборками, а разнообразие поведенческих реакций позволяет исследовать сложные формы поведения.



Gasterosteus aculeatus



Eleginus navaga

Уровень 1 – ответы сетчатки

Цель работы: Зарегистрировать реакцию сетчатки глаза наваги (*Eleginus nawaga*) на световую стимуляцию.

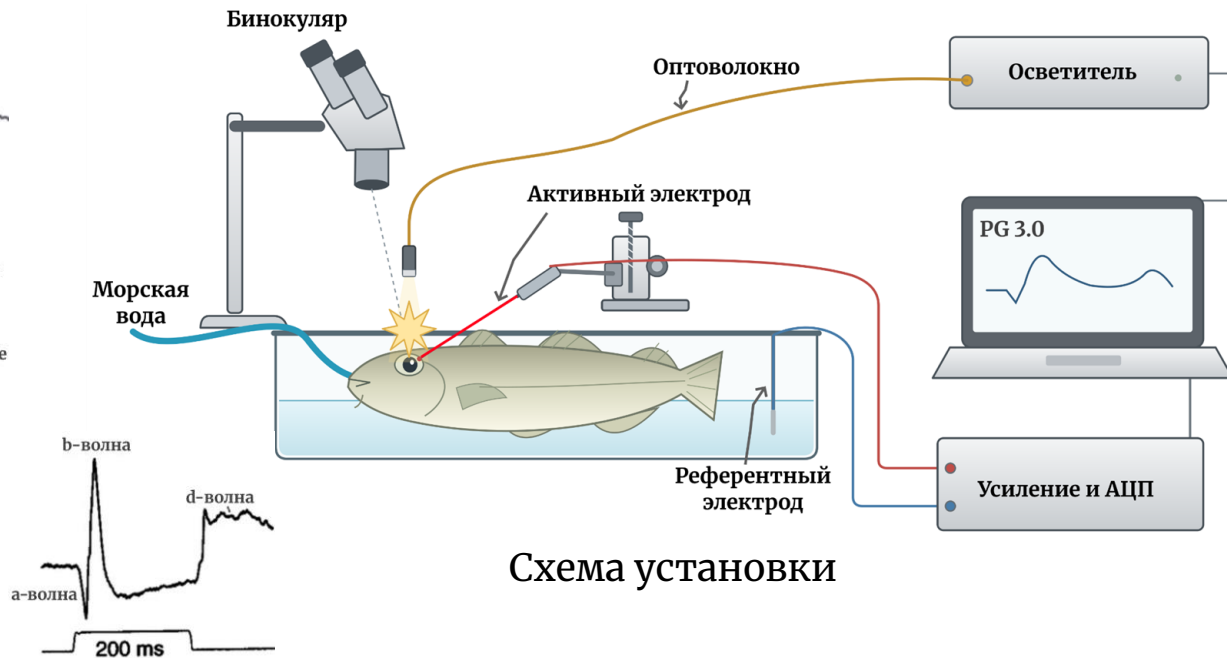
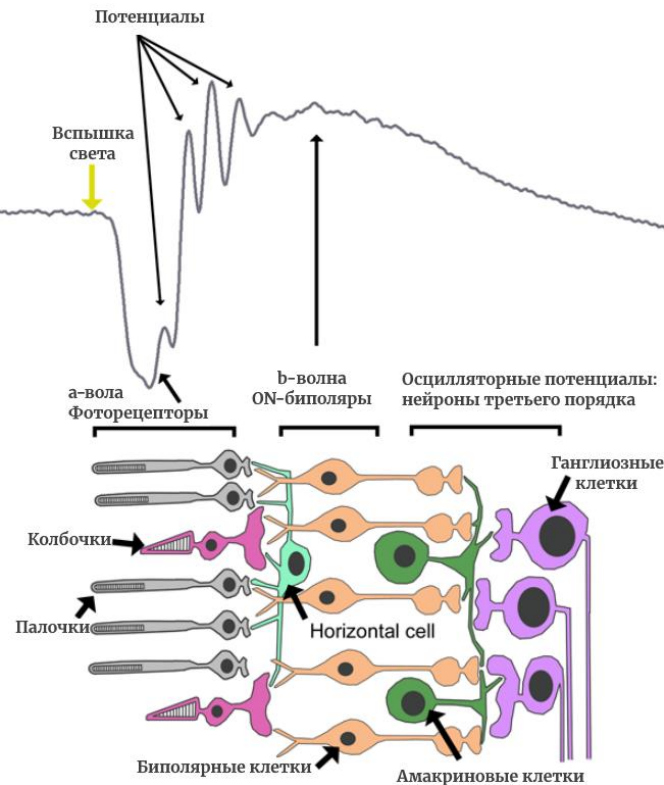


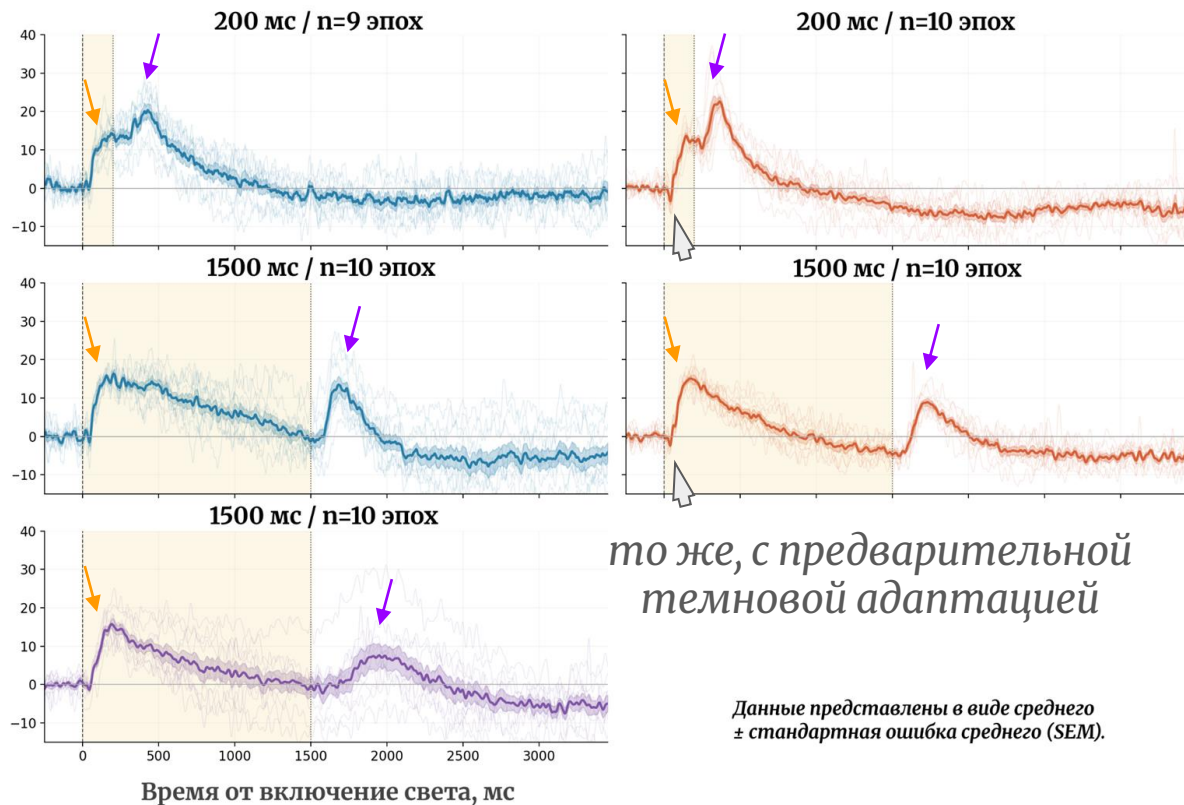
Схема установки

Усредненные записи электроретинограммы

Ответы на вспышки
длительностью 200 и 1500 мс,
усреднены по 9-10
повторениям в каждой записи.

При длительной вспышке
ответы на включение (b) и
выключение (d) света
отчетливо разделены во
времени; при короткой –
частично перекрываются.

После темновой адаптации
появляется а-волна



при рассеянном световом фоне

Уровень 2 – ответы ганглиозных клеток в тектуме

Цель работы: Исследовать ответы ретинальных проекций в тектуме *Eleginus nava*ga.

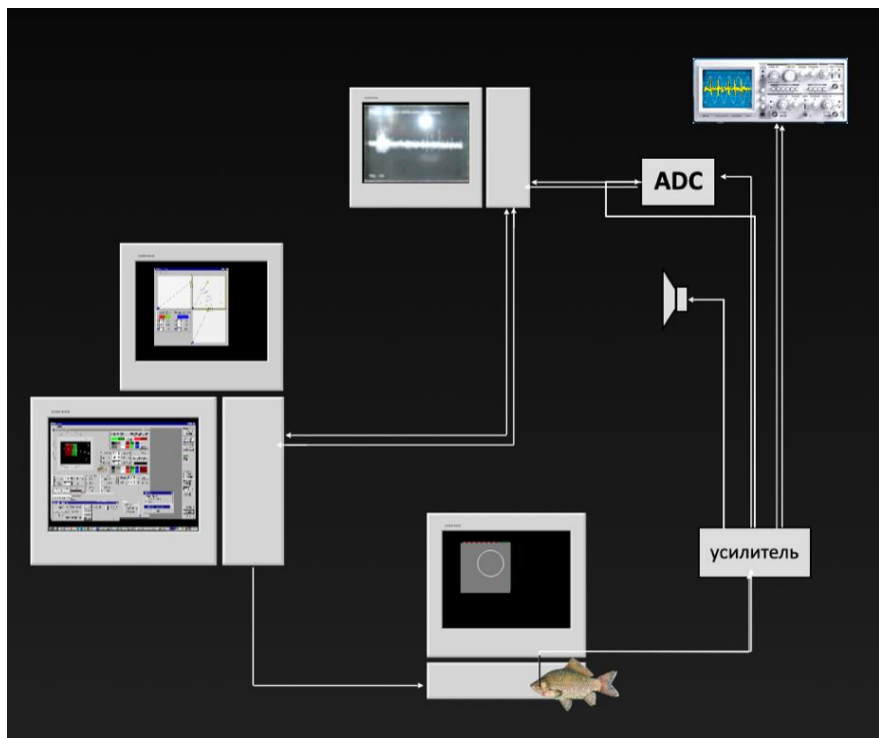
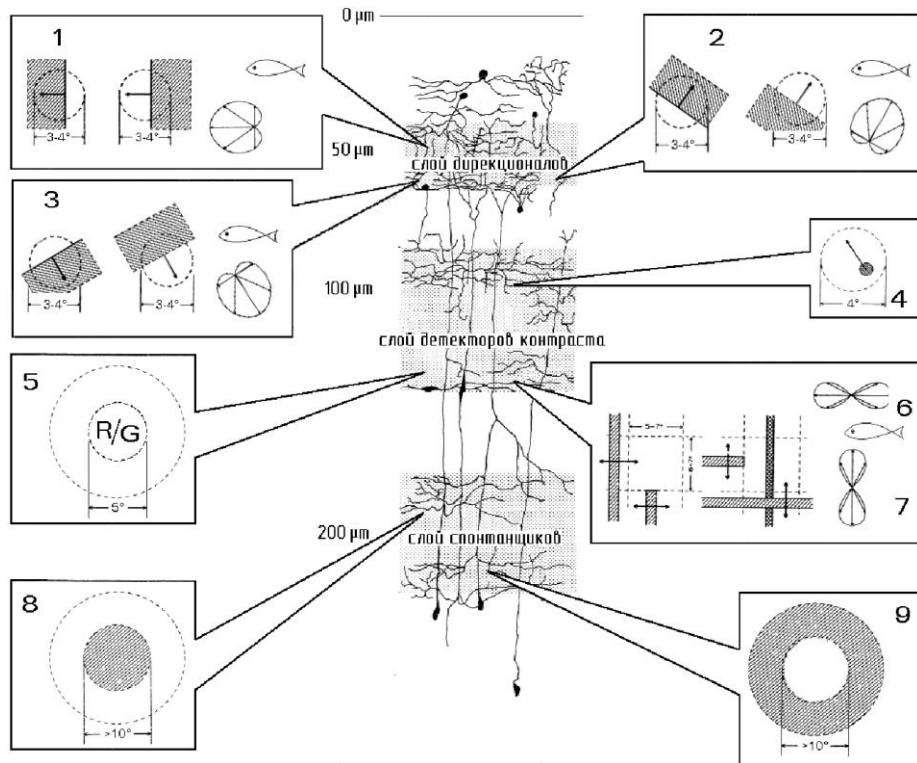


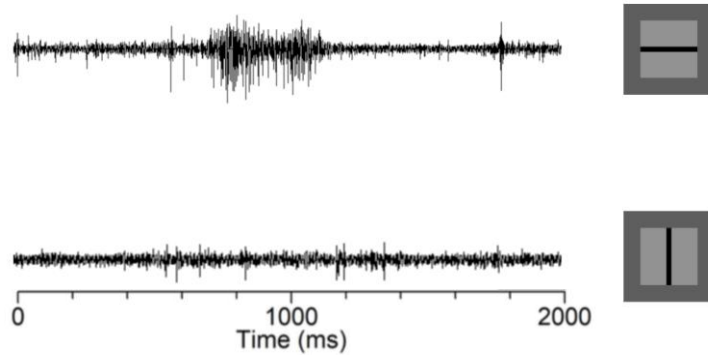
Схема установки



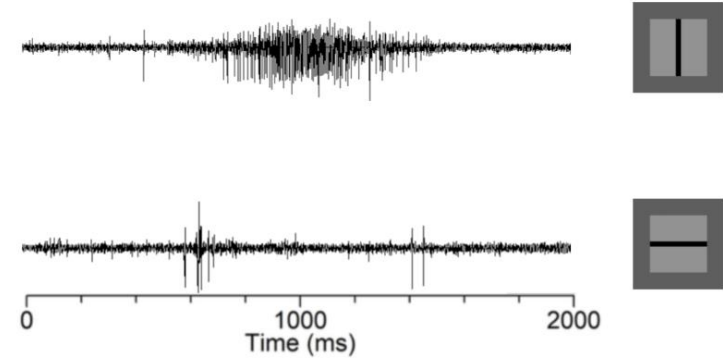
Типы направленно-избирательных ганглиозных клеток сетчатки

Результаты: обнаружены специфические нейроны-детекторы в тектуме

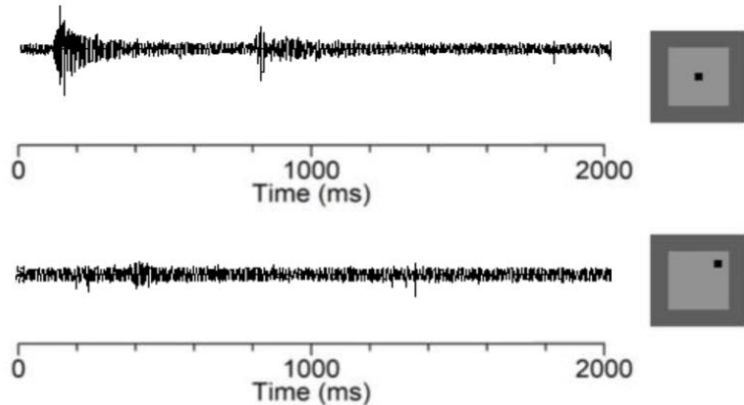
Детектор горизонтального края



Детектор вертикального края



Детектор темного пятна



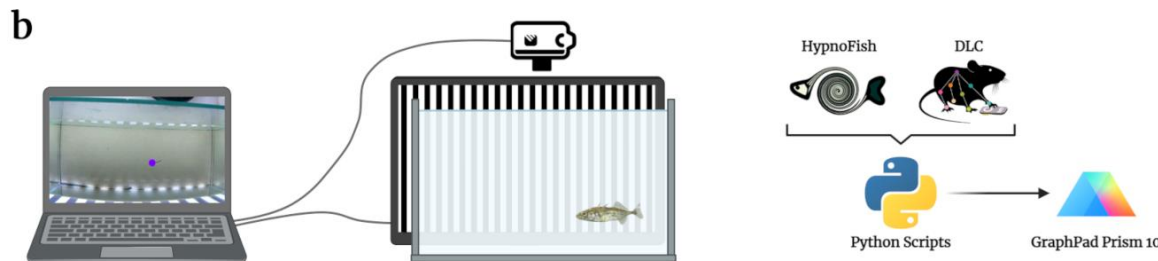
В записях выявлены популяционные клеточные ответы в ответ на стимулы при их разной ориентации, направлении движения и расположении.

Эти наблюдения согласуются с функциональной специализацией зрительных путей у других видов рыб

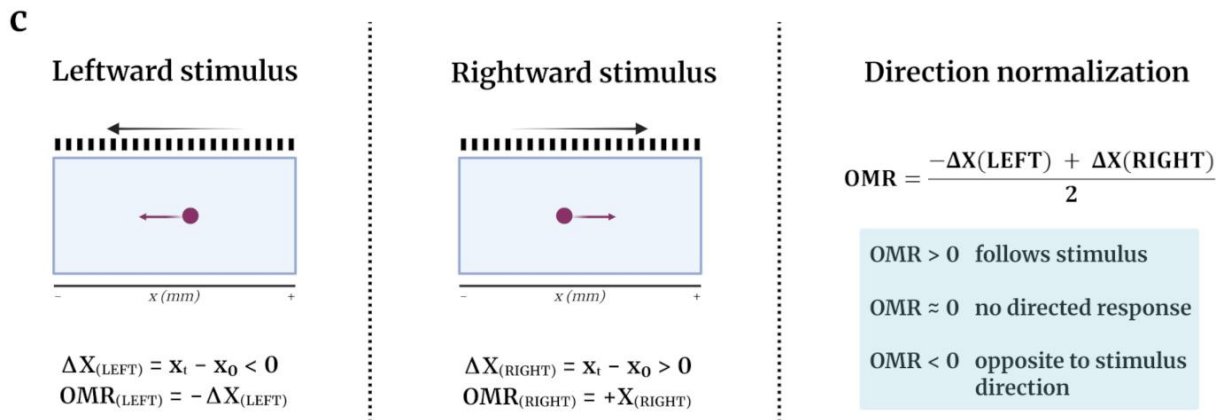
Уровень 3 – исследование оптомоторной реакции

Цель работы: Оценить выраженность оптомоторной реакции у мальков трёхиглой колюшки при различных протоколах стимуляции

Схема установки



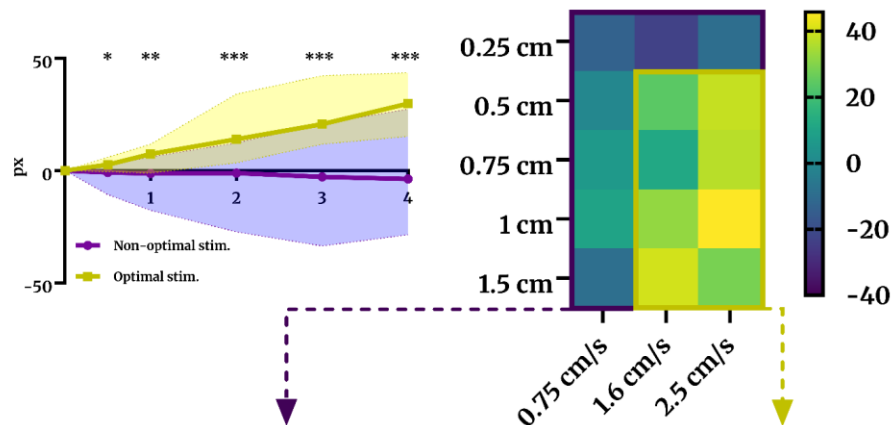
Анализ направления
движения рыбы



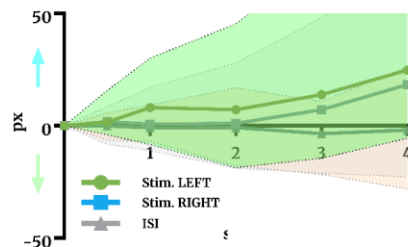
Рыбы смещаются вслед за стимулом

Освоен количественный анализ временной динамики ОМР по видеозаписям: отслеживали перемещение рыб в направлении движения полос на протяжении предъявления стимула.

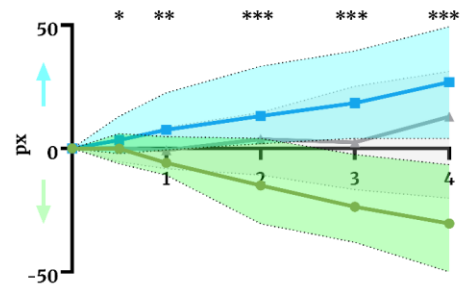
При высокой скорости движения широкие полосы вызывали более выраженную ОМР.



При НЕ оптимальной стимуляции

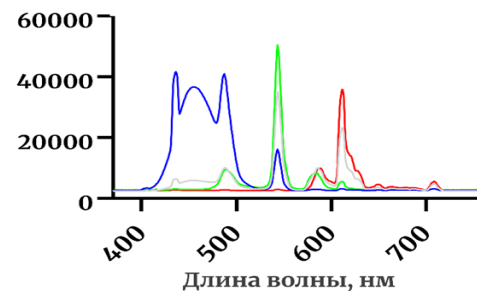
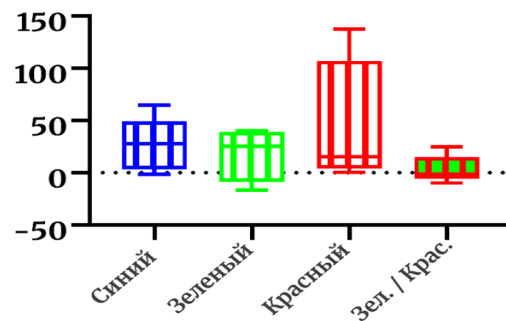
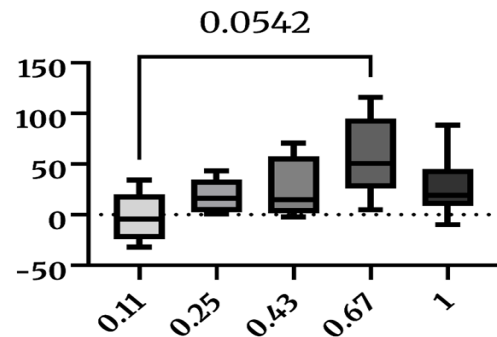


При оптимальной стимуляции

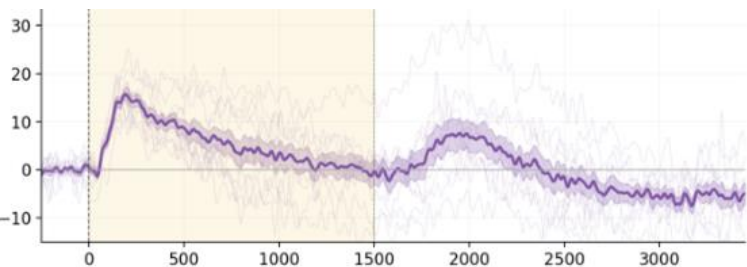


Параметры стимула изменяют выраженность поведенческой реакции

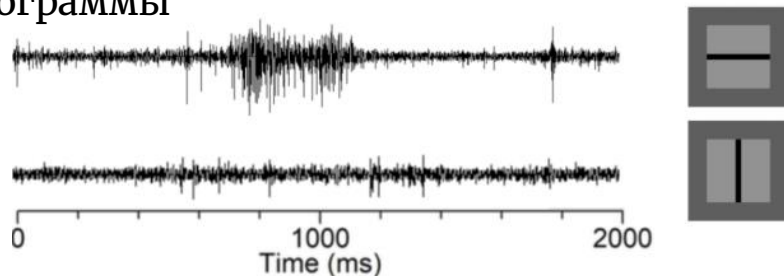
- 1) **Контраст Микельсона** ($1,00-0,11$): при минимальном контрасте ОМР была значимо слабее
- 2) **Цветовой состав**: положительные значения ОМР наблюдались для сине-белых, зелёно-белых и красно-белых полос. При этом **красно-зелёные** полосы вызывали наименьший ответ (Цветовые стимулы были выровнены по фотометрической освещённости – 12 лк)



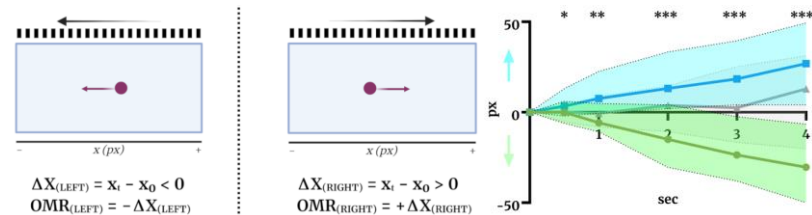
Освоенные методы регистрации



Регистрация электроретинограммы

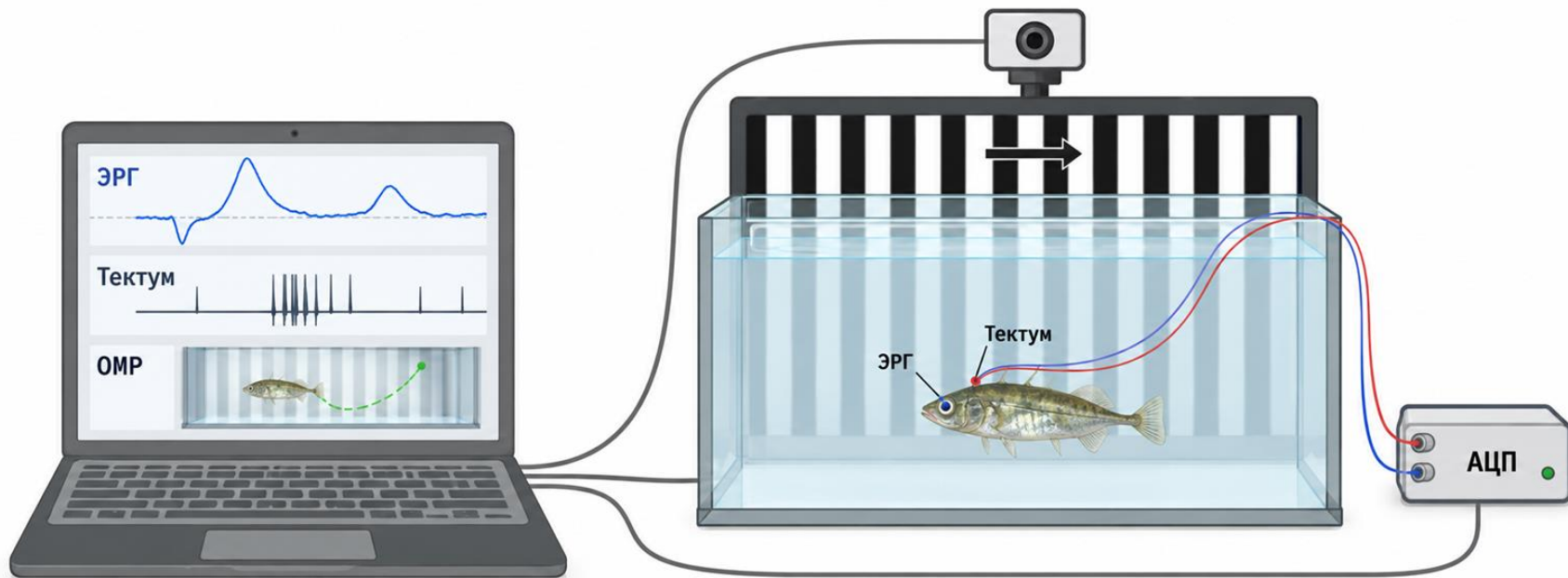


Регистрация ответов ганглиозных клеток в текуче



Регистрация и количественная оценка оптомоторной реакции

А что если...





Благодарности

