

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение Павловская СОШ  
с углублённым изучением отдельных предметов.

Проект по теме:

**«Место тихоходок в биоценозе соснового бора».**

Работа ученика 10 класса

Уфимцева Ивана

Научный руководитель

учитель географии

Никонова Е. В.

Павловск 2020 год.

## Содержание.

I. Введение.....	стр. 3-4
II. Место тихоходок в биоценозе соснового бора.....	стр.4-13
1.1. Методика работы.....	стр.4
1.2. Обзор литературы .....	стр.4-5
1.3. Морфология и физиология тихоходок.....	стр.5-7
1.4. Места обитания.....	стр.7-8
1.5. Происхождение организмов.....	стр.8
1.6. Особенности поиска и уход за тихоходками.....	стр.8-9
2.1. Эксперимент.....	стр.9-11
3.1. Место тихоходок в биоценозе соснового бора .....	стр. 11-12
3.2. Значение тихоходок для человека.....	стр.12-13
III. Заключение.....	стр.14
IV. Источники информации.....	стр. 15
V. Приложение .....	стр. 16

## **I. Введение.**

В последнее время в научной литературе и в средствах массовой информации упоминаются необычные существа – тихоходки. Микроорганизмы близкие к членистоногим, но из-за микроскопических размеров, они мало изучены и в данный момент представляют большой интерес для науки. Информация вызвала у меня интерес, я решил найти несколько экземпляров этих организмов и провести ряд исследований.

**Цель работы:** Определить место тихоходок в биоценозе соснового бора.

### **Задачи:**

1. Получить информацию о тихоходках.
2. Изучить гипотезы связанные с происхождением тихоходок.
3. Познакомиться с условиями благоприятными для жизни организмов.
4. Оценить влияние различных факторов на жизнедеятельность организма тихоходки.
5. Провести наблюдения за микроорганизмами.
6. Выявить значение тихоходок в пищевой цепочке.
7. Фиксировать наблюдения и результаты следования.
8. Предложить рекомендации по обнаружению тихоходок.
9. Определить важность исследования микроорганизмов для человека.

**Актуальность исследования:** тема моей работы интересна и актуальна. Я решил провести наблюдения за малоизученными микроорганизмами, представляющими большой интерес для науки на современном этапе. Тихоходки – удивительные мельчайшие организмы, о них я узнал из средств массовой информации, они побывали в космосе, устойчивы к влиянию радиации,

изменению температур. Я решил отыскать экземпляры тихоходок в своей местности и провести наблюдения за ними. Информация вызвала у меня интерес, я решил найти несколько экземпляров этих организмов и провести ряд исследований.

**Сроки проведения исследования:** январь , сентябрь 2020 года.

**Место сбора материала для проведения исследования:** сосновый бор на песчаной террасе реки Дон, возле села Александровка Донская Павловского района Воронежской области.

**Объект исследования:** тихоходки.

**Ожидаемый результат:** мои исследования помогут определить место тихоходок в биоценозе хвойного леса, а конкретно в цепях питания, и выявить значение для человека.

## **II. Место тихоходок в биоценозе хвойного леса**

### **1.1. Методика работы**

В работе я использовал различные методы. Общенаучный метод: анализ литературы по проблеме исследования, обобщение, сравнение и систематизация эмпирических и научных данных. Эмпирический метод: наблюдение, беседа, методы математической обработки информации. Я изучил опыт и рекомендации по обнаружению тихоходок и уходу за ними, используя интернет ресурсы. [1.2]

### **1.2. Обзор литературы**

Тихоходку, бесспорно, можно назвать самым выносливым существом на земле. Тихоходки (лат. Tardigrada) — тип микроскопических беспозвоночных, близких к членистоногим. Эти микроскопические существа можно встретить практически в любом уголке нашей планеты. Благодаря феноменальным

способностям выживать в любых климатических условиях тихоходка не имеет себе равных. [2]

Водяной медведь, второе название этого микроскопического беспозвоночного существа, и в самом деле по внешности напоминает неуклюжего забавного медвежонка, только с восьмью, лишенных суставов лапками. Передвигается крайне медленно, за минуту не более нескольких миллиметров.

Средний размер тела покрытого хитином около 0,5 миллиметра. Органы зрения и дыхания отсутствуют напрочь, зато имеется круглый рот с острыми зубами. Основной объем внутри тела занимает кишечник, и ученые обнаружили даже небольшой мозг, хотя возможно тихоходка могла бы вполне обойтись и без него. Особи, живущие в соленой океанской воде, предпочитают держаться морского дна, водорослей или кораллов, легко переносят давление воды и поэтому их можно обнаружить практически на любой глубине. Пресноводные существа имеются во всех водоемах, включая даже небольшие лужи. На суше водяной медведь выбирает для обитания мох или лишайник, а также нетронутые слои опавших листьев.

При неблагоприятных условиях тихоходка способна войти в состояние анабиоза и находится в нем достаточно длительное время.

Впервые, в 1773 году, животных описал немецкий пастор И. А. Гёце. *kleiner Wasserbär* (с немецкого — «маленький водяной медведь»). В 1777 году итальянский учёный Ладзаро Спалланцани дал им название *il tardigrado* — «тихоходки» или «Моховый поросенок.» Систематическое положение тихоходок дискуссионно. Большинство авторов сближают их с настоящими членистоногими (*Euarthropoda*). Помимо этого, их могут сближать либо с нематодами (*Nematoda*), либо с кольчатыми червями (*Annelida*). Возможно, они родственны членистоногим и онихофорам (бархатным червям). Тихоходки

существовали на планете еще в кембрийском периоде (541–485 миллионов лет назад) и пережили все пять крупных массовых вымираний.

### 1.3. Морфология и физиология.

Тело у тихоходок имеет размер 0,1—1,5 мм, полупрозрачное, состоит из четырёх сегментов и головы. Снабжено четырьмя парами коротких и толстых ног с одним разветвлённым коготком на конце (у некоторых видов коготки почти отделены друг от друга), причём последняя пара ног направлена назад. Передвигаются тихоходки действительно очень медленно — со скоростью всего 2—3 мм в минуту. Ротовые органы — пара острых «стиллетов», служащих для прокалывания оболочек клеток водорослей и мхов, которыми тихоходки питаются. Тихоходки имеют пищеварительную, выделительную, нервную и половую системы; однако у них отсутствуют дыхательная и кровеносная системы — дыхание кожное, а роль крови выполняет заполняющая полость тела жидкость. Тело тихоходок короткое, более или менее цилиндрическое, обычно без заметной членистости. В его составе объединены пять сегментов, из которых первый слит с головной лопастью и лишен конечностей, а остальные четыре несут по паре ног. Три пары ног расположены по бокам, четвертая пара - на заднем конце тела. Ноги короткие, имеют вид мускулистых бугорков с кутикулярными подвижными коготками на конце, которых бывает от 2 до 9. У некоторых форм (род *Microlyda*) ноги более длинные, 2-члениковые. В передней части тела имеется пара глаз в виде пигментных пятен, а у морских тихоходок, кроме того, несколько пар чувствительных придатков. Тело покрыто хитинизированной кутикулой, обычно очень тонкой, но иногда зернистой или уплотненной в виде посегментных щитков.

В ротовой полости имеется пара хитиновых стилетов, узкая глотка снабжена сосательным расширением. Большинство тихоходок высасывает хлорофиллоносные клетки мхов, водоросли, входящие в состав лишайников, но есть и хищники, высасывающие мелких нематод, коловраток, тихоходок других

видов. Средняя кишка имеет вид прямой трубки, у растительноядных форм она бывает хорошо видна благодаря зеленому содержимому. В задней части средняя кишка образует два трубчатых слепых выроста, рассматриваемых как мальпигиевы сосуды, т. е. органы выделения. Дыхательная и кровеносная системы у тихоходок отсутствуют, они дышат через покровы. Мускулатура гладкая. Центральная нервная система представлена надглоточным и подглоточным ганглиями, связанными нервным кольцом, и четырьмя парными нервными узлами, соединенными тяжами. Гистологическими особенностями тихоходки напоминают коловраток и нематод. Некоторые органы у них состоят из крупных, постоянных по числу клеток, а общее количество клеток тела невелико. Размножение. Раздельнополы. Самцы тихоходок мельче самок и встречаются редко, поэтому возможен партеногенез, то есть размножение самок без оплодотворения. Во время периода размножения у самки созревает от 1 до 30 яиц. Оплодотворение внутреннее или внешнее. У одних видов яйца откладываются в грунт, в мох или воду, у других — в сброшенную при линьке шкурку. Развитие прямое. [5]

#### **1.4. Места обитания тихоходок.**

Из-за микроскопических размеров и устойчивости к неблагоприятным условиям они распространены повсеместно, от Гималаев (до 6000 м) до морских глубин (ниже 4000 м). Тихоходок находили в горячих источниках, подо льдом и на дне океана. Распространяются они пассивно — ветром, водой, различными животными. Все тихоходки в некоторой степени являются водными животными. Примерно 10 % — морские обитатели, другие встречаются в пресноводных водоёмах, однако большинство населяет моховые и лишайниковые подушки на земле, деревьях, скалах и каменных стенах. Количество тихоходок во мхе может быть очень велико — сотни, даже тысячи особей в 1 г высушенного мха. Морские виды обитают в основном в прибрежной полосе, на водорослях и на литоральных грунтах. Встречается в песчаных грунтах до глубины 8 м по атлантическим

берегам Америки, в Ла Манше и в Балтийском море, в Северном море. Некоторые виды тихоходок были обнаружены в Антарктике на глубине 380 м.

### **1.5. Происхождение тихоходок.**

Происхождение тихоходок — мелких животных, известных своей устойчивостью к экстремальным условиям среды, — долго оставалось загадочным, хотя их родство с членистоногими признавалось всеми специалистами. Новые методы молекулярно-филогенетического анализа наряду с морфологическими данными показали, что тихоходки, по-видимому, являются неотеническими личинками двукрылых насекомых семейства Ephydriidae (мушки-береговушки). К признакам, общим для тихоходок и личинок эфидрид, относятся исключительная выносливость. Многие уникальные особенности тихоходок, такие как сокращение числа сегментов тела и утрата дыхательной (трахейной) системы, по-видимому, являются следствием миниатюризации.

### **1.6. Особенности поиска и ухода за тихоходками.**

- 1) Большинство тихоходок живут в воде, но проще всего их найти во влажном мхе, лишайнике или опавших листьях. Ищите в лесу, около прудов и даже на своем заднем дворе. Особое внимание уделяйте сырým местам, в которых тихоходки наиболее активны. Если ничего подобного найти не удастся, возьмите образец сухой среды обитания, так как в нем могут находиться тихоходки в состоянии экстремальной гибернации (криптобиозе), ожидая воды, которая вернет их к жизни.
- 2) Пинцетом возьмите образец мха или лишайника. Поместите образец в бумажный пакет или конверт, чтобы он немного подсох. Пластиковый пакет не даст воде выйти и тем самым приведет к росту плесени, которая загородит животных от вашего взгляда.

Тихоходки с большей вероятностью будут проживать в мягком лишайнике. Водяных медведей даже можно найти в мучнистой росе, что покрывает скалы и кирпичные стены.



- 3) Поместите образцы в чашку Петри. Достаточно, чтобы в каждой чашке Петри находилась лишь крошечная щепотка материала. Если у вас нет чашки Петри, возьмите небольшой прозрачный пластиковый контейнер.
- 4) Полностью замочите мох или лишайник. Заполните чашку Петри водой, высота должна быть небольшая. Оставьте растение замачиваться где-то от 8 до 24 часов, чтобы разбудить водяных медведей.
- 5) Выжмите воду из мха в другую чашку Петри. Выжимание или встряхивание места жительства перенесет этих микроскопических существ в воду.
- 6) Найдите микроскоп с малым увеличением. Длина большинства тихоходок составляет от четверти до половины миллиметра. Это почти в пределах человеческого зрения, где-то чуть меньше точки. Чтобы их увидеть, понадобится микроскоп с приблизительно 15- или 30-кратным увеличением.
- 7) Установите микроскоп над чашкой Петри и посмотрите через него на мох. Порой их легче заметить, если при этом посветить мощным фонариком через боковую стенку чашки Петри. Благодаря этому тихоходки и другие существа будут подсвечены белым цветом. Ищите животное с четырьмя парами коротких лап, которое медленно ими размахивает, чтобы переместить свое бесформенное тело. Последняя пара ног обращена назад и ее очень легко принять за хвост или край тела. Если там есть водяной медведь, вылейте воду обратно на мох, который станет его домом. [1]

## 2.1. Эксперимент.

Изучив литературу по теме, я решил провести исследование.

Эксперимент 1. Поиск материала для исследования. Поскольку изменение температуры не приводит к гибели тихоходки, то я решил в январе собрать немного мха в ближайшем сосновом бору и найти в нем тихоходок. Использовал инструкцию по определению искомым организмов, собрал мох, замочил, отжал мох, воду рассмотрел под микроскопом и увидел несколько тихоходок. Когда я пытался рассмотреть их на мхе, то не обнаружил, т.к. неблагоприятный период они переживают в состоянии криобиоза. В первый день, под микроскопом я

увидел тихоходок в состоянии анабиоза. Только попав в воду, тихоходки принимают обычную форму, в этом я смог убедиться на 5 день. В состоянии криобиоза их метаболизм снижается до менее чем 0,01% от нормы, а их содержание воды может упасть до 1% от нормы. Так же для них возможны состояния ангидробиоз, аноксибиоз, осмобиоз.

1. Ангидробиоз, состояние метаболического покоя вследствие практически полного высушивания, — обычное явление для наземных тихоходок, которые могут входить в данное состояние несколько раз.

2. Криобиоз - это форма которая возникает при понижении температуры. Криобиоз возникает, когда вода, окружающая клетки организма, замораживается, прекращение подвижности молекул позволяет организму выдерживать отрицательные температуры, пока не вернуться более благоприятные условия.

3. Аноксибиоз - способность ряда организмов адаптироваться к перенесению неблагоприятных кислородных условий, т. е. выживать в воде с дефицитом кислорода.

4. Осмобиоз – торможение метаболизма, вызванное осмотическим стрессом.

Эксперимент 2. Определение видовой принадлежности тихоходок. По форме тела, особенностям морфологического строения мои тихоходки относятся к

**utardigrada** (лат.) — класс тихоходок. Главным образом, пресноводные, но некоторые виды вторично приспособились к морским условиям обитания (*Halobiotus*). Коготки со слитыми первичной и вторичной ветвями, очень редко коготки редуцированы или отсутствуют. На голове нет придатков (усиков) и покровы эластичные. Часть видов способны временно жить в очень сухих условиях, около 700 видов.

Эксперимент 3. Сравнение количества организмов в первый день исследования и через пять дней. Проводя наблюдения, я заметил, что в первый день наблюдал только организмы в «Спящем» состоянии в капле воды от 4-6 штук, на 5 день увидел полноценные особи 1-3 шт., в каждой капле воды.

Эксперимент 4. Решил провести сбор материала осенью 2020 года. Лето и осень были засушливые, мха было мало. Тихоходки под микроскопом стали видны только когда вышли из ангидробиоза. Количество штук осталось без изменения с зимой. Вывод: тихоходки в случае изменения условий среды могут впадать в разные виды анабиоза, в зависимости от влияния факторов.

### **3.1. Место тихоходок в биоценозе соснового бора.**

Биоценоз – это совокупность животных, растений, грибов, микроорганизмов, которая сложилась в ходе истории, и существует в однородном пространстве жизни. Сосновый бор. В котором я взял несколько проб мха, один из основных типов наземных биогеоценозов. Он является средой для многих птиц и зверей, источником древесины, ягод, грибов. В сосновом лесу выделяется несколько ярусов. Господствующий верхний ярус образуют сосны, с сомкнутыми кронами, которые задерживают часть солнечного света. Поэтому второй ярус образуют кустарники (акация и др.), способный жить в тени, а третий травы (частотел и др.), грибы (рыжики, маслята и др.) и мхи. Но существует ещё и почвенный (подземный) ярус, образованный корнями и корневищами растений. Сосновый бор, растет на левом берегу реки Дон, на пойменной террасе – представлен сосняком лишайниковым. Древостой сосняка лишайникового чистый, однородный, и представлен практически лишь сосной обыкновенной. Деревья здесь примерно одного возраста.

Подроста в сосновом лесу мало. Зеленых мхов в напочвенном покрове сосняка лишайникового все же немного. Они здесь растут «пятнами», занимая понижения в рельефе. Лишайниковый покров защищает почву от иссушения, а на склонах – от размывания.

Из кустарничков встречаются брусника, толокнянка. Из злаков растет вейник. Бедные сухие почвы не способствуют появлению здесь каких-то иных деревьев.

В сосняке лишайниковом встречаются белые грибы, маслята, рыжики, зеленушки, мухоморы.

В сосновом бору много птиц, лисиц, кабанов, встречаются косули, ведь лес в пойме реки.

Тихоходки играют большую роль в пищевой цепи соснового леса, они населяют моховые и лишайниковые подушки на земле, деревьях. Количество тихоходок во мхе может быть очень велико — сотни, даже тысячи особей в 1 г высушенного мха. Питаются тихоходки жидкостями водорослей и других растений, на которых обитают. Некоторые виды поедают мелких животных — коловраток, нематод, других тихоходок. В свою очередь служат добычей для клещей и ногохвосток. [3]

### 3.2. Значение тихоходок для человека.

Тихоходки, это микроорганизмы, малоизучены, поэтому представляют большой интерес для науки. Тихоходки привлекают внимание выносливостью. При наступлении неблагоприятных условий они способны на годы впадать в состояние анабиоза, а при наступлении благоприятных условий — довольно быстро оживать. Выживают тихоходки в основном за счёт так называемого *ангидробиоза*, высушивания. При высыхании они втягивают в тело конечности, уменьшаются в объёме и принимают форму бочонка. Поверхность покрывается восковой оболочкой, препятствующей испарению. В состоянии анабиоза тихоходки выносят невероятные нагрузки.

Выдерживают 30-летнее пребывание при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в течение 20 месяцев в жидком кислороде при  $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$ , восьмичасовое охлаждение жидким гелием до  $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; нагрев до  $60\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 10 ч и до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение часа. Доза ионизирующего излучения в 570 000 бэр убивает примерно 50 % облучаемых тихоходок. Для человека смертельная доза радиации составляет всего 500 бэр. Довольно долго могут находиться в атмосфере сероводорода, углекислого газа.

Шведские ученые подвергали тихоходок видов воздействию космической радиации, облучению ультрафиолетом А и В (280—400 нм) и облучению полным спектром ультрафиолета (116—400 нм). Все тихоходки находились в состоянии анабиоза. После 10 дней, проведенных в открытом космосе, практически все организмы были иссушены, но на борту космического аппарата тихоходки вернулись к нормальному состоянию. Большинство животных, подвергшихся облучению ультрафиолетом с длиной волны 280—400 нм, выжили и оказались способны к воспроизводству. Однако жёсткое ультрафиолетовое облучение оказало критическое воздействие, лишь 12 % животных третьей группы выжили, все они принадлежали к виду *Milnesium tardigradum*. Тем не менее, выжившие смогли дать нормальное потомство, хотя их плодовитость оказалась ниже, чем у контрольной группы, находившейся на Земле. Все животные из третьей группы погибли через несколько дней после возвращения на Землю. Тихоходка единственное существо способное выжить после недельного пребывания в космосе в условиях вакуума подвергаясь воздействию космической радиации и облучению ультрафиолетовыми лучами.

### **III. Заключение.**

В заключении, мне хочется отметить, цели и задачи, поставленные при написании работы, я выполнил. Я изучил и проанализировал интернет ресурсы по данной теме, рассмотрел гипотезы, связанные с происхождением организмов и понял, что вопрос происхождения еще открыт, нет единой версии происхождения у ученых. Оценил влияние различных факторов на организм тихоходок. Оказалось, доказано опытным путем, что тихоходки не восприимчивы в состоянии разных видов анабиоза к радиации, смене температур, кислотности, давлению. Даже длительное воздействие различных растворителей и токсичных газовых камер не смогли убить этот простейший организм. [4] Повышенная живучесть объясняется наличием в ДНК особого белка, делающей поверхность организма не восприимчивой к внешней среде и способность «усыхать». Эти удивительные существа, способны заимствовать участки ДНК из клеток водорослей, бактерий, грибов. Изучив инструкцию по поиску тихоходок, смог их найти в лесу, даже зимой, «оживил» и провел наблюдения. Рассматривая место тихоходок в биоценозе соснового бора, пришел к выводу. Тихоходки играют важную роль в цепи питания, являясь консументами II порядка. Для человека, тихоходки представляют научный интерес, поскольку до конца не изучены? Эксперименты по пересадки участка гена тихоходки человеку, повышает устойчивость человека к радиации.

В моей работе содержится инструкция, которая поможет всем желающим обнаружить этих удивительных существ.

После длительных жестких экспериментов все ученые пришли к выводу, что в случае глобального катаклизма на нашей планете выживет только одно живое существо и это будет тихоходка. Материал моей работы можно использовать на уроках биологии, экологии, курсах по выбору.

## VI. Источники информации.

1. [https://ru.wikihow.com/найти-и-ухаживать-за-тихоходкой-\(водяным-медведем\)](https://ru.wikihow.com/найти-и-ухаживать-за-тихоходкой-(водяным-медведем))
2. <https://hi--news-ru.turbopages.org/hi-news.ru/s/research-development/uchenyevyyasnili-sekret-bessmertiya-tixoxodok.html>
3. [https://elementy.ru/novosti\\_nauki/433629/Tikhokhodki\\_okazalis\\_neotenicheskimi\\_li\\_chinkami\\_mukh](https://elementy.ru/novosti_nauki/433629/Tikhokhodki_okazalis_neotenicheskimi_li_chinkami_mukh)
4. <https://www.vrn.kp.ru/daily/26481.5/3351620/>
5. <https://nplus1.ru/material/2018/05/28/tardigrades>
6. <https://web.archive.org/web/20150316072434/http://en.wikipedia.org/wiki/Tardigrade>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тихоходки>
8. <https://nplus1-ru.turbopages.org/nplus1.ru/s/news/2016/09/21/why-so-tough>
9. <https://indicator.ru/biology/chelovek-tihohodka-ot-ustojchivosti-k-radiacii-dovyzhivaniya-v-kosmose.htm>
10. <https://nplus1-ru.turbopages.org/nplus1.ru/s/news/2020/10/16/tardigrades-fluorescence>
11. [https://ru.wikihow.com/найти-и-ухаживать-за-тихоходкой-\(водяным-медведем\)](https://ru.wikihow.com/найти-и-ухаживать-за-тихоходкой-(водяным-медведем))

**V. Приложение.**  
Приложение 1.



Тихоходка в активном состоянии под микроскопом 15 января 2020 года.

Приложение 2.



Тихоходка в активном состоянии и несколько штук в состоянии ангидробиоза под микроскопом 11 января 2020 года.



