

РЕФЛЕКСЫ РЫБ**Залетова В.Д.***г. Челябинск, МАОУ «СОШ № 5», 2 класс**Руководитель: Тавченкова О.Н., г. Челябинск, МАОУ «СОШ № 5»,
учитель начальных классов высшей категории*

Многие ошибаются, считая, что рыбы глупые и невосприимчивые существа. Действительно, некоторые первоначально приобретают аквариум как исключительно декоративный предмет. Однако, наблюдая за рыбами, многие аквариумисты приходят к выводу, что рыбы не просто являются украшением интерьера, они живые создания, интересные своим поведением. **Актуальность** работы заключается в том, что эксперимент по выработке условного рефлекса у аквариумных рыбок учит нас внимательно относиться к живым существам, которые населяют мир вокруг нас, помогает нам наладить пути взаимодействия с живыми организмами. Эти знания, в свою очередь, дают нам возможность сделать среду обитания живых существ более комфортной, откликаться на нужды тех, чья жизнь зависит от нашего поведения.

Цель работы: изучить выработку условного рефлекса у разных видов аквариумных рыб.

Объект исследования: аквариумные рыбки.

Предмет исследования: условные рефлексы у рыб.

Гипотеза исследования: предположим, что при помощи полученных в ходе эксперимента знаний, можно выработать условные рефлексы рыб.

В соответствии с целью и гипотезой поставлены следующие **задачи**:

1. изучить поведение рыб, их условные и безусловные рефлексы;
2. определить и описать рыб, обитающих в моём аквариуме;
3. провести эксперименты по выработке условных рефлексов у рыб.

В работе использованы следующие **методы** исследования: изучение научной литературы и материалов сети Интернет, описание, наблюдение, анализ.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что её результаты могут быть представлены на уроках окружающего мира при изучении рыб.

Мы считаем, что результаты исследования имеют **практическое значение** – помощь в организации наиболее комфортной среды обитания аквариумных рыбок.

*Поведение рыб.**Условные и безусловные рефлексы*

Рыбы – позвоночные животные, обитающие в воде. Условия обитания рыб и поведение их взаимосвязаны. Каждый вид рыб имеет врожденные и приобретенные реакции на окружающий мир. Уровень развития данных реакций обусловлен степенью развития в процессе эволюции органов чувств и центральной нервной системы [3].

Деятельность всех органов тела у рыб и организма в целом регулируется нервной системой. Она состоит из нервной ткани, головного и спинного мозга.

Головной мозг рыб состоит из обонятельных частей, полушарий переднего мозга, промежуточного мозга с гипофизом, визуальных частей (среднего мозга), мозжечка и удлинённого мозга.

Неплохо у рыб развита память, они могут запомнить своих владельцев, отличить их от других людей.

Большое значение в жизни и поведении рыб занимает зрение. Наверняка, все замечали, что когда подносишь корм, рыбки сразу оживляются, следят за движением руки. Роговая оболочка глаза рыб слабо выпуклая, хрусталик шарообразной формы, отсутствуют веки. Зрачок не способен сокращаться и увеличиваться. Вследствие сокращения мышц серповидного отростка хрусталик глаза может отходить назад, таким образом, достигается приспособляемость и настройка зрения рыб [4, с. 93]. Рыбы отличают яркость света, подбирают наиболее оптимальные для данного вида зоны. Большая часть рыб видят тон объекта.

Органы обоняния рыб размещены в ноздрях, представляющих собой простые углубления со слизистой оболочкой, пронизанной разветвлением нервов, идущих от обонятельной части мозга. При помощи поступающих через ноздри сигналов рыбка может ухватить аромат еды или противника на достаточно приличной дистанции [4, с. 8].

Органы вкуса рыб презентованы вкусовыми сосочками. Любопытно, что у большинства типов рыб размещаются сосочки не только лишь во рту, но и на усиках, голове и по бокам туловища, аж до хвостового стебля [4, с. 17].

У очень многих рыб хорошо сформировано осязание, в особенности это относится к большинству донных рыб и обитателей мутной воды. Усики рыб – это органы их осязания. Усиками рыбы ощупывают разнообразные объекты и животных, обнаруживают еду, ориентируются на местности.

Наружного уха у рыб нет. Органы слуха представлены внутренним ухом. Внутреннее ухо состоит из трех полукружных каналов с ампулами, овального мешочка и круглого мешочка с выступом (лагеной). Звуки дают возможность рыбам ориентироваться в водном пространстве, обнаруживать еду, спасаться от противников, привлекать особей противоположного пола.

Несмотря на известную поговорку, рыбы не настолько уж немые. Разумеется, вряд ли рыбы смогут обрадовать нас мелодичными созвучиями. Издаваемые некоторыми рыбами звучания человек способен четко слышать на большом расстоянии. Звуки отличаются по высоте и интенсивности. Как правило, рыбы используют звуковые сигналы в период размножения [4, с. 97].

В коже боковой поверхности находится уникальный орган чувств – боковая линия. Как правило, боковая линия является системой углублений или каналов в коже головы и тела с нервными окончаниями в глубине. Соединена вся система нервами с внутренним ухом. Она предназначена для восприятия низкочастотных колебаний, что дает возможность выявлять передвигающиеся предметы. Благодаря линии, рыба приобретает данные о течении и направлении воды, ее химическом составе, давлении, «чувствует» инфразвуки.

Рыбы меняются данными и делают это, используя разнообразные сигналы: звуковые, зрительные, электрические и прочие. Для рыб, обитающих стаями, взаимодействие необходимо: оно может помочь обнаружить питание, спастись от хищников, подобрать брачного партнера и осуществлять прочие значимые для рыб дела [1].

Виды аквариумных рыб для наблюдения

Гуппи (лат. *Poecilia reticulata*) – пресноводная живородящая рыба. Размер самцов 1,5–4 см; стройные; породистые особи часто с длинными плавниками; окраска часто яркая. Размер самок 2,8–7 см; плавники всегда пропорционально меньше чем у самцов; самки из природных мест обитания и многих пород серые с выраженной ромбической сеткой чешуи, за что вид и получил своё название: *reticulum* с лат. – сетка, сеточка.

Самая популярная и неприхотливая аквариумная рыбка. В домашнем аквариуме населяет все слои. В неволе живёт дольше

и вырастает больше, чем в природе. В аквариумах чаще всего содержатся различные породы гуппи либо результат их смешения [2, с. 165].

Весьма миролюбивы и способны уживаться с разными видами рыб. Важно только учитывать невозможность длительного проживания гуппи поодиночке. Поэтому заселять этих рыбок в аквариум необходимо парами или группами. Оптимальной постоянной температурой воды является диапазон +24–26 °С.

Гуппи неприхотливы, но максимального расцвета могут достичь только при благоприятных условиях. Потомство самых породистых родителей в плохих условиях не достигнет ни их яркости, ни их пышности плавников. Гуппи могут жить в стакане воды, но это скорее существование, нежели жизнь [5, с. 27].

Аквариумная рыбка суматранский **барбус** (лат. *Puntius tetrazona*, а ранее *Varbus tetrazona*), это яркая и активная рыбка, которая оживит любой биотоп. Это некрупная рыбка, с желтовато-красным телом и черными полосами, за которые в английском языке он даже получил название тигровой барбус [2, с. 167].

Содержать несложно и он отлично подходит для аквариумистов разного уровня. Они достаточно выносливы, при условии, что вода чистая и в аквариуме соблюден баланс. В аквариуме с суматранскими барбусами лучше посадить много растений, но важно, чтобы было и свободное место для плавания. Впрочем, нежные побеги растений они могут и обгрызать, хотя делают это довольно редко. Видимо при недостаточном количестве растительной пищи в рационе [5, с. 30].

У суматранского барбуса высокое, округлое тело с заостренной головой. Это некрупные рыбки, в природе они вырастают до 7 см, в аквариуме несколько меньше. При хорошем уходе живут до 6 лет. Цвет тела желтовато-красный, с очень заметными черными полосами. Плавники окрашены красным. Также в это время у них краснеет и мордочка.

Едят все виды живых, замороженных или искусственных кормов. Желательно кормить его наиболее разнообразно, для поддержания активности и здоровья иммунной системы. Например, основу рациона могут составлять качественные хлопья, а дополнительно давать живые корма – мотыль, трубочник, артемию и коретру. Так же желательно добавлять хлопья содержащие спирулину, так как могут портить растения.

Аквариумная рыбка **неон** голубой или обыкновенный (лат. *Paracheirodon innesi*) давно известна и очень популярна. Своим

появлением в 1930 году он создал фурор и не потерял популярно вплоть до наших дней. Стая голубых неонов в аквариуме создает завораживающий вид, который не сможет оставить равнодушным. Именно эти факторы сделали его таким популярным.

Наиболее комфортно неоны себя чувствуют в стайке от 6 особей, именно в ней раскрываются самые яркие цвета окраски. Неоны очень мирные и желанные жители общих аквариумов, но содержать их нужно только с некрупной и такой же мирной рыбой. Маленькие размеры и мирный нрав, плохие помощники против хищных рыб!

Выделяет неона прежде всего ярко-синяя полоса идущая через все тело, которая делает его очень заметным. А контрастом к ней, идет ярко-красная полоса, которая начинается с середины тела и идет до хвоста, чуть заходя на него.

Сами по себе голубые неоны – чудесные и мирные рыбки. Никого никогда не трогают, уживаются с любыми мирными рыбами. Но вот они как раз и могут стать жертвой других рыб, особенно, если это крупная и хищная рыбка типа мечерота или зеленого тетрадона. Можно содержать с крупной, но не хищной рыбой, например, со скаляриями. С какими рыбками уживаются неоны? С гуппи, пецилиями, кардиналами, меченосцами, радужницами, барбусами и тетрами [5, с. 35].

Бойцовая рыбка или петушок (лат. *Betta splendens*), неприхотлив, красив, но может забивать самку и других самцов. Он типичная лабиринтовая рыба, то есть может дышать атмосферным кислородом [2, с. 165]. Именно аквариумный петушок, да еще его родственник – макропод, были одними из первых аквариумных рыбок, которых завезли в Европу из Азии. Но задолго до этого момента, бойцовую рыбку уже разводили в Таиланде и Малайзии.

Популярность рыбка получила за свой роскошный внешний вид, интересное поведение и способность жить в маленьких аквариумах. А еще он легко разводится и так же просто скрещивается, как результат – множество вариаций окраски, отличных во всем, начиная от цвета, и заканчивая формой плавников.

Петушок просто отлично подходит для начинающих и тех аквариумистов, которые не могут позволить себе большой аквариум. Ему нужен самый минимум, как в объеме, так и в питании. А еще он неприхотлив, крепок, всегда есть в продаже. За счет своего лабиринтового аппарата, может выживать в воде бедной на кислород, и в очень маленьких аквариумах.

Отличить самца от самки у петушков очень просто. Самец крупнее, ярче окра-

шен, у него большие плавники. Самки бледнее, мельче, плавники маленькие, а брюшко заметно округлее. К тому же держится она скромно, стараясь держаться укромных уголков, и не попадаться на глаза самцу.

Выработка условных рефлексов у аквариумных рыб

В выработке условных рефлексов рыбы принадлежат к наиболее примитивным позвоночным. Тем не менее, различные представители этого класса дают нам замечательные образцы сложных форм поведения, которые заслуживают того, чтобы исследовать их.

В ответ на различные раздражители внешней среды, воспринимаемые органами чувств, рыбы отвечают довольно ограниченным числом двигательных реакций: подплывают или уплывают, ныряют, схватывают пищу ртом, избегают препятствий, которые мешают проплыванию, и т. д. Световой раздражитель в зависимости от его яркости и качественного состава действует различно на рецепторы глаз рыбы и вызывает соответствующий нервный импульс, который передается по чувствительным нервам в мозг, а отсюда рефлекторно устремляется по двигательным нервам к коже. Расположенные в коже рыб пигментные клетки под влиянием нервных импульсов претерпевают изменение. От этого и происходит рефлекторное изменение цвета тела [3].

Для успешного проведения эксперимента по выработке условного рефлекса необходимо соблюдать следующие требования:

1. Кормить рыбок в разное время, иначе вырабатывается условный рефлекс на время.
2. Первым должен действовать условный раздражитель (стук, свет).
3. Условный раздражитель опережает по времени или совпадает с безусловным раздражителем – пищевым (кормом).
4. Условный раздражитель и кормление сочетаются несколько раз.
5. Условный рефлекс считается выработанным, если рыбки при появлении условного раздражителя приплывают к тому месту, где они получают корм.
6. При выработки различных рефлексов место кормления необходимо менять [3].

Опыт 1. Выработка условного пищевого рефлекса при приближении постороннего предмета

Рыбы способны различать не только цвет, но и форму, а также величину движущихся предметов. Например, на вид пинцета, с которого рыбы берут корм, с течением времени вырабатывается условный пищевой рефлекс. Вначале рыбки пугаются погруженного в воду пинцета, но, получая с него

каждый раз корм, они через некоторое время начинают доверчиво подплывать к пинцету, вместо того чтобы уплыть (*рис. 1*).



Рис. 1. Кормление с пинцета

Это означает, что у рыб выработался условный рефлекс на пинцет как на раздражитель, совпадающий с безусловным раздражителем-кормом. В данном случае пинцет служит сигналом пищи.

Результат опыта:

В данном опыте пинцет служит сигналом пищи. Образованный рефлекс может сохраняться и в отсутствие кормления, но без подкрепления пищей он начинает торпидиться, угасает (*табл. 1*).

Вывод: Условный рефлекс вырабатывается на основе безусловного, имея опережающее влияние условного раздражителя – пинцет. В головном мозге рыб между зрительной и пищевой зонами коры больших полушарий устанавливается временная связь.

У рыб вида барбус условный рефлекс «Реакция на пинцет» выработался быстрее, чем у других обитателей нашего аквариума. Нет реакции на пинцет у улиток.

Опыт 2. Выработка условного пищевого рефлекса «Реакция рыб на звуковые раздражители»

Как известно, у рыб нет ни наружного, ни среднего уха. Органом слуха (и равновесия) у них является только внутреннее ухо, которое характеризуется сравнительно простым

строением. К внутреннему уху подходят окончания слухового нерва. Вопрос о том, слышат ли рыбы или они глухи, долгое время был дискуссионным. Теперь можно считать доказанным, что рыбы воспринимают звуки, но только в том случае, если последние проходят сквозь воду. По существу рыбы не могут улавливать звук как колебание воздуха: для этого необходимо было бы иметь более сложный слуховой аппарат (барабанную перепонку, слуховые косточки), который в процессе эволюции появился лишь у земноводных, у рыб же он отсутствует. Возникающие в воздухе звуковые колебания рыбы в состоянии воспринять в виде вибрации частиц воды, если они приходят в движение под влиянием ударов воздушных звуковых волн. Следовательно, рыбы слышат не так, как наземные животные. Вне воды рыбы становятся глухими и не реагируют даже на самые сильные звуки. Мы провели опыт по выработке условного рефлекса на постукивание, сопровождая кормление рыб легкими ударами твердым предметом о стенки аквариума (*рис. 2*).



Рис. 2. Кормление с постукиванием

Результат опыта:

В результате примерно неделю при одном лишь постукивании (без кормления) рыбы подплывают к месту, в котором они обычно получали корм (*табл. 2*).

Таблица 1

Результаты наблюдений кормления с пинцета начали опыт 18.09.2017 г.

Виды аквариумных рыб	Время приближения рыб к корму (секунд)							
	18.09	19.09	20.09	21.09	22.09	23.09	24.09	25.09
1. Гушпи	20	30	20	20	20	15	10	10
2. Барбус	45	40	40	30	25	15	10	5
3. Неон	30	30	25	20	20	15	15	10
4. Петушок	25	15	20	15	20	15	10	10
5. Улитки	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Результаты опыта кормления с постукиванием начали опыт 26.09.2017 г.

Виды аквариумных рыб	Время приближения рыб к корму (секунд)					
	26.09	27.09	28.09	29.09	30.09	31.09
1. Гуппи	40	40	35	30	25	15
2. Барбус	40	35	25	20	10	5
3. Неон	35	30	25	15	10	5
4. Петушок	45	40	30	25	15	10
5. Улитки	-	-	-	-	-	-

Вывод: У рыб вида барбус и неон условный рефлекс «Кормление с постукиванием» выработался быстрее, чем у рыб других видов. Нет реакции кормление с постукиванием у улиток. Рефлекс на стук выработался у рыб на 6 день.

Опыт 3. Выработка условного пищевого рефлекса при световом раздражителе

Развитие глаз, их величина и положение на голове рыбы находятся в прямой зависимости от условий ее жизни. Так, например, у донных рыб, которые наблюдают снизу за приближением добычи, глаза расположены на верхней части головы (сом); у рыб, лежащих на дне на одном боку, глаза перемещаются на ту сторону тела, которая обращена вверх (камбала). В условиях глубоководного обитания, куда свет почти не проникает, органы зрения рыб либо редуцированы, либо увеличены в размерах. В первом случае – это результат понижения зрительной функции, а во втором – ее повышения. При полной утрате зрения у некоторых глубоководных рыб возрастает светочувствительность их кожи как компенсирующее приспособление к ориентировке в специфических условиях слабо освещенной зоны водоема. Такое же биологическое значение имеет в отдельных случаях развитие у глубоководных рыб светящихся органов, хотя их роль этим не исчерпывается. Необходимо отметить, что рыбы имеют положительную реакцию на свет. Они подплывают к тем местам, которые хорошо освещены солнцем. Здесь сосредоточивается их естественный корм – многочисленные мелкие ракообразные, питающиеся фитопланктоном (свободно плавающими водорослями, жизнь которых зависит от солнечной радиации). Так как планктон в качестве безусловного пищевого раздражителя действовал на рыб каждый раз в сочетании с солнечным светом, то

последний получил в их жизни значение сигнала пищи (рис. 3) [3].



Рис. 3. Кормление со световым раздражителем

Мы провели опыт по кормлению рыб в присутствии светового раздражителя: каждый раз при кормлении мы включали свет в аквариуме.

Результат опыта:

Надо думать, что вначале у рыб выработался условный пищевой рефлекс на свет, но с течением времени, повторяясь многократно в ряду поколений, этот рефлекс был унаследован и превратился во врожденную биологически полезную реакцию – фототаксис, который стал для рыб средством отыскания пищи. Этот фототаксис в последнее время успешно используют в рыболовстве, привлекая рыб при помощи электроламп и других источников света. Промысловая разведка с применением света дает также хорошие результаты. В данном случае человек управляет исторически сложившимся инстинктом рыб (стремлением к свету) в своих интересах в ущерб их жизни, что указывает на относительный характер целесообразности врожденных реакций (табл. 3).

Таблица 3

Результаты опыта кормления со световым раздражителем начали опыт 01.10.2017 г.

Виды аквариумных рыб	Время приближения рыб к корму (секунд)						
	01.10	02.10	03.10	04.10	05.10	06.10	07.10
1. Гушпи	50	45	30	25	20	25	15
2. Барбус	40	35	20	10	5	5	5
3. Неон	35	30	25	20	15	10	5
4. Петушок	30	30	25	20	15	5	5
5. Улитки	-	-	-	-	-	-	-

Вывод: Рыбки вида барбус и петушок реагирует на свет быстрее, чем другие рыбы. Нет реакции кормление со светом у улиток, слабая реакция у гушпи.

Заключение

В результате проделанной работы выяснилось, что аквариум – маленький мирок, дающий уникальную возможность перенести в дом кусочек природы, где всё согласовано, живёт в гармонии, развивается, меняется, раскрывая себя наблюдателю.

У высокоорганизованных животных, имеющих центральную нервную систему, существуют две группы рефлексов: безусловные (врожденные) и условные (приобретенные). Рефлексы имеют важное приспособительное значение для сохранения целостности организма, полноценного функционирования и постоянства внутренней среды [3]. У аквариумных рыб можно выработать всевозможные условные рефлексы на различные раздражители: время, свет, цвет и форму предметов и др.

В ходе проделанного эксперимента нами сделаны следующие выводы.

1. Для выработки условного рефлекса у аквариумных рыбок необходимо соблюдение определенных условий.

2. В ходе эксперимента выработаны условные рефлексы у аквариумных рыбок гушпи, барбус, неон, петушок на звук, свет и кормление с пинцета.

3. Быстрее других у рыб вырабатывается рефлекс на звук.

4. Условные рефлексы способствуют приспособлению организмов к условиям среды (в данном случае – условиям кормления).

Степень реагирования и способность к обучению значительно отличаются у представителей разных семейств и даже видов аквариумных рыб. При изучении поведения рыб в условиях аквариума уровень адаптации у таких видов как барбус, пету-

шок и неон оказывается высоким. Полностью отсутствуют реакции на внешние раздражители у аквариумных улиток.

Постукивание по стенке аквариума стало более сильным раздражителем, и поэтому условный рефлекс выработался быстрее.

Таким образом, гипотеза исследования, что мы можем выработать условные рефлексы рыб подтвердилась, цель и задачи исследования выполнены.

В данной работе рассмотрен пример выработки лишь некоторых условных рефлексов. Приобретенные знания дают начало широкому спектру возможностей для научного познания законов природы и совершенствования собственных знаний.

Наблюдение за рыбками, а также написание исследовательской работы научила меня самостоятельно работать с источниками информации (книгой, интернетом), обрабатывать информацию, вести дневник наблюдений. В дальнейшем мне бы хотелось продолжить наблюдать за рыбами, попытаться выработать у них новые рефлексы, научиться понимать их нужды.

Многие говорят, что рыбок держать неинтересно, потому что их нельзя дрессировать. Но дрессировка основывается на развитии условного рефлекса. А мои наблюдения за рыбами подтвердили, что у них можно развивать условные рефлексы.

Список литературы

1. Зипер А.Ф. Управление поведением животных и птиц. Рефлексы в жизни животных [Текст]. – Режим доступа: <http://fermer02.ru/animal/296-refleksy-v-zhizni-zhivotnykh.html>
2. Плешаков А.А. От земли до неба. Атлас-определитель: кн. для учащихся нач. кл. [Текст] / А.А. Плешаков. – М.: Просвещение, 2016. – 244 с.
3. Правила выработки условных рефлексов [Текст]. – Режим доступа: http://www.medicinform.net/human/fisiology8_1.htm
4. Сергеев Б.Ф. Занимательная физиология [Текст] / Б.Ф. Сергеев. – М.: Дрофа, 2004. – 135 с.
5. Я познаю мир: Детская энциклопедия: Животные [Текст, рисунок]. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. – 223 с.