

XIV районная научно-практическая конференция «Шаг в будущее. Петушинский район»

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ**

№	Школа	ФИО автора (авторов) работы	класс	Тема работы	Руководитель
1	МБОУ Костерёвская СОШ №3	Шелухин Алексей Викторович	11	Химическая промышленность г. Костерёво и экологические проблемы окружающей среды	Скрынникова Лариса Федоровна, учитель химии
2	МБОУ СОШ №17 г. Петушки	Щибачева Оля	9	Представители паукообразных и их различие по экологическим признакам	Род Нина Михайловна, учитель физики
3	МБОУ СОШ №17 г. Петушки	Кузнецова Виктория	11	Значение экологии в современном мире	Род Нина Михайловна, учитель физики
4	МБОУ СОШ №1 г. Покров	Данильченко Лидия Александровна	9	Проведение экологического мониторинга состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой	Проскуракова Людмила Васильевна, учитель биологии
5	МБОУ Марковская ООШ	Кузьмина Елизавета	6	Русский чай	Мальчугова Татьяна Владимировна, учитель биологии и химии

## Химическая промышленность города Костерёво и экологические проблемы окружающей среды

**Автор:**

Шелухин Алексей Викторович,  
ученик 11 класса,

**Руководитель:**

Скрынникова Лариса Фёдоровна  
учитель химии

### ВЕДЕНИЕ

Все сферы жизни и деятельности человека непосредственно связаны с химической продукцией. Современный уровень цивилизации немислим без высокомолекулярных соединений, которые являются основной частью большого числа конструкционных материалов, применение которых связано с выявлением тех или иных функций. Такие материалы должны обладать высокой прочностью, эластичностью, твердостью и в этом отношении с высокомолекулярными соединениями могут соперничать лишь металлы. Особое место среди высокомолекулярных соединений занимают пластмассы, которые производят в г. Костерёво. Промышленность пластических масс располагают в настоящее время большими количествами полимерных материалов с разнообразными свойствами. Некоторые из них превосходят по химической стойкости золото и платину, сохраняют свои свойства при охлаждении до минус 50°C и при нагревании до плюс 500°C. Другие не уступают по прочности металлам, а по твердости приближаются к алмазу. Пластмассы являются очень важными материалами, которые используются во всех отраслях промышленного производства.

Актуальность исследования:

Любое химическое производство, а тем более производство и переработка пластмасс, является небезопасным для окружающей среды, поэтому я считаю не менее важным звеном является не только получить эти материалы, но сделать это производство безопасным для жителей нашего города.

Цель работы:

Изучить производство высокомолекулярных полимеров (пластмасс) на ООО «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт» г. Костерёво.

Исследовать являются ли данные предприятия небезопасным для окружающей среды г. Костерёво.

Гипотеза исследования:

Промышленные сточные воды на этих предприятиях содержат примеси: фенолы, альдегиды, кетоны, белковые вещества. В производственной зоне в воздухе содержатся ПДК вредных веществ: сажа, углекислый газ, угарный газ.

Задачи исследования:

- Изучить основные виды сырья и их продукты.
- Изучить технологический процесс производства пластмассовых изделий на предприятиях: ООО «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт».
- Исследовать содержание вредных примесей в промышленных сточных водах этих предприятий.
- Исследовать содержание вредных примесей в воздухе рабочей и жилой зоны.
- Предложить свою установку по очистке и обезвреживанию отходов производства в рабочей зоне этих предприятий.

### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

История развития химической промышленности в городе Костерёво.

В 1905 г. Костерёво была построена фабрика братьев Уткиных по производству шпульт, веретён, катушек, челноков. В 1939 году на основе этой фабрики возникло предприятие, которое стало самым крупным в Петушинском районе – Комбинат технических пластмассовых изделий, снабжающий своей продукцией текстильные предприятия Советского Союза и многих стран мира - комбинат имени Коминтерна. В годы его расцвета на предприятии трудилась более 4 тысяч человек. Комбинат являлся градообразующим предприятием. Комбинат имел хорошие корпуса, был оснащен оборудованием: станки, литейные машины, химические лаборатории, и самое главное высококвалифицированных специалистов, которые владели навыками работы с полимерами.

В 1992 году комбинат прекратил свое существование. Всё это послужило в дальнейшем развитию химической промышленности в городе. В настоящее время в корпусах распавшегося комбината действует около 20 различных предприятий: ООО «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт», «Санпласт» и другие.

#### ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СЫРЬЯ И ИХ ПРОДУКТЫ

##### 1.1 ООО «Литмашдеталь»

Исходным материалом получения изделий на этом предприятии является полипропилен:  $[-CH_2-CH(CH_3)-]_n$ . Благодаря своим хорошим физико-механическим свойствам полипропилен (ПП) стал одним из наиболее широко используемых полимеров. Однако при переработке ПП в изделия и при их эксплуатации возникает ряд проблем, связанных со склонностью ПП к термоокислительному старению (деструкции) под действием тепла и кислорода. Поэтому в ПП вводят значительное количество стабилизаторов. Введение наполнителя приводит к изменению свойств ПП. В ряде случаев одновременно повышаются физико-механические показатели материала, его перерабатываемость в изделия и т. д.

Такие пластмассы могут эксплуатироваться в разнообразных условиях: воздействия повышенных или пониженных температур, механической нагрузки, растяжения, изгиба или сжатия, вдавливания тела, ударного воздействия в условиях трения. Изделия из пластмасс могут работать в условиях сборки с другими деталями.

ООО «Литмашдеталь» является крупнейшим в России производителем рабочих колёс (втулки изолирующие, прокладки упругие). На этом предприятии изготавливают изделия из термопластичного и термореактивного полимера, детали изоляции верхнего строения железнодорожных путей для метрополитена (втулок под подошву рельса Р-65, метро-50).

### 1.2 ООО «Интехпласт»

На заводе работают отдельные цеха по выпуску регенерированного вторичного материала:

полипропилен ПП:  $[-CH_2-CH(CH_3)-]_n$

полиамид ПА:  $([-NH-(CH_2)_5-CO-]_n)$

полиэтилен высокого давления ПВД:  $(-CH_2-CH_2-)_n$

полиэтилен низкого давления ПНД:  $(-CH_2-CH_2-)_n$

Исходное сырьё: пищевая плёнка, волокно, капрон (верёвки, сети, коврики), одноразовая посуда (отходы производства, утеплитель, плёнка из полиэтилена).

ООО «Интехпласт» выпускает композиционные материалы на основе полипропилена, получаемые посредством совместной экструзии его с каучуком, тальком (слодой), модифицирующими добавками, стабилизаторами и красителями, предназначенные для изготовления методом литья под давлением изделий технического назначения, к которым предъявляются требования морозостойкости, повышенной теплостойкости, ударопрочности, применяемых в машино- и автомобилестроении.

Обозначение марок полипропилена минералонаполненного складывается из следующих разрядов:

- первый – обозначение базового полимера «ПП» (полипропилен);
- второй – на первом месте обозначение метода переработки «Л» (литьё под давлением), на втором месте наличие красителя «О» (окрашенный);
- третий – обозначение наполнителя «Т» (тальк), «С» (слода), «К» (каучук), «М» (модифицирующие добавки) и их массовые доли в процентах соответственно.

Пример условного обозначения полипропилена, наполненного тальком, массовая доля которого 5%, модифицированного каучуком, массовая доля которого 20%, предназначенного для изготовления методом литья под давлением деталей для автомобилестроения (бампер), чёрного цвета.

#### МАРКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА МИНЕРАЛОНАПОЛНЕННОГО И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Марка	Назначение
ПП -ЛО – Т40К5 ПП -ЛО – Т30К2 ПП -ЛО – С20К5М	Для изготовления деталей технического назначения, деталей автомобилестроения
ПП -ЛО –Т5К20 ПП -ЛО –С5К20	Для изготовления бамперов автомобилей
ПП -ЛО –К20М	Для изготовления деталей автомобилей
ПП -ЛО –К40Т10	Для производства морозостойких композиций на основе полипропилена
ПП -ЛО –Т5М	Для производства листового материала методом экструзии и последующего каландрования

### 1.3 ООО «Геопласт»

Сырьё : Из полиэтилена разработали вариант стыковочного соединения, который по прочности на разрыв равен 60-70% от прочности самой полиэтиленовой ленты, а в некоторых случаях и более. С учётом указанных стыковых соединений, а также возможности выполнения перфорированных ячеек из рифлёных лент и был создан полимерный геотехнический модуль «Геопласт», он может эксплуатироваться при воздействии ультрафиолетовых излучений, в условиях контакта с водой, бетоном, почво – грунтами с показателем РН=4 – 11.

Данный полимер используется для укрепления дорожных покрытий, откосов, кюветов, каналов, временно сооружаемых дорог к местам добычи нефти и газа, применяется для укрепления балластной призмы железнодорожного полотна.

## Глава 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПОЛУЧЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Получение любых видов пластмассовых изделий осуществляется на всех предприятиях по единому алгоритму:

- создание определённого химического состава,
- в среду полимеров вводят композиционные материалы,
- придание полученной массе необходимой конфигурации (отливка),
- фиксация окончательной формы .

Методы производства пластмассовых изделий:

ООО «Литмашдеталь» - компрессионное формование – количество материала вливается в форму, половинки формы сближаются и выдавливаются изделие.

ООО «Интехпласт» - литьё (отливки – пластиковая масса переводится в жидкое состояние) и заливается в формы, соответствующие будущим изделиям.

ООО «Геопласт» - метод экструзии – масса размягчается и продавливается через матрицу, создающую необходимую форму.

Методы испытаний полученной продукции:

Массовую долю гранул размером(2-6) мм ( $X_3$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_3 = \frac{m}{m_1} \times 100$$

Где  $m$  – масса оставшихся гранул (размером (2-6)мм), г;

$m_1$  – масса пробы, взятой для определения, г.

Насыпную плотность определяют по измерению массы сыпучего материала, заполняющего цилиндрический объём известной величины (100 см<sup>3</sup>).

Показатель текучести расплава определяют при температуре плюс (230,0 0,5)°С и нагрузке 21,2 Н на экструзионном пластометре.

Определение усадки проводят на образцах, изготавливаемых методом литья под давлением выдержанных при температуре плюс (23+2)°С не менее 16 часов.

Относительное удлинение при разрыве, прочность при растяжении и предел текучести при растяжении определяют на образцах, изготовленных методом литья под давлением. Испытания механических свойств проводят по истечении 16 часов после изготовления образцов. Испытания проводят при температуре плюс (23+2)°С и скорости перемещения подвижного зажима машины (50+5) мм/мин.

Ударную вязкость по Шарли на образцах без надреза при плюс (23+2)°С и при минус 40 °С, и сопротивление удару по Шарли при минус 30°С определяют на образцах, изготавливаемых методом литья под давлением на маятниковом копре по истечении не менее 16 часов после их изготовления. При испытаниях при минусовых температурах образцы выдерживают при данной температуре не менее трёх часов. Температуру размягчения по Вика определяют на образцах, изготавливаемых методом литья под давлением при приложении силы (F), равной 10Н.

Стойкость к термоокислительному старению определяют по окислению образцов полимера до разрушения в воздушной среде при температуре плюс 150 °С. Для каждого испытания берут не менее трёх образцов, помещают на полки сушильного шкафа до разрушения (появления пятен другого цвета или шероховатости). За результат испытания принимают среднее время до начала разрушения всех образцов, округленное до целого десятка часов.

Метод определения светостойкости представляет собой качественную сравнительную оценку стойкости композиций полипропилена к световому старению. Экспресс-метод определения светостойкости предусматривает воздействие двух факторов: светового воздействия и температуры. Светостойкость определяют по изменению внешнего вида и цвета образцов при облучении источником света, имитирующим солнечный. Светостойкость определяют визуально путём сравнения с внешним видом и цветом образцов, неподвергшихся испытаниям.

## ГЛАВА 3. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Гранулы полипропилена минералонаполненного при нормальных условиях не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают при непосредственном контакте влияния на организм человека.

При нагревании полипропилена в процессе переработки при температуре плюс 150° С и выше возможно выделение в воздух смеси летучих продуктов термоокислительной деструкции, содержащих карбонильные соединения (формальдегид, ацетальдегид), органические кислоты (уксусная, пропионовая, масляная), окись углерода, аэрозоль полипропилена. Продукты термоокислительной деструкции полипропилена минералонаполненного в концентрациях, превышающих ПДК, обладают способностью вызывать как острые, так и хронические отравления:

- формальдегид обладает общетоксическим действием, поражает центральную нервную систему, раздражает кожу, слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз, обладает сенсibiliзирующим действием;
- ацетальдегид вызывает раздражение кожи, слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз;

- пары уксусной кислоты раздражают слизистые оболочки верхних дыхательных путей, при попадании на кожу вызывают ожоги;
- окись углерода угнетает дыхательные ферменты крови и тканей, поражает центральную нервную систему и периферическую нервную систему;
- мелкая пыль талька и слюды при вдыхании и попадании в лёгкие может вызывать вялотекущие фиброзные изменения в них.

Предельно – допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений в мг/м<sup>3</sup>(ГОСТ 12.1.005) и класс опасности (ГОСТ 12.1.007) указаны в таблице:  
**ПДК И КЛАСС ОПАСНОСТИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Наименование вредных веществ	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
1. Формальдегид	0,5	2
2. Ацетальдегид	5,0	3
3. Органические кислоты в пересчете на уксусную кислоту	5,0	3
4. Окиси углерода	20,0	4
5. Аэрозоль полипропилена и сополи-меров полипропилена	10,0	3
6. Пыль талька и слюды	4,0	3

### 3.1 Исследование вредных примесей в промышленных сточных водах этих предприятий

Как обезвреживаются сточные воды:

1. На предприятиях «Литмашдеталь», «Интехпласт» используют метод реге-нерационной очистки, используя ионообменные смолы и активированный уголь.
2. На «Геопласт» используется процесс без образования сточных вод, или со- зданию замкнутого цикла: очистка – производство – очистка – производство и т.д. Ход исследования сточных промышленных вод ООО «Литмашдеталь», «Интехпласт»

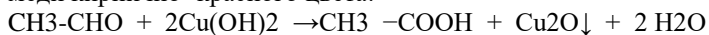
Ход работы:

Опыт 1. Определение белка в сточной воде:

В пробирку наливаю воду, приливаю концентрированную азотную кислоту, нагреваю на спиртовке, появляется осадок жёлтого цвета. Окраска возникает в результате нитрования ароматических колец аминокислотных остатков белка (нитрозина и триптофина).

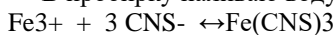
Опыт 2. Определение ацетальдегида в сточной воде:

В пробирку наливаю воду, приливаю в определённой последовательности следующие вещества: гидроксид натрия, сульфат меди. Полученный раствор нагреваю, образуется осадок закиси меди кирпично- красного цвета:



Опыт 3. Определение ионов Fe<sup>3+</sup> в сточной воде (так как вода протекает по металлическим трубам)

В пробирку наливаю воду, приливаю роданид калия:



Раствор стал кроваво-красный.

Опыт 4. Определение фенола в сточной воде:

В пробирку наливаю сточную воду, приливаю реактив Неслера (он взят в химической лаборатории очистительной станции). Вода не изменила окраску, фенола нет.

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД ООО «ЛИТМАШДЕТАЛЬ», «ИНТЕХПЛАСТ»**

№ п/п	Сроки испытаний	Ацетальдегид	Fe <sup>3+</sup>	Белок	Фенол
1	19.05	Присутствует	Присутствует	Присутствует	Нет
2	06.09	Присутствует	Присутствует	Присутствует	Нет

Вывод: Сточные воды этих предприятий содержат примеси: ацетальдегида, белка, ионов железа, а фенола нет.

### 3.2 Очистка промышленных сточных вод на очистных сооружениях города Костерёво.

На очистных сооружениях производят биологическую очистку сточных вод от этих предприятий в присутствии кислорода (аэробные условия).

Используется метод основанный на участии микроорганизмов, для которых необходим кислород. Вещества из сточных вод идут на рост и размножение бактерий. Принцип действия аппаратов и сооружений биологической очистки основан на непрерывном выращивании микроорганизмов.

Исходная сточная вода непрерывно подаётся в аэротенк – бассейн сделанный из железобетона, в который также непрерывно подаются активный ил и воздух. Здесь происходит основной процесс – усвоение микроорганизмами, содержащимися в активном иле, веществ из сточной воды. Затем смесь очищенной воды с активным илом поступает в отстойник. Ил оседает на дно отстойника, а осветлённая вода идёт на дальнейшее использование: доочистку, повторное водоснабжение.

Основные этапы очистки:

1. Приёмная камера, где вода процеживается через решётки с целью задержать различные твёрдые примеси.
2. Распределительная камера (она делится на потоки).
3. Песковка (отстойник) где происходит удаление песка.
4. Первичный отстойник (где происходит удаление ила).
5. Стабилизатор.
6. Аэротенка (миллиарды бактерий очищают сточную воду).
7. Вторичный отстойник (где оседают остатки ила).
8. Колодун (чистая вода).
9. Лоток (чистая вода).
10. Канал – длина 4 км.
11. Тоня (заводь реки Клязьмы).
12. Река Клязьма.

Вода на очистных проверяется в химической лаборатории. Производят семь точек отбора на каждом этапе. Она определяет наличие веществ: фенола, толуола, ацетальдегида, уксусной кислоты, белка, ионов железа, ионов аммония после очистки.

3.3 Исследование содержания вредных примесей в воздухе рабочей и жилой зоны ООО «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт»

ПДК (р. з) – восьмичасовое воздействие

ПДК (с. с) – среднесуточное воздействие

ПДК (м. р) – максимально разовое воздействие

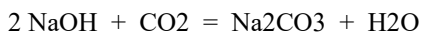
На заводах «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт» происходят чаще всего выбросы вредных продуктов – сажи, окиси углерода (II); окиси углерода (IV)

3.4 Устройство для очистки промышленных газов из рабочей зоны.

Для удаления вредных веществ – сажи, оксида углерода (II)CO, оксида углерода (IV)CO<sub>2</sub> из рабочей зоны, я предлагаю установку очистки и обезвреживания отходов производства.

Загрязнённый воздух из компрессора и вентиляционных люков поступает в фильтрационную башню 2, в ней находятся фильтры, здесь происходит адсорбция сажи. Часть сажи не фильтруется попадает в отстойник 5 и удаляется из неё периодически. Оставшиеся газовые смеси, в состав которой входят оксиды углерода (II) и (IV), поступают в скруббер 3, куда поступает вода.

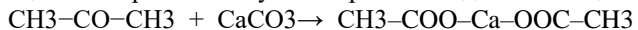
Только кислотный оксид углерода (IV) абсорбируется водой, образуя при этом слабый раствор угольной кислоты:



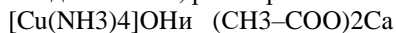
Несолеобразующий оксид углерода (II) не вступает в реакцию с NaOH, по-этому поступает в сепаратор 4. В нём происходит абсорбция в медно – аммиачном ацетат – карбонатном растворе:

медно – аммиачный раствор:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{OH}$

ацетат – карбонат получают при взаимодействии ацетона  $\text{CH}_3\text{—C—CH}_3$  и карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ :



Следовательно, раствор состоит из смеси этих веществ:



Именно в сепараторе происходит окончательная очистка газа, и он выбрасывается из него в окружающую среду, а все продукты взаимодействия удаляются из нижней части сепаратора.

Я думаю, что эта система устройства очистки промышленных газов предприятий «Литмашдеталь», «Интехпласт», «Геопласт» позволит очистить воздух в нашем городе Костерёво.

Схема устройства для очистки промышленных выбросов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе исследования было изучено производство высокомолекулярных соединений (сырьё, продукцию, технологический процесс) на предприятиях «Литмашдеталь», «Геопласт», «Интехпласт». Можно без преувеличения сказать, что в настоящее время продукцию этих предприятий применяют во многих отраслях хозяйства. Продукция, выпускаемая на этих производствах имеет высокий уровень качества, соответствует

требованиям нормативной документации, она сертифицирована и пользуется большим спросом. Требования безопасности при изготовлении соблюдаются. Предельно-допустимые концентрации органических кислот, углерода (II,IV), аэрозоль полипропилена и сополимеров полипропилена, полиэтилена, пыль, талька, сажи в воздухе рабочей зоны производственных помещений, соответствуют норме. Твёрдые отходы, образующиеся при получении, нетоксичны, обезвреживание не требуют, подлежат переработке.

Промышленные сточные воды этих предприятий содержат после очистки примеси органического характера: белок, ацетальдегид, частично ионы  $Fe^{3+}$ , фенол отсутствует. С окончательной очисткой промышленных сточных вод справляется система очистительных сооружений г.Костерёво, и совершенно чистая вода попадает в реку Клязьму.

Выбросы в атмосферу осуществляются при помощи вытяжной вентиляции, при этом используются механические циклоны, пылеосадительные камеры. Различные вредные вещества выбрасываемые предприятиями на достаточную высоту в атмосферу далеко за пределы городской черты, решает эту проблему частично, поэтому я предлагаю устройство для очистки вредных примесей:  $CO_2$ ,  $CO$ , сажи содержащихся в промышленных выбросах.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Выбор пластмасс для изготовления эксплуатационных изделий / Под ред. Э.Л. Калиничева
2. Жидкие кристаллы/ Под ред. В.П. Шибачева
3. Жидкокристаллические полимеры/ Под ред. Н.А. Платэ
4. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Под ред. Г.С.Кац и Д.В. Милявски – М.: Изд-во Химия, 1981
5. Наумов В.Ф. и Наумова Г.З. Производство изделий из пластических масс литьём под давлением – Л.: Изд-во Химическая литература, 1958. – 128 с.
6. Неорганические полимеры/ Под ред. В.Б.Толстогузова – М.: Изд-во Наука, 1967
7. Никитин Д.П. и Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек – М.: Изд-во Высшая школа, 1986. – 416 с.
8. Основы химии высокомолекулярных соединений/ Под ред. А.А.Стриженова – М.: Изд-во Химия, 1967

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Гимназия №17 г.Петушки

#### **Представители паукообразных и их различия по экологическим признакам**

**Автор:**

Шибачёва Ольга Александровна  
ученица 9 класса

**Руководитель:**

Род Нина Михайловна  
учитель физики

Цель работы:

Исследовать класс членистоногих-паукообразных.

Выявить их роль в жизни природы.

Задачи:

Собрать всё о пауках. Выявить самых удивительных пауков.

Определить их роль в природе.

Составить классификацию

История развития пауков

Если у Вас хватит в смелости, загляните в глаза пауку. Их глаза видели, как на нашей планете бродили динозавры, и сами пауки намного отличались от тех, кого мы видим сегодня. Пауки часто предстают перед нами, как герои фильмов ужасов – но там они намного больше. Задумайтесь – есть версия, что в доисторические времена такие пауки: размером более 1м, действительно существовали. Пауки являются одними из самых древних существ, живших на планете Земля. Их предки имели практически такое же строение – они дышали легкими, передвигались на 8 лапах. Считается, что пауки появились на Земле около 400 млн. лет назад. Уже тогда они имели отличительные особенности – прядильный аппарат и особое строение тела. Есть предположение, что первые пауки были на то время активными хищниками, и использовали паутину для строительства гнезда и т.п. Однако, развиваясь, пауки начали строить ловушки для ловли добычи, используя этот способ уже более 100

млн. лет. Эта способность дала им большое преимущество перед др. животными. Есть версия, что тогда пауки умели делать шары из паутины, но впоследствии необходимость в такой способности, по-видимому, отпала.

Многие упорно называют пауков насекомыми, хотя это отдельный отряд и отдельный класс – паукообразные (Arachnida, подтип Хелицеровые - Chelicerata, тип Членистоногие). От насекомых пауки отличаются по многим признакам.

Прежде всего, у них не шесть ног, а восемь. У пауков есть особые передние конечности с ядовитыми коготками – хелицеры. Не смотря на всю ядовитость, в Средней полосе России нет смертельно опасных для человека пауков. Максимум, что можно испытать от укуса крупного паука – жжение, боль и повышение температуры. Однако пауки первыми не нападают. Если паук случайно падает с паутины на человека, нужно аккуратно сдуть его, а не бить – иначе он испугается и может укусить.

На брюшке у пауков находятся паутинные бородавки, обычно три пары. Пищеварение у пауков внекишечное – если, например, хищные богомолы с аппетитом жуют пойманную муху, то паук впрыскивает в нее пищеварительные ферменты, муха превращается в «супчик» через пару часов, и тогда паук высасывает содержимое. Некоторые насекомые тоже умеют прядь паутину, например, гусеницы бабочек, но паутина пауков, особенно кругопрядов, более прочна и эластична. Если в паутину толщиной с карандаш врежется самолет, она не порвется.

Глаз у пауков обычно 8, иногда 6 или совсем редко – 2. У самцов на передних конечностях находятся бульбусы, в которые он помещает сперму для оплодотворения самки. Одни самцы уже заранее готовы к смерти после спариванию – они позволяют самке себя съесть, другие намерены побороться за свою жизнь и стремятся удраить. В любом случае самцы живут недолго, а вот самкам надо воспитать потомство, поэтому они живут дольше. Самцы более мелкие, самки бывают огромными. Многие самки – заботливые матери. Они плетут из паутины шарик-кокон и носят в нем паучат.

Паук-вегетарианец

Почти все пауки – хищники. Исключение – паук багира Кипплинга (*Bagheera kiplingi*). Биологи обнаружили этого паука-скаунчика в лесах Центральной Америки, на ветвях акации. Пауки живут на акации вместе с муравьями. Муравьи охраняют эти деревья ради питательных телец Бельта (названы в честь натуралиста Томаса Бельта) — сладких отростков на концах листьев тропических видов акаций. Пауки также питаются этими образованиями.

Владимир Ползиков в книге «Членистоногие средней полосы России» рассказывает о своих наблюдениях за пауками-крабами (*Thomisidae*). Эти пауки не плетут паутины, используют лишь страховочные нити, чтобы не упасть с цветков. На цветках они ловят мух и пчел, но автор видел, как один паук пил нектар.

Строение паука

Первое, что бросается в глаза при знакомстве с насекомыми – их длинные постоянно шевелящиеся усы (антенны). У пауков антенн нет. Глаза у них тоже попроще устроены, зато их много – чаще всего восемь. Тело покрыто наружным скелетом (экзоскелетом). Состоит оно из головогруды и брюшка, соединенных между собой стебельком.

На головогруды находится четыре пары ходильных конечностей – ног, пара педипальп (ногощупалец) и пара хелицер с ядовитыми коготками. У половозрелых самцов педипальпы используются для спаривания. Паутинные железы расположены на нижней стороне брюшка. Паутинных бородавок обычно шесть. Спереди от них находятся маленькие дыхательные отверстия – дыхальца, или стигмы.

Пищеварительная система пауков состоит из сосательного желудка, второго желудка со слепыми выростами и кишечника, окруженного пищеварительной железой – аналогом печени. Пищеварительная система открывается на конце тела анусом. Кровеносная система незамкнутая. Состоит из сердца, артерий, вен и пространств (синусов) между органами, омываемых гемолимфой – бесцветной кровью. Сердце – пульсирующая трубка с отверстиями (остиями) – тянется вдоль спинной стороны полости тела. У насекомых оно разделено на несколько камер, а у пауков не разделено.

Органы дыхания пауков – трахеи и легкие, которые называют легочными книжками. Каждая книжка состоит из мешочка, одна из стенок которого сложена в виде листовидных складок, похожих на страницы книги. Наружу легкие открываются дыхальцами. У примитивных пауков две пары легочных книжек, у более продвинутых одна из них или обе заменены пронизывающими тело трахеями.

Выделительная система состоит из пары коксальных желез в головогруды и мальпигиевых сосудов в брюшке, которые открываются в кишечник. Нервная система, как и у насекомых, состоит из ганглиев и брюшного ствола с отходящими к разным органам ветвям. Ганглии собраны в подглоточный узел, над которым находится надглоточный узел – "головной мозг".

Половые органы представлены яичниками у самок и семенниками у самцов. Как видите, ничего ужасающего в строении пауков нет. У них есть «мозг», половая система, сердце. Только кровь не красная, а белая.

Социальные пауки

Обычно пауки живут в одиночку, но некоторые виды строят целые колонии. Летом 2010 года я поехала на побережье Азовского моря и обнаружила колонии пауков возле села Шабельское (недалеко от игровой зоны Азов-сити). Все прибрежные кусты и деревья были укутаны паутиной, выглядело это жутковато. Сначала я подумала, что это нашествие гусениц, но развернув несколько коконов, обнаружила там розовых пауков из



рода лариниоидес (*Larinioides*) семейства крестовики. Возможно, такой ужас арахнофоба появился благодаря засушливому и аномально жаркому лету.

Один из самых известных видов социальных пауков, в колониях которого насчитывается свыше 1000 особей – анелосимус (*Anelosimus eximius*, семейство *Theridiidae*) из Центральной Америки. В некоторых колониях живет до 50 000 пауков!

Паук теридион (*Theridion nigroannulatum*) из Эквадора также склонен к социальному поведению. Эти пауки живут в гнездах, где обитает несколько десятков особей. Когда в сеть попадает насекомое, к ней бросается целая группа пауков. Затем пауки приносят добычу в укрытие, где делят ее между обитателями колонии. Когда колония слишком разрастается, она распадается на маленькие группы.

Африканские пауки агелены (*Agelena consociata*, семейство *Agelenidae*) тоже живут колониями, совместно ловят крупную добычу и делят ее.

15 интересных фактов о пауках

Со своими восемью лапками и многократными глазами, пауки чаще всего вызывают отвращение у людей, хотя некоторые их любят и даже держат дома в качестве домашнего питомца. Однако, ученые считают, что это удивительные и обаятельные животные, у которых есть свои тайны. Ниже вы найдете 15 фактов, которые могли быть игнорируемы вами до этого момента.

В мире существует более 40 000 видов пауков. С некоторыми из них мы постоянно пересекаемся у себя дома, на даче или на природе. Но в действительности, что Вы знаете об этих необычных животных, хотя точнее сказать паукообразных? Несмотря на то, что их внешность мало привлекательна, большинство пауков совсем не заслуживает того, чтобы их избегали и опасались, поскольку они являются абсолютно безопасными для человека. Хотя в мире, безусловно, есть и чрезвычайно опасные ядовитые пауки, укус которых может привести к смерти человека.

1. Паук является полезным существом. Один паук убивает в год около 2 000 вредных насекомых, которые по неосторожности попались в его липкие сети. В основном, жертвой большинства пауков становятся мухи и комары. Ученые подсчитали, что, к примеру, во Франции, каждый год пауки потребляют 400 миллионов насекомых на один гектар земли. Это значит, что пауки выполняют весомую экологическую роль, так как они предохраняют сельскохозяйственные культуры от многочисленных насекомых-вредителей.

2. Внимание: ложные друзья! «Tarentule» и «Tarantula» - это далеко не один и тот же «зверь». Тарантул (*Tarentule*) - это мифический паук региона Tarente в Италии. В период между XV и XVI веками в Италии считалось, что этот паук вызывал болезни известные под названием тарантулизм (*tarentulisme*) или тарантизм (*tarentisme*). В народе в то время существовало поверье, что люди, которых кусал этот паук, становились безумными. Специалисты, которые изучили фауну вышеупомянутого итальянского региона, думают, что на самом деле довольно безобидный паук лег в основу этой легенды: *Lycose de Tarente* (*Lycosa terantula*). Он принадлежал семье пауков-волков. В действительности, его яд не опасен для человека. Ну, а Тарантула (*Tarantula*) – это род крупных ядовитых аранеоморфных пауков, хотя также из семейства пауков-волков. Ночью эти пауки выбираются на поверхность и активно перемещаются по земле, охотясь на насекомых. Тарантулы не плетут ловчих сетей и используют паутину только в качестве покрытия стен своей норки (глубина которой достигает до 60 см) и при строительстве яйцевого кокона.

3. Наиболее крупный известный паук в мире – это паук Галиаф (*Theraphosa blondi*). Он может достигать 30 сантиметров. Это ловец и поедатель птиц, хотя он не прочь полакомиться и насекомыми, грызунами, амфибиями или даже змеями. Волоски этого паука ядовиты и могут быть опасными для человека, хотя их яд не смертелен.

4. Существует единственный вид известного вегетарианского паука. И он носит имя знаменитого плотоядного: *Bagheera kiplingi* берет свое имя из Книги джунглей и черной пантеры Багиры (*Bagheera*) Киплинга. Этот прыгающий паук питается главным образом листьями растения, в особенности акации, которые богаты протеинами. Он может питаться также нектаром и личинками муравьев (хотя это большая редкость).

5. Пауки обитают везде кроме холодной Антарктики. Это - единственный континент, где пауки не могут выжить из-за экстремальных холодов. Там можно найти лишь крабов-пауков, которые не являются никоим образом частью класса паукообразных. А вот в Арктике специалисты насчитали приблизительно 1 000 видов различных пауков.

6. Далеко не все пауки производят шелковую нить одного и того же типа. Самую прочную шелковую нить производит паук Дарвина (*Caerostris darwini*). Это фактически наиболее крепкий и, к сожалению, никогда детально не изученный биологический материал. По прочности он в 10 раз превосходит знаменитый материал Кевлар, известный своей сверхпрочностью, за что часто используется при создании бронезилетов, а также для армирования медных и волоконно-оптических кабелей.

7. Паук-банан (*Phoneutria nigriventer*) является наиболее ядовитым и агрессивным пауком в мире. Он является частью редких пауков, которые представляют большую опасность для людей. Яд паука-банана содержит нейротоксин PhTx3, который может парализовать мышцы и дыхание человека, вызывая удушье. Однако, этот паук не всегда во время укуса впрыскивает яд.

8. Пауки способны откладывать за один раз несколько тысяч яиц. Так, известны пауки, которые за одну кладку откладывают 3 000 яиц, но статистика превращения яиц в паучков весьма печальна. На каждых 100 яиц или новорожденных паучков, выживает и доживает до зрелого возраста лишь один. Яйца паука защищены коконом.

9. Сенокосцы, больше известные нам как пауки-часики, которых мы часто встречаем повсюду, очень похожи на пауков, но в отличие от них имеют сегментированное брюшко, соединённое с головогрудью широким основанием, а не стебельком.

10. Некоторые пауки могут выполнять впечатляющие прыжки. К примеру, пауки семейства Salticidae. Они обычно низкорослые, но способны прыгать на расстояние, которое в 50 раз превышает их собственный размер. При этом, они разворачивают свою шелковую нить, которая служит своеобразным амортизатором. Она позволяет паукам стабилизировать их полет и обеспечивает точную посадку в нужном месте. Эти пауки также более привлекательны по сравнению со всеми остальными.

11. Водяной паук способен жить под водой. К таким паукам относится *Argyroneta aquatica*. Он обитает в пространствах ясной и спокойной воды. Для того, чтобы жить под водой, такой паук создает вокруг себя пузырек из воздуха, что позволяет ему беспрепятственно дышать. Несмотря на то, что яд этого паука может быть опасен, этот паук встречается довольно редко, поэтому он не представляет серьезной угрозы для людей.

12. Кровь пауков приобретает голубой цвет на открытом воздухе. Она совершенно не имеет ничего общего с кровью человека или животных. В сущности, у паука нет крови. Вместо нее есть так называемая гемолимфа. Пауки не имеют вен и артерий. Гемолимфа обеспечивает сообщение между органами животного. В то время как человеческая кровь основана на молекуле гемоглобина, которая содержит железо, в основе гемолимфы лежит гемоцианин, который содержит медь. Кровь пауков прозрачна, но на воздухе становится голубой, как мы уже говорили.

13. Некоторые пауки съедобны. В странах Азии некоторых пауков готовят и используют в пищу. Их можно купить на рынке или в ресторане. В Камбодже, жареный паук - типичное лакомство. Здесь пауков обжаривают в масле и подают как деликатес. Под хрустящей корочкой спрятано нежное мясо.

14. Крупные пауки часто живут в наших домах в качестве домашних «зверьков». Такой крупный паук как *Tegenaria duellica*, несмотря на свой впечатляющий размер и высокую скорость передвижения, абсолютно безопасен для человека и может жить у него дома как любимый питомец. При передвижении этот паук преодолевает 0,53 метра в секунду! Это просто фантастика!

15. Арахнофобия. От 3,5 до 6,1 % всего населения планеты боятся пауков и страдают арахнофобией. Даже фотография паука, может вызвать у них повышенное сердцебиение, затрудненное дыхание, панику, истерику. Но на самом деле, бедные пауки имеют намного больше причин бояться и опасаться человека.

Самые удивительные виды пауков:

#### 1) Паук-краб

Уникальные пауки-крабы получили свое название благодаря тому, что, как и крабы, умеют двигаться в стороны, а не просто вперед-назад. Также они известны благодаря своей способности менять цвет, что помогает им сливаться с цветом окружающей среды: розовыми, желтыми или белыми цветами. Недавние исследования показали, что пауки, которые меняют цвет, необязательно являются более умелыми охотниками, чем те, которые оказываются более заметными и не умеют менять цвет.



#### 2) Паук-павлин

Для того чтобы разглядеть все яркие цвета крошечного прыгающего паука-павлина, вам нужно запастись увеличительным стеклом: в длину эти существа составляют всего 5 миллиметров. В задней части у самцов имеется что-то вроде разноцветного хвоста, который он распускает, как павлин, для привлечения самок. Отсюда и название.



### 3) Паук Багира Киплинга

Большинство представителей паучьего мира являются хищниками, но пауку Багира Киплинга лучше держаться подальше от таких родственников, потому что сам он является вегетарианцем. Эти пауки по размерам не больше ногтя на мизинце. Они должны скрываться от муравьев, которые обитают на тех же деревьях акаций. Багира Киплинга – первый известный паук, сумевший выжить на растительном рационе, хотя при необходимости эти пауки могут прибегнуть и к каннибализму.



### 4) Песочный паук

Арахнофобы могут утверждать о том, что на Земле уже предостаточно внушающих страх пауков, однако ученые открывают все новые их виды: например, недавно открытый вид гигантского песочного паука *Cerbalus arvensis*. Эта восьмилапая тварь может оказаться героем нового фильма ужасов.

Этого паука исследователи обнаружили в песках Самар – одной из пустынь Израиля. Насекомое имеет диаметр вместе с ногами – примерно 13 сантиметров, благодаря чему является самым крупным пауком Среднего Востока. Так как в пустыне расположены важнейшие шахты, новый вид паука находится под угрозой исчезновения из-за экологического ущерба в будущем. Пока ученые точно не могут сказать, сколько насчитывается пауков этого вида.



### 5) Паук *Clubiona rosserae*

Этот паук семейства аранеоморфных имеет удивительный опыт воскрешения: считалось, что этот вид вымер в районах влажных земель Англии около 10 лет назад, но в сентябре 2010 года его вновь обнаружили. После того, как паука опознал любитель пауков Ян Доусон, он нашел еще 10 особей в том же районе, что дало ученым надежду, что популяция будет восстановлена. К сожалению, заболоченные районы на островах продолжают исчезать, поэтому судьба паука пока в опасности.



### 6) Паук Птицеед-голиаф

Этот паук, размах конечностей которого составляет до 30 сантиметров, считается самым крупным в мире пауком. Голиаф относится к семейству пауков-тарантулов и охотится с помощью "хитрости и силы". У этого крупного членистоногого имеются крошечные раздражающие волоски, которые отпугивают врагов. Этот вид пауков – один из немногих, которые производят звуки: в данном случае звук получается, когда паук трет волосатые ноги друг о друга



## 7) Паук доломедис

Эти пауки, которые охотятся рядом с водоемами, относятся к тому же семейству, что и охотники полосатые. Их часто также называют "рыбьими пауками". Эти пауки могут питаться рыбой своего размера, однако в основе их рациона - все-таки мелкие насекомые. Пауки достаточно пугливы, поэтому их сложно поймать, а также они кусаются, но укус может принести не больше хлопот, чем укус осы.



### Значение паукообразных:

В природе Паукообразные являются важным звеном в цепях питания. Они могут регулировать численность насекомых, поедая некоторые виды. Среди этих видов много представителей, наносящих существенный урон лесному и сельскому хозяйству, а также паразитических видов. В свою очередь, паукообразными питаются мелкие млекопитающие, лягушки, ящерицы, птицы. Некоторые насекомые используют тела пауков для откладывания в них яиц.

Значение паукообразных в жизни человека Среди паукообразных встречаются ядовитые виды, которые могут причинить вред здоровью человека или животных, или, в отдельных случаях, привести к смерти (каракут, тарантул, паук-птицеед). Так, укусы каракурта сопровождаются сильными болями во всем теле, психическими расстройствами, обмороками. Укусы пауками могут также сопровождаться некротическими изменениями тканей, вплоть до обнажения внутренних органов.

### Литература:

- 1) "Паукообразные" Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона.(1907 г.)
- 2) "Жизнь животных" Энциклопедия (1969г.) Москва
- 3) "Класс паукообразных"-Иванов Т.П Москва (2000г.)
- 4) "Биология" –С-П(2011)

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Средняя общеобразовательная школа №1 г.Покров

### **Проведение экологического мониторинга состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой**

#### **Автор:**

Данильченко Лидия,  
ученица 9 класса

#### **Руководитель:**

Проскурякова Людмила Васильевна  
учитель биологии

### **I. ВВЕДЕНИЕ**

Экологический мониторинг (мониторинг окружающей среды) – система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды[1, 2]. Конечная цель экологического мониторинга – оптимизация отношений человека с природой, экологическая ориентация хозяйственной деятельности.

Экологический мониторинг включает три основных направления деятельности:

- наблюдения за факторами воздействия и состоянием среды;
- оценку фактического состояния среды;
- прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

По состоянию видов-эдификаторов природного сообщества, от которых зависит его дальнейшее существование определяется устойчивость экосистемы. Такими объектами для оценки состояния городских и поселковых экосистем являются древесные растения. Наиболее чувствительные к исследуемым факторам биологические системы или организмы выбирают в качестве биоиндикаторов[3].

По степени развития отдельных органов и структур, интенсивности протекания основных процессов, их жизненному состоянию можно судить о соответствии условий среды потребностям живых организмов. Большое внимание при диагностике состояния древесных растений уделяется ассимиляционным органам, и в частности листе и хвое, поскольку они определяют рост и развитие всех других структур растительного организма.

Метод мониторинга окружающей среды, основанный на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем, дает представление о закономерностях и механизмах формирования реакции биологических систем на совместное действие факторов разной природы, биоиндикационные показатели ясно отражают картину состояния самих растительных организмов[4]. Организм в нормальных условиях реагирует на воздействие среды посредством сложной физиологической системы буферных гомеостатических механизмов, поддерживающих оптимальное протекание процессов развития. Эти механизмы, под воздействием неблагоприятных условий, могут быть нарушены, что приводит к изменению развития. Базовые изменения функционирования живых существ отражают изменение гомеостаза развития и находят выражение в процессах, протекающих на разных уровнях, от организменного до молекулярного, и соответственно, могут быть оценены с использованием различных методов по разным параметрам. Прежде всего, уровень гомеостаза развития может быть оценен с морфологической точки зрения. Метод флуктуирующей асимметрии применяется для этой цели. Небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы) называют флуктуирующей асимметрией. Как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения величину флуктуирующей асимметрии используют у разных видов организмов.

**Актуальность** данной работы обусловлена недостаточностью проводимых в нашем регионе исследований. За состоянием атмосферного воздуха в городе недостаточный контроль, а работники лесного хозяйства при оценке состояния леса ограничиваются визуальным осмотром. Качество здоровья среды позволит определить вышеуказанная методика путем изучения асимметрии листьев березы повислой. В результате работы будут выявлены микрорайоны, на которые необходимо обратить внимание общественности и администрации города, для проведения независимой экспертизы с целью установления решающих факторов, влияющих на здоровье среды, и дальнейшего их устранения.

В связи с этим, **цель исследования** – оценка экологического состояния города методом флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

После постановки цели были определены **задачи**, необходимые для её решения:

1. Знакомство с морфологическим описанием берёзы повислой (*Betula pendula*);
2. Выбор различных мест произрастания берёзы повислой в г. Покров и проведение практической работы по сбору материала (берёзовых листьев).
3. Измерение флуктуирующей асимметрии берёзовых листьев (по пяти признакам).
4. Статистическая обработка результатов измерений.
5. Интерпретация результатов исследования.

**Предмет исследования** – экологическое состояние г. Покрова по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

**Объект исследования:** листовая пластинка березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

**Новизна** работы состоит в приоритете оценки экологического состояния города методом флуктуирующей асимметрии.

**Практическая значимость** работы состоит в возможности использования полученных данных федеральными, региональными и местными хозяйствующими субъектами, а также надзорными органами.

**II. Проведение экологического мониторинга состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.)**

### **II.1. История развития методов биоиндикации**

Биоиндикация и биотестирование – две основные группы методов биологического контроля окружающей среды. Присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя определяется методами биоиндикации и биотестирования по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т.е. обнаружением и определением биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Применение биологических методов для оценки среды подразумевает, таким образом, выделение видов животных или

растений, чутко реагирующих на тот или иной тип воздействия. В определенных условиях методом биоиндикации с использованием подходящих индикаторных организмов может осуществляться количественная и качественная оценка (без определения степени загрязнения) эффекта естественного и антропогенного влияния на окружающую среду.

Своими корнями использование живых организмов в качестве чувствительных к загрязнению окружающей среды уходит в древние века. Еще античные ученые сделали первые наблюдения: именно они обратили внимание на связь условий произрастания растений с их обликом. Широко известную работу «Природа растений», написал Теофраст, живший в 327 – 287 гг. до н. э., в ней содержится немало советов о том, как судить о свойствах земель по характеру растительности. В трудах римлян Плиния Старшего и Катона можно встретить аналогичные сведения.

Еще в I в. до н. э. Колумелла сформулировал идею биоиндикации с помощью растений: «Рачительному хозяину подобает по листьям деревьев, по травам или по уже поспевшим плодам иметь возможность здраво судить о свойствах почвы и знать, что может хорошо на ней расти». Получив название ландшафтной биоиндикации, это направление, ныне, успешно используется в практических целях.

В России в XV и XVI вв., уже упоминались такие понятия, как «лес непашенный» и «лес пашенный», т.е. участки леса непригодные и пригодные для сведения под пашню.

А. П. Карпинского в нашей стране бесспорно считают основоположником оценки свойств почв и подстилающих горных пород по составу растительного покрова и особенностям развития растений, биоиндикационного использования растений. А. П. Карпинский писал о возможности растительной биоиндикации, и использовал характер распространения растений для составления геологических карт. Например, при поисках различных полезных ископаемых служат индикаторные растения и почвенные микроорганизмы. Также упоминания о растениях указателях горных пород, подземных вод, особенностей почв есть в трудах А. Н. Радищева и М. В. Ломоносова.

По словам Кашина, Иванова (1980), «растения являются высокоинформативным индикатором уровня доступных форм химических элементов в окружающей среде и основным источником их для человека и животных. В связи с этим они представляют большой интерес в качестве эффективных объектов при экологическом мониторинге загрязнения окружающей среды ...». У.Д. Мэнинг и У.А. Федер (1985) определяют растение-индикатор как «растение, у которого признаки повреждения появляются при воздействии на него фитотоксичной концентрации одного загрязняющего вещества или смеси таких веществ. Индикаторными могут быть так же те растения, которые аккумулируют в тканях загрязняющие вещества или продукты метаболизма, получаемые в результате взаимодействия растения и загрязняющего вещества. Не может недооцениваться роль растений, как объектов генетических исследований, поскольку лишь благодаря им были установлены основные положения и принципы генетики и цитогенетики.

Ну а русский ученый-почвовед В. В. Докучаев внес самый большой вклад в развитие биоиндикации. Определить типы почв и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности человека можно по комплексам почвенных животных.

В XIX в., когда быстрыми темпами стали осваивать окраины нашей страны началось самое быстрое освоение биоиндикации. Сейчас целесообразно говорить и о степени влияния фактора на природный комплекс, а не только о его наличии или отсутствии фактора. Степень влияния на окружающую среду различна. Это позволяет ввести шкалу воздействий (например, сильное – слабое – нет воздействия). Это шкала экологического фактора позволяет более верно оценивать исследуемую территорию. В таком случае следует говорить о методе количественной оценки степени воздействия экологического фактора на окружающую природную среду. При помощи биоиндикации определяют интенсивность различных химических (рН, содержание солей и др.) и физических факторов (радиоактивность), а также устанавливают содержание в субстрате витаминов, гормонов, антибиотиков и др. биологически активных веществ. И так, по составу флоры и фауны вод, численному составу их отдельных представителей судят о степени и характере загрязнений, пригодности вод для питья и хозяйственных целей, а также об эффективности работы очистных сооружений.

На современном этапе биоиндикации и биомониторинга, наиболее важные задачи, состоят в разработке теоретических основ и методологии анализа реакции биологических систем на многофакторные воздействия с учетом дифференциальных отличий факторов риска, патогенных агентов, патотропных ситуаций, и патологических явлений в зависимости от экологических условий и состояния ценозов, популяций, организмов и отдельных экосистем.

#### *Биоиндикация как метод определения загрязненности окружающей среды*

Биоиндикация является одним из методов определения уровня антропогенной нагрузки на биогеоценозы. Основанный на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем это достаточно эффективный метод мониторинга окружающей среды. Биоиндикацию таким образом, можно определить, как совокупность методов и критериев, предназначенных для поиска информативных компонентов экосистем, которые могли бы: - адекватно отражать уровень воздействия среды, включая комплексный характер загрязнения с учетом явлений синергизма действующих факторов;

- диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ и оценивать их значимость для всей экосистемы в ближайшем и отдаленном будущем.

Необходимость контроля окружающей природной среды диктует все возрастающее воздействие на её состояния, обеспечения её благоприятности для живых организмов и человека. Биоиндикация, как серия биологических оценок в природе, как уже упоминалось выше является приоритетным, из всех методов оценки качества среды.

Лучшим вегетативным органом для деревьев считается лист растения. В листьях, при антропогенных воздействиях, происходят морфологические изменения (уменьшение площади листовой пластины, появление асимметрии). В городе хорошими биоиндикаторами являются листья березы повислой (*Betula pendula* Roth.), дерева с высокими поглотительными качествами.

По мере накопления токсических веществ при формировании листовой пластины, происходит торможение ростовых процессов, и деформация листа. На деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, при окончательном формировании листовых пластин их площади меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях. Метод флуктуирующей асимметрии был выбран, чтобы оценить состояние объекта биоиндикации.

Величина флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических структур листа березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в настоящее время широко используется для оценки уровня загрязнения окружающей среды, в том числе и предприятиями минерально-сырьевого комплекса (Криволицкий, 1993). Случайные незначительные отклонения от симметричного состояния билатеральных морфологических структур, обусловленные стохастичностью молекулярных процессов, лежащих в основе экспрессии генов (онтогенетическим шумом) представляют собой флуктуирующую асимметрию. При действии любых стрессовых факторов среды, которые приводят к усилению онтогенетического шума, нарушению стабильности морфогенеза листа, и как следствие, увеличению его асимметрии величина флуктуирующей асимметрии возрастает (Захаров, Яблоков, 1985).

В то же время известно, что при стрессе любой природы происходит изменение не только морфогенетических показателей, но и физиолого-биохимических, особенно тех, которые непосредственно связаны с процессом фенотипической адаптации. К таким показателям относится интенсивность перекисного окисления липидов (липопероксидации) – свободнорадикального окисления полиненасыщенных жирных кислот липидов (преимущественно липидов биомембран). К настоящему времени накоплен огромный фактический материал, позволяющий заключить, что усиление липопероксидации является универсальной клеточной реакцией на воздействие различных по своей природе стрессовых факторов, как у животных, так и у растений (Криволицкий, 1993). При этом повышенный уровень липопероксидации наблюдается и при хроническом действии антропогенных стресс-факторов на растительные объекты. Показано, что увеличение интенсивности данного процесса при стрессе является не только следствием нарушения перекисного гомеостаза, а представляет собой важный компонент адаптации. В частности, известно, что такой продукт липопероксидации как малоновый диальдегид обладает биологической активностью и может влиять на экспрессию генов, функции белков. Таким образом, все выше упомянутое объясняет интерес исследователей к липопероксидации в плане использования показателей интенсивности этого процесса в фитоиндикации. В то же время вопрос о том, как соотносится изменение перекисного гомеостаза растений с оценкой состояния ценопопуляций, полученной с помощью характеристик стабильности развития (флуктуирующей асимметрии) до сих пор остается открытым.

Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы (*Betula pendula* Roth.)). Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов используют как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения.

В нормальных условиях организм реагирует на воздействие среды посредством сложной физиологической системы буферных гомеостатических механизмов. Под воздействием неблагоприятных условий эти механизмы могут быть нарушены, что приводит к изменению развития. Изменение гомеостаза развития отражают базовые изменения функционирования живых существ и находят выражение в процессах, протекающих на разных уровнях, от молекулярного до организменного, и могут быть оценены по разным параметрам с использованием различных методов. Прежде всего, уровень гомеостаза развития может быть оценен с морфологической точки зрения. Флуктуирующая асимметрия позволяет оценить нестабильность развития организма. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные различия между правой и левой (R – L) сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Большинство авторов предлагает считать определение флуктуирующей асимметрии одним из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель флуктуирующей асимметрии – индексом стабильности развития организма.

Основное требование к признакам, по которым ведется определение флуктуирующей асимметрии – относительно равная их величина, отсутствие влияния на них ряда факторов, среди которых большое значение

имеет вычленение из общей асимметрии двух ее форм: направленной асимметрии и антисимметрии (Криволицкий, 1993).

Д. Е. Гавриков и С. Г. Баранов сравнивали разные методы оценки окружающей среды с помощью исследования морфологических показателей в своей работе «Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовых пластин *Betula pendula* Roth. и пришли к выводу, что данный метод может быть использован для оценки качества здоровья среды, так как сходные тенденции в флуктуации листовых пластин березы повислой (*Betula pendula* Roth.) были выявлены разными методами.

Лучшим вегетативным органом для древесных растений является лист растения. В листьях при антропогенных воздействиях происходят морфологические изменения (уменьшение площади листовой пластины, появление асимметрии). Хорошими биоиндикаторами в городе являются листья березы, дерева с высокими поглотительными качествами.

По мере накопления токсических веществ, при формировании листовой пластины, происходит деформация листа и торможение ростовых процессов. На деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, при окончательном формировании листовых пластин их площади меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях.

Можно сказать, что основной объект при характеристике стабильности развития и состояния здоровья среды – признаки листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.). Использование показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.), в настоящее время, рекомендовано в нормативных документах экологических служб.

## **II.2.Методика исследований**

Для оценки степени нарушения стабильности развития и разработана пятибалльная шкала последствий в нарушении стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.), или бородавчатой, выявленных в ответ на самые различные антропогенные воздействия. Диапазон значений интегрального показателя стабильности развития до 0,040 соответствует первому баллу (условная норма), от 0,040 до 0,044 – второму баллу, от 0,045 до 0,049 – третьему баллу, от 0,050 до 0,054 – четвертому баллу, от 0,054 и выше – пятому баллу (критическое состояние). Первый балл шкалы – условная норма. Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл – критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии (Криволицкий, 1993).

Живые организмы очень чувствительны к изменениям в окружающей их среде. Некоторые из живых организмов служат удобными для человека индикаторами состояния среды. Чтобы живой организм был хорошим биоиндикатором, у него должны проявляться достаточно выразительно ответы на изменения в окружающей среде. Одним из таких выразительных ответов оказалось нарушением симметрии в строении некоторых организмов и их частей. Для сравнения между собой разных признаков, величину асимметрии следует учитывать в относительных величинах.

Шкала, которая помогает оценить степень отклонений в качестве природной среды от нормы разработана для некоторых видов организмов. К настоящему времени такие балльные системы оценок ученые разработали для ряда видов растений, рыб, земноводных и млекопитающих. Для практики этот подход оказался очень полезным – для оценки последствий антропогенных воздействий и для фонового мониторинга (в естественных условиях). Вот почему Министерство природных ресурсов Российской Федерации рекомендовало широко использовать этот метод при проведении оценки качества среды, ее благоприятности для человека в целом ряде ситуаций.

А именно, для:  
-определения состояния природных ресурсов;  
- разработки стратегии рационального использования региона;  
- определения предельно допустимых нагрузок для любого региона;  
- выявления зон экологического бедствия;  
- проведения работ по оценке воздействия на окружающую среду и при репрофилировании предприятий;  
- оценки эффективности природоохранных мероприятий;  
- создания особо охраняемых природных территорий.

В документе, рекомендованном Министерством, приведены списки видов растений и животных, с помощью которых можно проводить оценки качества среды во всех географических зонах на территории России, за исключением зоны тундр, полупустынь, пустынь и высокогорья.

В работе для оценки качества среды территории использовалось древесное растение – береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Проведение исследования основывалось на Методике, утвержденной распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р.

В зависимости от цели исследования определяется место сбора. Выбираются несколько модельных площадок в разных зонах изучаемой территории, если необходимо провести фоновый мониторинг. Для оценки последствий антропогенной нагрузки на определенный участок территории, выбирается подходящая площадка,



на которой произрастает несколько взрослых берез с укороченными нижними побегами, а также подбирается площадка с похожими деревьями из места, заведомого не подверженного антропогенной нагрузке.

В качестве объекта исследования была использована берёза повислая

(*Betula pendula* Roth.) (рис.1).

Домен – Эукариоты

Царство – Растения

Подцарство – Зелёные растения

Надотдел – Высшие растения

Отдел – Цветковые

Класс – Двудольные

Порядок – Букоцветные

Семейство – Берёзовые

Рис. 1. Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.)

Берёза повислая: 1 – общий вид,

2 – осенняя ветвь с

заложившимися листовыми и

тычиночными почками, 3 –

зимняя ветвь, 4 – весенняя ветвь с

тронувшимися в рост листовыми и

тычиночными почками, 5 –

ветвь с тычиночными и

пестичными серёжками, 6 –

мужской цветок, 7 – женский

цветок, 8 – ветвь с плодовыми

серёжками, 9 – зрелая плодовая серёжка, 10 – плод – крылатый орех.



Родовое название — от кельтского «betu» – береза и латинского *pendulus* – повислый.

Латинское наименование дерева *Betula*. В основе его лежит слово *batula*, от глагола *batuere*, переводимого как «бить» или «сечь» – напоминание о горькой судьбе не очень радивых школьников в прошлом, которым случалось отведывать «березовой каши». В европейских языках большинство названий березы идет от индоевропейского «bhe» – светлый, сверкающий.

Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) – листопадное дерево семейства берёзовых, высотой до 30 м с гладкой, белой, легко расслаивающейся корой. У старых деревьев кора оснований стволов с глубокими трещинами, черно-серая [7]. Ствол прямой, ветви обычно повислые; молодые побеги красно-бурые, голые, покрыты смолистыми железками – «бородавочками». Листья очередные, треугольно-яйцевидные до ромбических, по краям двоякоострозубчатые, тонкокожистые, гладкие, темно-зеленые, молодые – клейкие, длиной 3-7 см, шириной 2,5-5 см. Почти яйцевидно-конусовидные, длиной 3-5 мм и толщиной 2-5 мм, слегка заостренные, прямые, блестящие с восковым, обычно клейким налетом. Мужские серёжки длиной 5-6 см, повисающие, по 2-3 на концах ветвей; женские серёжки цилиндрические, длиной 2-3 см, одиночные, на коротких боковых веточках. Плод – продолговато-эллиптический орешек с двумя перепончатыми крыльями, в 2 – 3 раза превышающими ширину орешка. В серёжке содержится около 500 орешков. Цветет в мае – июне; плоды созревают в августе – сентябре. Живет 100-120 лет.

Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) произрастает на большей части территории страны. Наиболее обильна в Западной и Средней Сибири, а также в средней полосе европейской части страны.

Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) образует производные леса, возникающие на месте вырубленных или сгоревших сосняков, ельников, лиственничников, дубняков. Она быстро заселяет освободившиеся территории и господствует на них, создавая лишь временные группировки; в дальнейшем вытесняется другими древесными породами. Коренные древостой образует лишь в лесостепных и степных областях, особенно в Западной Сибири (характерные для ландшафта лесостепной зоны берёзовые колки). Часто встречается в разных типах леса в качестве примеси. Растет на сухих и влажных песчаных, суглинистых, черноземных и каменисто-щебнистых почвах; светолюбива. Выносит различные климатические условия, поэтому произрастает от тундры до степной зоны. Растет быстро, хорошо возобновляется порослью и самосевом.

Легко поддаётся механической обработке. Чрезвычайно неустойчива против гниения. Лучше всего сохраняется погружённой в воду. Используется как фанерное сырьё, в производстве лыж, мелких резных игрушек. Из древесины получают древесный уголь, уксусную кислоту, метиловый спирт, скипидар. При сухой перегонке коры образуется дёготь, применяемый в медицине и парфюмерии. Благодаря высокой теплотворности ценится как хорошее топливо.

Из ветвей вяжут веники для бани. Почки и листья применяют в народной и официальной медицине, они обладают мочегонным, желчегонным, потогонным, кровоочистительным, бактерицидным, противовоспалительным и ранозаживляющим действием. Листья выделяют фитонциды, способные убивать болезнетворные микроорганизмы уже через 3 часа (Коновалова, Шевырёва, 2007)

Берёзовые листья были собраны в следующих точках:

1. группа деревьев около школы;
2. группа деревьев около автодороги М7;
3. группа деревьев рядом с «Дырkinым лесом».

При сборе материала строго придерживались тех методических требований, которые изложены в Методическом пособии В.М. Захарова, А.С. Баранова и другие «Здоровье среды. Методика оценки»[5, 6].

Так как сбор материала следует проводить после остановки роста листьев, принято решение провести его в сентябре 2016 года.

При выборе деревьев важно учитывать, во-первых, четкость определения принадлежности растения к исследуемому виду. Во избежание ошибок следует выбирать деревья с четко выраженными признаками березы повислой (*Betula pendula* Roth.). При сборе материала должно быть учтено возрастное состояние деревьев. Для исследования выбирают деревья, достигшие генеративного возрастного состояния.

У березы повислой (*Betula pendula* Roth.) с одной точки отбора равномерно вокруг дерева со всех доступных веток собирают сто листьев из нижней части кроны. Размер листьев должен быть сходным, средним для данного растения. Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения. С растения собирают несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа. Стараются выбирать побеги одного типа, например, только укороченные побеги. Все листья для одной выборки необходимо сложить в полиэтиленовый пакет, туда же вложить этикетку. На этикетке указывается номер выборки, место сбора, дату сбора.

Собранные листья для непродолжительного хранения можно хранить в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Для длительного хранения надо зафиксировать материал в 60% растворе этилового спирта или гербаризировать.

Для измерения лист березы нужно положить перед собой внутренней стороной вверх. У каждого листа измеряют по пять признаков справа и слева, как показано на рис. 2.

Рис.2. Схема морфологических признаков, используемых для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

1 – ширина левой и правой половинок листа.

2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа;

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;

4 – расстояние между концами этих же жилок;

5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Для измерений требуются: измерительный циркуль, линейка и транспортир.

Нужно измерить:

1. ширину половинки листа (посередине листовой пластинки);

2. длину второй от основания листа жилки (слева и справа от центральной жилки);

3. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, в месте прикрепления их к центральной жилке (слева и справа);

4. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, с внешнего края листа (слева и справа от центральной жилки);

5. угол наклона второй жилки к центральной (слева и справа).

Измерения проводятся в сантиметрах (пункты 1-4) и градусах (пункт 5).

Результаты исследований заносятся в таблицу.

Величину асимметрии у растений рассчитывают как отношение разницы в оценках слева и справа к сумме этих оценок.



$$\frac{|L - R|}{|L + R|}$$

Чтобы получить интегральный показатель стабильности развития, сначала рассчитывают среднюю относительную величину асимметрии по всем признакам для каждого листа, сложив относительные величины асимметрии по каждому признаку и поделив эту сумму на число признаков[8]. Затем рассчитывают среднее арифметическое по этому показателю для всех листьев с одной модельной площадки.

Полученные величины заносятся в соответствующие графы вспомогательной таблицы. Затем вычисляют величину асимметрии для каждого листа по всем признакам. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков. Результаты вычислений заносят в последнюю графу вспомогательной таблицы.

На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа (они занесены в последнюю графу таблицы). Это значение округляется до третьего знака после запятой.

### II.3. Результаты исследований

Материал был собран 20 сентября 2016 года. Были определены 3 площадки в черте города (район школы №1 г. Покров и трасса М7) и 1 площадка за городом (в лесной зоне).

На каждой площадке сбор листьев проводился с одного дерева. Выборка включала 100 листьев (по 20 листьев с 5 деревьев).

Листья собирались с нижней части кроны, достигших генеративного возраста деревьев и произрастающих в сходных условиях, так как уровень асимметрии листьев увеличивается не только под влиянием антропогенных факторов, но и при произрастании растений в сложных экологических условиях или под действием грибковых заболеваний. Для того чтобы избежать этих факторов мы собирали листья с деревьев, растущих в сходных экологических условиях (на открытых участках).

Материал был обработан сразу после сбора. Для непродолжительного хранения листьев использовались полиэтиленовый пакет и холодильник.

Лист укладывали перед собой внутренней стороной вверх. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (см. методку). Оценка стабильности развития по каждому признаку сводилась к оценке асимметрии (учет различий в значениях признаков слева и справа).

1. В первом действии для каждого промеренного листа вычислялось отношение величин асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров  $(L-R) / (L+R)$ .

2. Во втором действии вычислялся показатель асимметрии для каждого листа, для этого суммируют значение отношения величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

3. В третьем действии мы вычисляли показатель стабильности развития, для этого вычисляли среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа.

Для оценки отклонений состояния организма использовалась шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития (Захаров и др., 2000)

Листовая пластина березы имеет четко выраженную двустороннюю симметрию. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины, которые адекватно отражают уровень техногенного воздействия на растительность. Они характеризуются следующими интегральными показателями стабильности развития (усредненная величина показателей асимметрии по 100 листьям в выборке), которые приведены в таблице:

Место сбора образцов	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния
Группа деревьев рядом со школой	0,047	3
Группа деревьев рядом с автодорогой М7	0,058	5
Группа деревьев рядом с «Дырkinым лесом»	0,042	2

#### Интегральные показатели стабильности развития.

При балльной оценке используется таблица соответствия баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии:

Балл состояния				
1	2	3	4	5

Меньше (условная норма)	0,040	0,040-0,044	0,045-0,049	0,050-0,054	Больше 0,054(критическое состояние)
----------------------------	-------	-------------	-------------	-------------	---

Как видно из приведенных данных, интегральный показатель стабильности развития березы повислой следующий: рядом с СОШ №1 составляет 3 балла, с автодорогой - 5 баллов и в лесу 2 балла по пятибалльной шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы, что свидетельствует о среднем и экстремальном загрязнении окружающей среды во всех исследованных точках города и за его пределами. Особенно выраженное загрязнение обнаружено нами на оживленной транспортной магистрали М-7. Загрязнение ослабевает по мере удаления от транспортной ветки. Даже зоны отдыха – лес, расположенный за чертой города, испытывают выраженное давление загрязнителей.

Состояние здоровья среды в пределах г.Покров вызывает беспокойство, т.к. показатель асимметрии высокий, что соответствует 5б. По шкале Захарова В.М., это критическое значение. Растения в таких условиях находятся в сильно угнетенном состоянии. Поэтому у них проявляются сильные отклонения от билатеральной симметрии. Вероятно, неблагоприятная экологическая обстановка влияет не только на растения, но на животных и человека. Возможно, что такие показатели связаны с деятельностью фарм-предприятий и автодороги М7, расположенного на территории города.

#### **II.4. Выводы**

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. В г. Покров наблюдается высокий уровень загрязнения окружающей среды, что может быть вызвано деятельностью фарм-предприятий и федеральной дорогой М7.
2. Наибольший уровень загрязнения наблюдается в непосредственной близости с автодорогой.
3. Наименьший уровень загрязнения наблюдается в районе «Дыркиного леса».

#### **III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения работы изучения путем флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* было определено качество здоровья среды. Проведенное нами исследование было направлено на изучение последствий загрязнения окружающей среды на растительные компоненты экосистем, что позволило получить достоверную картину условий места произрастания растений и отразило состояние здоровья среды. Флуктуирующая асимметрия является чувствительным индикатором состояния природных популяций. На основании необходимых измерений и расчетов был рассчитан показатель стабильности развития березы повислой в трех местах города. В результате работы были выявлены те территории, на которые необходимо обратить внимание общественности и администрации города, возможно, для проведения независимой экспертизы с целью установления решающих факторов, влияющих на здоровье среды, и дальнейшего их устранения. Кроме того, результаты данных исследований могут быть использованы на уроках биологии в 6 классе в теме «Основные экологические факторы и их влияние на растения».

#### **IV. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дружкина Т.А., Лебедь Л.В. Исследование биоиндикационных свойств древесных пород в городской среде. - URL <http://shmain.ru/nauchnye-stati/issledovanie-bioindikacionnyx-svoystv-drevesnyx-porod-v-gorodskoj-sede.html>.
2. Егорова Е.И., Белолипецкая В.И. Биотестирование и биоиндикация окружающей среды. Уч. пособие. — Обнинск: ИАТЭ, 2000. — 80с.
3. Захаров В.М., Яблоко А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций //Новые методы изучения почвенных животных в радиэкологических исследованиях. - М.: Наука, 1985. – С.176-185.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. - Киев: Наук, думка, 1978. - 247 с.
5. Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Захарова В.М. Анализ стабильности развития берёзы повислой в условиях химического загрязнения. – Экология, 1996, №6, с. 441-444.
6. «Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур)» (распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р).
7. Цвелёв Н.Н. Флора европейской части СССР / Отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелёв. — РАН – Ботанический институт им. В. Л. Комарова. — СПб: Наука, 1994. — Т. 7. — 317 с.
8. Чистякова Е.К., Кряжева Н.Г. Возможность использования показателя стабильности развития и фотосинтетической активности для исследования состояния природных популяций растений на примере березы повислой. Онтогенез. 2001. Т. 32. № 6. С. 422–427.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Марковская основная общеобразовательная школа

### Русский чай

**Автор:**  
Кузьмина Елизавета  
ученица 6 класса  
**Руководитель:**  
Мальчугова Татьяна Владимировна  
учитель биологии и химии

#### Паспорт исследовательской работы:

Кипрей, в народе - Иван-чай,  
Известен на Руси.  
Его здесь можно повстречать,  
В лесах, лугах найти.

Он нужен всем, почти везде:  
Пчеле, как медонос.  
А сколько сил в своем листе  
Он до людей донес.

#### Учебная направленность исследовательской работы:

Предметные области: биология, курс «Основы здорового питания».

#### Целью исследовательской работы:

является приготовление Копорского чая.

#### Задачи исследовательской работы:

1. Изучить историю возникновения и лечебные свойства Копорского чая.
2. Изучить технологию производства Копорского чая.
3. Изучить методику проведения химического эксперимента по изучению качественного состава чая.

**Объект исследования:** Кипрей узколистный.

**Предмет исследования:** Чай из Иван-чая.

**Методы исследования:** Поиск и сбор информации, сбор данных, наблюдение, анализ.

**Период выполнения:** лето 2017

#### Проблемное поле исследовательской работы:

Иван-чай самый древний и самый здоровый чай на планете. Он может один заменить целый букет других целебных трав. Если бы его продавали в магазинах как обычный чай, то это чрезвычайно благотворно отразилось бы на здоровье нации.

#### Актуальность исследовательской работы:

Сегодня у россиян появилась чудесная возможность приобщиться к мудрости предков и вернуть в свой обиход незаслуженно забытый, исконно русский Иван-чай. По старинному поверью, Иван-чай не только помогает очистить тело, но и проясняет ум, а также укрепляет дух человека.

Иван – чай может полностью заменить импортные чаи. Иван-чай - самый древний и самый здоровый чай на планете. У Иван-чая есть другое название – копорский Больше всего такого чая заготавливали в селении Копорье под Петербургом.

#### Этапы исследовательской работы:

##### Подготовительный.

На подготовительном этапе мы собрали информацию о кипрее узколистном.

До появления китайского чая на Руси наши предки пили Иван-чай. Этот чай пили более 6 тысяч лет назад Угры. Копорский чай (Иван-чай, русский чай) - традиционный русский чай, упоминаемый в старорусских летописях с XII века. С древности наши предки владели технологией изготовления вкусного, ароматного и целебного чая из кипрея узколистного.

В славянских летописях XII века этот чай упоминается под названием – Копорский чай. Участники взятия Казани и покорения Астрахани, ратники Минина и Пожарского, гулящая вольница Степана Разина, были, очевидно, мудрее нас. Они просто пили Иван-чай, который был неотъемлемой частью их быта.

Европа узнала о нем после победы князя Александра Невского над рыцарями - крестоносцами. В Германии, Голландии, Швеции, Франции он был известен как Русский чай. Даже самые изысканные любители чаепития - англичане - долгое время отдавали предпочтение Русскому чаю. В средние века выручка России от экспорта Русского чая в Европу, опережала доходы от продажи пеньки, золота и мехов. История забвения Иван-чая тесно связана с названием – Копорский чай. Так именовали напиток, который в старину готовили из Иван-чая.

### **1. История чая.**

В славянских летописях XII века этот чай упоминается под названием – Копорский чай. Участники взятия Казани и покорения Астрахани, ратники Минина и Пожарского, гулящая вольница Степана Разина, были, очевидно, мудрее нас. Они просто пили Иван-чай, который был неотъемлемой частью их быта.

Европа узнала о нем после победы князя Александра Невского над рыцарями - крестоносцами. В Германии, Голландии, Швеции, Франции он был известен как Русский чай. Даже самые изысканные любители чаепития - англичане - долгое время отдавали предпочтение Русскому чаю. В средние века выручка России от экспорта Русского чая в Европу, опережала доходы от продажи пеньки, золота и мехов. История забвения Иван-чая тесно связана с названием – Копорский чай. Так именовали напиток, который в старину готовили из Иван-чая.

Заваривали Иван-чай таким образом, что он напоминал вкусом и окраской субтропический чай. Больше всего такого чая заготавливали в селении Копорье под Петербургом. Поэтому и стали называть напиток, а позже и сам Иван-чай - Копорским чаем. Уходя в дальнее путешествие, русские моряки обязательно брали с собой Иван-чай не только для того, чтобы пить самим, но и в качестве подарков в иноземных портах.

Впрочем, были и недобросовестные купцы, которые использовали Иван-чай для подделки китайского (пекинского) чая. Они подмешивали к китайскому чаю листья Иван-чая и выдавали эту смесь за дорогую восточную диковину. Копорский чай становился все более популярнее, и уже в XIX веке он составил мощнейшую конкуренцию индийскому чаю.

Так почему же в России прекратилось столь выгодное производство Копорского чая? Дело в том, что в конце XIX века его популярность оказалась, так велика, что стала подрывать финансовое могущество Ост - Индийской чайной компании торговавшей индийским чаем! Компания раздула скандал, якобы русские перетирают чай белой глиной, а она, мол, вредна для здоровья. А истинная причина в том, что владельцам Ост - Индийской компании надо было убрать с собственного рынка Англии мощнейшего конкурента – Русский чай! Компания добилась-таки своего, был снижен закуп Русского чая, а после революции в России 1917 года, когда Англия вошла в военный блок «Антанта», закуп чая в России прекратился полностью, Копорье разорилось.

В "Чайной войне" Ост-Индская компания победила и наводнила Европу и Россию черным английским чаем из Индии и Цейлона.

И вот совсем недавно люди вспомнили об этом целебном напитке. Целебные свойства Русского чая, в основе которого цветки и листья кипрея узколистного, не могут сравниться ни с каким другим чаем.

### **2. Характеристика кипрея узколистного:**

Кипрей узколистный (рис.1)(иван-чай, копорский чай) - многолетнее травянистое растение семейства кипрейных (Onagraceae), род - Chamaeion, высотой 60-150 см с мясистым ползучим корневищем длиной до 1 м (рис. 1). Стебель простой, прямостоячий, округлый, голый, маловетвистый, неопушенный, высотой 50-150 см, внизу иногда красноватый. Листья очередные, накрест супротивные, сидячие или короткочерешковые, ланцетные, острые, почти цельнокрайные, с округлым основанием длиной 5-12 см, шириной 0,7-2 см, снизу бело-зеленые с заметной сетью жилок

Цветки крупные, розовые, лилово-красные или фиолетовые, четырехлепестковые, собраны в длинные кисти длиной 10-45 см на верхушках стеблей, чашечка, рассеченная почти до основания, с небольшой трубкой с горизонтально откинутыми острыми долями. Цветки раскрываются с 6 до 7 часов утра. Плод - длинная четырехгранная стручковидная коробочка до 8 см, вместе с цветоножкой и завязью покрыта волосками. Семянки очень мелкие, многочисленные с очень длинными волосками. Цветет с конца июня до середины августа. Размножается корневищами и семенами. Одно растение дает за сезон до 20000 семян (до 1 кг)

Встречается почти на всей территории Европейской части России, Сибири, Дальнего Востока, а также Украины, Беларуси, Кавказа, Канады и США. Произрастает на сухих песчаных местах, на гарях, в оврагах, на опушках лесов.

### **2. Провели анкетирование среди учащихся нашей школы.**

Социологический опрос проводился в анонимной форме. Ученикам класса (15 чел.) предлагался бланк с 4-мя следующими вопросами:

1. Знаете ли вы, какой чай пили до появления чёрного чая в России.
2. Знаете ли вы, растение Иван-чай?
3. Знаете ли вы растение кипрей узколистный.
4. Знаете ли вы напиток из Иван-чая, который называется Копорский чай?

В ходе социологического опроса было выяснено, что не все знают растение Иван-чай. А про Копорский чай (Русский чай) знают только 5 человека.

### Практический эксперимент.

#### **Рецепт и способ приготовления Копорского чая.**

Методику и технологию изготовления мы взяли из журнала «Наука и жизнь», статья под редакцией инженера В. Одинцова, он описал усовершенствованную технологию приготовления копорского чая.

**Завяливание:** листья рассыпают слоем не толще 5 сантиметров на день или сутки, пока они не сделаются вялыми, при этом их надо периодически ворошить, не давая пересыхать листьям верхнего слоя и по краям.

**Скручивание:** листья скручивают между ладонями рук в небольшие веретенообразные колбаски размером, примерно, в полсосиски до тех пор, пока они не потемнеют от выступившего сока, также для примера мы пропустили листья через мясорубку, результат в конце мы получили тот же, просто получается не крупнолистовой чай.

**Ферментация:** скрученные листья укладывают слоем в 5 сантиметров в эмалированную миску или лоток, (в нашем случае мы брали трёхлитровую банку), укрывают мокрой тканью и ставят в теплое место (24-27оС) на 6-12 часов для созревания. Чем выше температура, тем процесс ферментации идет быстрее, окончание процесса характеризуется изменением травянистого запаха на насыщенный цветочно-фруктовый. Опасна слишком высокая температура и передержка - кипрей приобретает запах низкосортного перекипяченного чая

**Сушка:** ферментированные листья, расстилают на ситах или противнях, застеленных пергаментом, слоем в 1-1,5 сантиметра и сушат при температуре 100оС около часа, периодически проверяя готовность на ощупь. Хорошо просушенный чай имеет цвет черного настоящего чая, насыщенный и более крепкий, чем у него, аромат, чайники при сдавливании ломаются, но не рассыпаются в труху. Когда этой кондиции достигнет основная масса чая, температуру сушки уменьшают, а тягу, умеренную в процессе сушки, резко увеличивают. При слишком высокой температуре и передержке чая в сушилке в букете появляется примесь запаха "сухой бумаги".

**Хранение:** как и настоящий, чай, Копорский требует плотной упаковки при хранении - лучше всего в стеклянных банках с полиэтиленовыми крышками. Товарной кондиции Копорский чай достигает примерно через месяц хранения, а в дальнейшем его свойства, как и у настоящего чая, ещё больше улучшаются. Высушенные цветки также дают прекрасный напиток.



#### **Химический эксперимент по определению качественного состава чая:**

Из источников я узнала какие вещества входят в состав чая. В фармакологической лаборатории г.Орехова –Зуева были проведены опыты по определению качественного состава чая. Для сравнения были взяты черный чай, зеленый чай и копорский чай.

Химический состав.

Иван-чай содержит до 20 % дубильных веществ, биофлавоноиды, слизь, пектиновые вещества и витамины группы «В», «С». В цветках иван-чая содержится до 25 мг нектара на каждый цветок. Кроме того, иван-чай содержит много белка.

В 100 гр. зеленой массы иван-чая содержится:

железа — 2,3 мг,

никеля — 1,3 мг,

меди — 2,3 мг,

марганца — 16 мг,

титана — 1,3 мг,

молибдена — 0,44 мг,

бора—6мг

В значительном количестве в иван-чае содержатся также калий, натрий, кальций, магний, литий и другие вещества.

В 100 г листьев иван-чая присутствуют от 200 до 400 мг аскорбиновой кислоты (в 6,5 раз больше, чем в лимонах).

Корни и листья содержат 10–20 % дубильных веществ, до 0,4 % аскорбиновой кислоты, каротин, сахара, пектиновые вещества, слизи, алкалоиды; семена — до 40–45 % жирного масла. Крестьяне в России из корней кипрея (иван-чая) получали муку, из которой при сбраживании давала алкогольный напиток. Молодые побеги и листья в свежем виде пригодны для витаминных салатов, после варки их можно употреблять в пищу как овощи. Из кипрея можно делать мед. Он получается водянисто-прозрачным с зеленоватым оттенком, нежного вкуса. В нектаре преобладают глюкоза и фруктоза.

До бутонизации в надземной части растения имеется до 20 % белка, соли фосфора, кальция и кобальта, до 15 % слизи. Является хорошим кормом для скота, как в свежем состоянии, так и в виде силоса. Может использоваться как декоративное растение.

#### Опыт №1 Качественная реакция на кофеин:

		Сорт чая			
	Реактивы	Чёрный чай	Зелёный чай с ароматизаторами	Зелёный чай	Иван чай
Наличие кофеина	Сухой чай и оксид магния	Присутствуют следы кофеина	Присутствуют следы кофеина	Присутствуют следы кофеина	Отсутствует

**Вывод:** Кофеин присутствует в составе чёрного, зелёного. И Иван – чая.

#### Опыт №2 Определение в чае витамина С:

		Сорт чая			
	Реактивы	Чёрный чай	Зелёный чай с ароматизаторами	Зелёный чай	Иван чай
Наличие витамина С	Крахмал, вода, раствор йода	Присутствует	Присутствует	Присутствует	Присутствует в больших количествах

**Выводы:** витамин С содержится во всех чаях, но если судить по интенсивности окраски, то Иван – чае содержание витамина С значительно больше.

#### Опыт №3 Определение кислотно-щелочного баланса:

		Сорт чая			
	Реактивы	Чёрный чай	Зелёный чай с ароматизаторами	Зелёный чай	Иван чай
Определение кислотно – щелочного баланса	Индикаторные бумажки	Среда кислая, степень кислотности зависит от густоты заварки чая	Среда кислая	Среда кислая	Среда нейтральная или слабо щелочная в зависимости от насыщенности заварки

**Вывод:** чёрный и зелёный чай имеют слабо- кислую, средне – кислую среду, что вредно при повышенной кислотности желудка. Иван – чай - среда нейтральная.

#### Опыт №4 Определение танина в чае:

		Сорт чая			
	Реактивы	Чёрный чай	Зелёный чай с ароматизаторами	Зелёный чай	Иван чай
Определение танина	Раствор FeCl <sub>3</sub>	Присутствует	Присутствует	Присутствует	Присутствует

**Вывод:** танин присутствует во всех чаях.



**Опыт №5 Наличие красителей:**

		Сорт чая			
	Реактивы	Чёрный чай	Зелёный чай с ароматизаторами	Зелёный чай	Иван чай
Наличие красителей	Дольки лимона	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствует

**Выводы:** красители отсутствуют.

**Результаты исследовательской работы.**

В результате проведенной работы пришла к следующим выводам:

1. Ивай-чай является единственным во всех смыслах естественным чаем;
2. Копорский чай (русский чай) - это Иван-чай заготовленный специальным образом;
3. Иван-чай обладает целебными свойствами: противовоспалительным, успокаивающим, болеутоляющим;

**Практическая значимость исследовательской работы :**

Сегодня у нас появилась чудесная возможность приобщиться к мудрости предков и вернуть в свой обиход незаслуженно забытый, исконно русский Иван-чай. По старинному поверью, Иван-чай не только помогает очистить тело, но и проясняет ум, а также укрепляет дух человека.

В своей работе я рассмотрела всем нам знакомое и удивительное растение Иван-чай. Это растение доступно каждому жителю нашей местности, но не все знают насколько оно полезно людям. Мы выяснили, что в нашей местности произрастают огромные запасы Иван-чая. Край наш экологически чистый, значит и сырье для приготовления напитка из Иван-чая можно собирать не опасаясь.

В ходе исследования была подтверждена гипотеза и выполнены все поставленные задачи.

**ЛИТЕРАТУРА.**

1. Верзилин Н. М. По следам Робинзона. — Москва, 1956. – 274 с.
2. Головкин Б.Н. О чем говорят названия растений. – М.: Колос, 1992. – 192 с.
3. Грау Ю. Дикорастущие лекарственные растения. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2002. – 288 с.
4. Подымов А.И., Суслов Ю.Д. Лекарственные растения Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство, 1990.
5. Современная энциклопедия лекарственных растений. – СПб.: Лениздат, «Ленинград», 2006. – 848 с.

**Интернет-ресурсы**

6. [ivantea.ru/pub001.htm](http://ivantea.ru/pub001.htm) Русское чудо растение может возродить здоровье народа
7. <http://tigershop.ru/posts/143707>