

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАУТИНЫ КОМНАТНЫХ ПАУКОВ

Федотов Ф.В.

МБОУ Софьинская СОШ, 5 класс

Научный руководитель: Лебедева Л.Л.,  
почетный работник общего образования РФ,  
учитель биологии, МБОУ Софьинская СОШ

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/0317/1/29260>

*Мастеровиты пауки –  
красиво сеть свою плетут,  
Ничуть их будни не легки –  
Порою жертву месяц ждут.*

### Актуальность проблемы

Паутина, которую создают различные паукообразные – это удивительная технологическая находка природы. По физическим свойствам паутиновые нити отличаются от нитей искусственного шелка большей прочностью. Также паутина обладает антибиотическими свойствами, в особенности та, которая идет на изготовление кокона, предохраняя яйца от губительного действия бактерий и плесневых грибков [1]. Поэтому, ученые считают паутину технологической находкой природы. До сегодняшнего дня паутина не имеет аналогов, которые были бы созданы человеком. Ученые всех стран уже давно изучают физические и химические свойства паутины разных пауков и добились при этом больших успехов. Но создать искусственно такую паутину, которую плетут пауки, до сих пор еще ученые не смогли. Следовательно, изучение строения паутины, ее физико-химических свойств и применение для производства новых сверх прочных материалов является на сегодняшний день очень актуальным.

**Цель работы:** изучение физико-химических свойств паутины.

### Задачи:

- 1) изучить литературу о строении паутины, ее физико-химические свойства и значение паутины в природе;
- 2) изучить строение ловчих сетей пауков;
- 3) исследовать физические и химические свойства паутины;
- 4) проанализировать значение паутины для человека;
- 5) ознакомить учащихся с результатами исследования.

### Гипотеза

Возможно, паутина обладает такими свойствами, что позволит человеку использовать ее для своих практических целей.

### Материал и методика

Объектом данного исследования являются физико-химические свойства паутины и строение ловчих сетей пауков. Предметом исследования является изучение свойств паутины и практическое использование их человеком.

*При работе над проектом были использованы следующие методики:*

#### Теоретическая

– изучение специальной литературы по данной проблеме.

#### Практическая

– проведение опытов, обработка полученных результатов.

#### Статистическая

- анкетирование, обработка и анализ результатов анкетирования учащихся 1-5 классов.

**Практическая значимость:** уникальные свойства паутины могут быть использованы человеком в современной медицине, для изготовления прочных и легких тканей, а также для получения искусственной паутины. Данная работа также поможет расширить кругозор учащихся в области естествознания и формированию бережного отношения к природе, в частности, к природе нашего Подмосковья.

### Обзор литературы.

#### Паутинные убежища и ловчие сети пауков

Собирая, коллекцию насекомых я неожиданно для, себя узнал, что не все представленные там «насекомые» являются насекомыми (см. полный текст работы. Приложение № 1). Оказывается, насекомые,

скорпионы, пауки и раки – это членистоногие животные [2, с. 3]. Главный признак, который объединяет всех этих животных – это их конечности. Они подвижно соединяются с телом при помощи суставов и состоят из нескольких члеников. Их конечности зачастую специализируются для выполнения несхожих функций – захвата и измельчения пищи, движения, дыхание [2, с. 3-4]. Среди типа членистоногих выделяют несколько классов, и наиболее крупные и значительные среди них – ракообразные, паукообразные, насекомые и многоножки.

Пауки – самые обычные представители паукообразных. Их численность может достигать 2 млн. особей на акр луга. Известно около 35 000 видов, размеры многих из них не превышают 1 мм, длина других видов (тарантулы) достигает 10 см. Большинство видов – хищники, причем это единственные беспозвоночные, способные ловить летающих насекомых [3, с. 643].

Паутинные волокна среди членистоногих умеют плести не только пауки. Искусными паутинными ткачами также являются паутинные клещи, гусеницы шелкопряда. Из шелка строят свои домики и личинки некоторых ручейников. Однако лишь у пауков паутина играет очень важную жизненную функцию, а строительные умения достигли полного совершенства [4, с. 393]. Паутиной пауки пользуются для самых разных целей: ловят с ее помощью добычу, строят из нее дома, выращивают на ней детей.

На заднем конце брюшка у паука находятся паутинные бородавки (Приложение № 2), в виде небольших бугорков. Чтобы увидеть, как образуется паутина, можно понаблюдать за пауком. Вот он опускается на паутине вниз. Пользуясь лупой, можно заметить, что паутина появляется на вершине паутинных бородавок [5, с. 69]. Аппарат для выделения паутины устроен у пауков очень сложно. Внутри брюшка имеются железки разнообразной величины и формы, в которых вырабатывается особого рода жидкость, имеющая свойство при соприкосновении с воздухом почти моментально так сгущаться, что превращается в шелковую, тонкую, но весьма крепкую, очень эластичную и упругую нить или же образует тонкую пленку в виде лака [3, с. 644]. Из этих железок образовавшаяся жидкость поступает в особые органы – паутинные бородавочки, которые имеют в своем покрове множество микроскопических дырочек (сито), снабженных такой же толщины трубочками. Из них паук произвольно выпускает жидкость, которая сейчас же твердеет, образуя паутинную нить.

Паутинная нить – это настоящее технологическое чудо, так как она состоит из бел-

ков двух разных видов: твердых и эластичных. Эти свойства напоминают основные качества булатного клинка, в котором сочетаются прочность и гибкость. По прочности паутина близка к нейлону и значительно прочнее сходного с ней по составу секрета насекомых (например, гусениц тутового шелкопряда). Согласно одному из предположений ученых, различия обусловлены тем, что пауки формируют волокно, свисая на нем. Другое необычное свойство паутины – это внутренняя шарнирность паутины. Подвешенный на паутинном волокне предмет можно неограниченно вращать в одну и ту же сторону, и при этом она не только не перекрутится, но вообще не будет создавать заметной силы противодействия [6].

Нити ловчей паутины покрыты специальным клейким веществом. Пауки изготавливают свои паутинные сети для ловли добычи; но они вынуждены бережно обходиться с паутинной жидкостью, так как она вырабатывается у пауков только при хорошем питании и дорого обходится организму животного.

Раз выпущенная и затвердевшая, паутина уже не может быть обратно втянутой. Форма и характер сетей и всяких других сооружений весьма разнообразны у различных видов пауков. Одни, как например, обыкновенный крестовик, сооружают круглую редкую сеть в виде колеса с нитями, расходящимися по радиусам, точны спицы; другие изготавливают более плотную ткань и придают ей различную форму: мешка, трубки, шара. Самые совершенные сети строят пауки-кругопряды, у которых паутинный аппарат особенно сложный. Он состоит из желез шести типов, где каждая железа вырабатывает свое вещество. Поэтому умело комбинируя этими веществами, паук-кругопряд, как настоящий архитектор, строит сеть из нитей с различными свойствами. Тонкие ниточки паук склеивает в паутину при помощи прядильных когтей на задних лапах. Сначала кругопряд изготавливает толстую и прочную нить, на которой держится вся ловчая сеть. Когда первая нить закреплена между ветвями кустарника, паук аккуратно продвигается по ней, утолщая ее второй нитью. И повторяет эту операцию, до тех пор, пока не почувствует, что нить выдержит будущую конструкцию. К опоре он приделывает два радиальных луча и дополняет конструкцию рамкой, а к ней крепит остальные радиальные нити. Когда каркас сети готов, паук бежит по нему и наносит по спирали липкую тонкую ниточку, которая и ловит зазевавшего комара или муху [7, с. 26-27].

При необходимости паук может выделять липкую или сухую нить определенной

толщины и цвета. Сухая, не клейкая нить используется для изготовления кокона, для постройки вертикальных колесовидных тенет у пауков-кругопрядов. Последние из таких нитей натягивают каркас сети и ее внутренние радиусы. Основу клейкой нити составляют двойные шелковые волокна, покрытые слоем липкого слизистого секрета. Вскоре после формирования этих нитей липкий слой распадается вследствие поверхностного натяжения, образуя мельчайшие капельки, будто бусинки на ниточке. Это липкое покрытие недолговечно и постепенно высыхая теряет свои свойства. Поэтому большинство пауков, плетущих сети из такого шелка, должны периодически обновлять свою липкую нить. Совершенно особый случай представляет собой «пряжа» или «кружево» крибеллятных пауков. Две или четыре нити окружаются широкой слизистой муфтой, в которую погружена еще одна закрученная в многочисленные петли нить. Благодаря такому строению к паутине не только прилипают, но и запутываются в ней своими щетинками и волосками насекомые, а ее клейкая слизь долго не высыхает [1].

Каждая ловчая сеть, которую строит паук, неповторима и зависит от вида паука (Приложение № 3). Воронковые пауки, придают своей ловчей сети форму конуса. Другие пауки сплетают огромные бесформенные полотнища. Где нет нитей-липучек, но есть нити – «подножки», заставляющие насекомое потерять равновесие и запутаться в паутине. Такие сети плетут домовые пауки. А паук – серебрянка строит паутинный воздушный колокол и поджидает проплывающую мимо добычу. Есть наземные пауки, которые плетут паутину на земле в виде домика. Почувствовав колебание паутины, они выскакивают из домика и настаивают жертву [6].

По-разному используют пауки свои сети. Один спускается на ниточке на муравьиную дорожку, хватает муравья и стремительно подтягивается вверх. Другой держит всю свою паутину длинными ногами и, как сачком, накрывает ею добычу. Североамериканский паук-бола выпускает паутинную ниточку длиной около 5 см, а к ее кончику прикреплен бусинка клея, которой паук и наносит жертве хлесткий удар. Этот клей содержит особые химические вещества, привлекающие самцов мотыльков. Паук размахивает ловчей нитью, привлекая добычу запахом. Едва жертва приблизится, он наносит ей удар, намертво приклеивая к шару, и подтягивает к себе.

Паук-ловильщик, сплетает ловчую сеть, а затем, свесившись на паутине вниз головой, поджидает свою жертву, держа сетку

ножками. Если внизу ползет насекомое, паук тут же набрасывает на него сеть.

Пауки комнатные раскидывают свою паутину во всяком уголке строения, где нечасто производится уборка (Приложение № 4). Область их обитания распространяется на всю Европу и Северную Америку. Их делят на четыре подвида, которые похожи между собой. Размер тела этих пауков не превышает 2 см. Наибольшая величина у самца 11, у самки 17 мм. Природа дала паукам удивительное чутье, которое позволяет предсказывать погоду за 8-10 часов до ее наступления, чем они и руководствуются при своих постройках. Комнатные пауки обычно не нападают на людей, но в некоторых районах Соединенных Штатов Америки существует вид пауков, которые часто кусают жителей дома. Домашние пауки – ядовитые, но их яд не является сильно токсичным [8]. Попытка воспользоваться паутиной как шелком, не привела ни к чему, тем более что материал этот можно получить в слишком ничтожном количестве, чтобы это могло иметь практическое значение [3, с. 643].

Пауки настоящие все характеризуются присутствием прядильных желез; благодаря этим железам пауки могут устраивать из паутины сети.

Чувство неприязни, которое питает человек к этим животным, совершенно неосновательно, так как пауки совершенно безвредны для человека и даже наоборот – приносят ему значительную пользу, поедая вредителей и истребляя их личинки. Используют паутину в технических целях, изготавливая из нее визиры – перекрестья в оптических приборах, прицелах, микроскопах, телескопах. Микробиологи разработали очень интересный прибор. На специальную рамку пускают крестовика и периодически кормят его, а он ткет сеть. Если через эту сеть прокачивать воздух, она прекрасно улавливает микробы, которые в нем есть. Возможно это верный путь к решению экологической проблемы загрязнения воздуха. Паутина обладает кровоостанавливающим действием, способствует заживлению тканей, поэтому ее используют в медицине для наложения швов. Также паутину можно использовать в промышленности, для изготовления прочных и легких тканей.

#### **Изучение физических и химических свойств паутины**

Для работы была использована паутина комнатных пауков (Приложение № 5).

##### *А. Взаимодействие паутины с водой.*

Образцы паутины смачивали водой, затем растягивали и опять опускали в воду. Паутина в воде не растворилась и не пото-

нула, а плавала на поверхности воды. Измерили длину намоченной паутинной нити до ее растягивания в воде – 1 см, после растягивания длина нити стала 3см 5мм. Следовательно, нить паутины удлинилась почти в 3 раза. Нить осталась целой и сильно растянулась, значит она эластичная и прочная.

*Б. Горение паутины*

Подожгли кусочек резины и паутины. Пламя горения паутины было синее, без выделения черного дыма. Затем паутина превратилась в черный шарик. При нажатии шарик крошится, образуя пепел. При горении паутина издает неприятный запах, похожий на жженое перо. При горении резина плавилась и появилось много черного дыма.

*В. Исследование паутины под микроскопом*

Приготовили микропрепарат паутины комнатного паука и волоса человека. Рассмотрели их под микроскопом. Паутина комнатного паука оказалась в 2 раза тоньше волоса человека. По своему строению

паутина под микроскопом напоминает вату, так как состоит из множества отдельных нитей, значит, хорошо сохраняет тепло.

*Г. Определение белков в составе паутины*

Провели две химические реакции, которые характерны для белков. Сначала к образцу паутины прилили концентрированную азотную кислоту. Паутина постепенно окрасилась в желтый цвет. К другому образцу паутины добавили свежеприготовленного раствора гидроксида меди (II). Образовавшийся раствор окрасился в фиолетовый цвет. Следовательно, в паутине присутствуют белки.

**3. Оценка анкетирования учащихся 1–5-х классов**

Была составлена анкета «Что ты знаешь о пауках?» (Приложение № 6) и опрошены ученики 1 – 5-х классов. После обработки результатов получены данные были занесены в таблицу.

1 класс. Число опрашиваемых учащихся: 25 чел.			
Вопрос	Ответ: «Да» Кол-во учащихся(%)	Ответ: «Нет» Кол-во учащихся(%)	Затруднились ответить
Пауки – это насекомые?	1 (4%)	23(92%)	1(4%)
Паутину умеют плести только пауки?	12(48%)	11(44%)	2(8%)
Паутина, которую плетут пауки, прочная?	15(60%)	7(28%)	3(12%)
Паутина у пауков тонкая и легко разрывается?	12(48%)	10(40%)	3(12%)
Может ли человек использовать паутину в своих целях?	15(60%)	10(40%)	0
Хотел бы ты узнать интересные факты о пауках и их жизни?	20(80%)	5(20%)	0
2 «А» и «Б» классы. Число опрашиваемых учащихся: 32 чел.			
Вопрос	Ответ: «Да» Кол-во учащихся(%)	Ответ: «Нет» Кол-во учащихся(%)	Затруднились ответить
Пауки – это насекомые?	21(66%)	11(34%)	-
Паутину умеют плести только пауки?	30(94%)	2(6%)	-
Паутина, которую плетут пауки, прочная?	25(78%)	7(22%)	-
Паутина у пауков тонкая и легко разрывается?	32(100%)	0	-
Может ли человек использовать паутину в своих целях?	13(41%)	19(59%)	-
Хотел бы ты узнать интересные факты о пауках и их жизни?	32(100%)	0	-
3 «А» и «Б» классы. Число опрашиваемых учащихся: 24 чел.			

Вопрос	Ответ: «Да» Кол-во учащихся(%)	Ответ: «Нет» Кол-во учащихся(%)	Затруднились ответить
Пауки – это насекомые?	0	24(100%)	-
Паутину умеют плести только пауки?	16(67%)	8(33%)	-
Паутина, которую плетут пауки, прочная?	12(50%)	12(50%)	-
Паутина у пауков тонкая и легко разрывается?	19(79%)	5(21%)	-
Может ли человек использовать паутину в своих целях?	9(38%)	15(62%)	-
Хотел бы ты узнать интересные факты о пауках и их жизни?	10(42%)	14(58%)	-
4 класс. Число опрашиваемых учащихся: 18 чел.			
Вопрос	Ответ: «Да» Кол-во учащихся(%)	Ответ: «Нет» Кол-во учащихся(%)	Затруднились ответить
Пауки – это насекомые?	4(23%)	14(77%)	-
Паутину умеют плести только пауки?	16(89%)	2(11%)	-
Паутина, которую плетут пауки, прочная?	0	18(100%)	-
Паутина у пауков тонкая и легко разрывается?	18(100%)	0	-
Может ли человек использовать паутину в своих целях?	10(56%)	8(44%)	-
Хотел бы ты узнать интересные факты о пауках и их жизни?	18(100%)	0	-
5 класс. Число опрашиваемых учащихся: 19 чел.			
Вопрос	Ответ: «Да» Кол-во учащихся(%)	Ответ: «Нет» Кол-во учащихся(%)	Затруднились ответить
Пауки – это насекомые?	9(47%)	10(53%)	-
Паутину умеют плести только пауки?	11(58%)	8(42%)	-
Паутина, которую плетут пауки, прочная?	19(100%)	0	-
Паутина у пауков тонкая и легко разрывается?	19(100%)	0	-
Может ли человек использовать паутину в своих целях?	15(79%)	4(21%)	-
Хотел бы ты узнать интересные факты о пауках и их жизни?	15(79%)	4(21%)	-

#### Список литературы

1. Паутина в жизни пауков. <http://xreferat.com/10/21-1-pautina-v-zhizni-paukov.html>.
2. Ляхов П.Р. Я познаю мир. М.: Астрель, 1998, 352 с.
3. Брем А. Жизнь животных. М.: Эксмо, 2002, 960 с.
4. Аксенова М., Вильчек Г., Дубровская Е. и др. Энциклопедия для детей [Т. 2.] Биология. М.: Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2008, 589 с.
5. Рыков Н.А. Зоология с основами экологии животных. М.: Просвещение, 1981, 254 с.
6. Свойства паутины. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0>.
7. Голубева Е.Б. Пауки. Школьный путеводитель. СПб.: БКК, 2008, 96 с.
8. Какие существуют виды домашних пауков и чем они опасны? <http://geomedia.top/domoviy-pauk/>.