

# **Биоиндикация загрязнения воздуха в городе Комсомольске-на-Амуре по состоянию сосны обыкновенной**

Экология

**Волобуева М.А.**

*6 класс МОУ СОШ № 4, МБОУ ДО Кванториум, г. Комсомольск-на-Амуре*

*Научный руководитель: Слесарева Т.Э., педагог дополнительного образования*

*МБОУ ДО Кванториум, г. Комсомольск-на-Амуре*

## **Введение**

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, административных центрах, городах-курортах составляют 60-80% от общих выбросов в атмосферу. Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, оксиды азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий, бензопирен. При этом наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрёстках, остановках перед светофорами. Так, на большой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу – 0,98%, окиси углерода соответственно – 5,1% и 13,8%.

Устойчивость растений, особенно высших, к загрязнению воздуха, особенно диоксидом серы, различна. Сосна является особенно чувствительной к загрязнению воздуха, поэтому может служить биоиндикатором данного явления.

**Цель:** биоиндикация загрязнения воздуха в различных частях города Комсомольска-на-Амуре по состоянию сосны обыкновенной.

### **Задачи:**

1. Изучить методику биоиндикации загрязнения воздуха по состоянию сосны обыкновенной.
2. Провести биоиндикацию загрязнения воздуха по состоянию сосны обыкновенной в различных частях города Комсомольска-на-Амуре.
3. Сделать вывод о состоянии изучаемой проблемы, дать ряд рекомендаций по ее решению.

**Объект исследования:** сосна обыкновенная (хвоя), произрастающая в различных частях города Комсомольска-на-Амуре.

**Предмет исследования:** состояние сосны обыкновенной как биоиндикатора загрязнения воздуха в различных частях города Комсомольска-на-Амуре.

### **Теоретическая часть. Обзор литературы**

Биоиндикаторы - организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды. При экологическом мониторинге загрязнений использование биоиндикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как биоиндикаторы реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Кроме того, обладая «памятью», своими реакциями отражают загрязнения за длительный период. На листьях деревьев при загрязнении атмосферы появляются некрозы (отмирающие участки). По присутствию некоторых устойчивых к загрязнению видов и отсутствию неустойчивых видов (например, лишайников) определяется уровень загрязнения атмосферы городов.

При использовании биоиндикаторов важную роль играет способность некоторых видов накапливать загрязняющие вещества. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС были зафиксированы в Швеции при анализе лишайников. Сигнализировать о повышенном содержании бария и стронция в окружающей среде могут береза и осина неестественно зеленым цветом листьев. Аналогично в ареале рассеяния урана вокруг месторождений лепестки иван-чая становятся белыми (в норме - розовые), у голубики темно-синие плоды приобретают белый

цвет и т. д. Для выявления разных загрязняющих веществ используются разные виды биоиндикаторов: для общего загрязнения - лишайники и мхи, для загрязнения тяжелыми металлами - слива и фасоль, диоксидом серы - ель и люцерна, аммиаком - подсолнечник, сероводородом - шпинат и горох и др.

Возможности оценки среды по растительности изучаются специальным разделом ботаники - индикационной геоботаникой. Ее основной метод - использование экологических шкал, т. е. специальных таблиц, в которых для каждого вида указаны пределы его распространения по факторам увлажнения, богатства почвы, засоления, выпаса и т. д. В России экологические шкалы были составлены Л. Г. Раменским [6].

### **Биологическое описание сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), влияние на нее выхлопных газов автотранспорта**

Дерево высотой 25-40 м. Ствол прямой. Крона высоко поднятая. Кора в нижней части ствола толстая, чешуйчатая с глубокими трещинами. Ветвление одномутовчатое. Хвоинки расположены по две в пучке. Хвоя жесткая. Однодомное растение. Семена созревают в октябре – ноябре (на следующий год после опыления), пестрые, с крылом, охватывающим семя в виде вилочки. Светолюбивая порода, малотребовательная к плодородию и влажности почв. Чувствительна сосна к уплотнению почвы, загазованности и задымленности воздуха. Насаждения сосны выполняют большую санитарно-гигиеническую роль. Латинское название сосны – пинус, что означает скала. У сосны действительно твердый «характер». Это дерево способно выдерживать испытания, которые другим не под силу. Сухо? Сосна старается как можно меньше испарять влаги. Голодно? Сосна пошире раскинет корни, найдет пищу и где-нибудь по соседству. Налетел ветер? И тут корни не подведут: они в двенадцать раз длиннее, чем у ели и в двадцать четыре раз длиннее, чем у пихты. Вот почему сосне ничего не страшно. Только одно пугает сосну – темнота. Её надо много тепла и света. Как и у других светолюбивых растений,

у сосны ажурная крона, хорошо пропускающая солнечные лучи. Еще в апреле в сосновом лесу слышится какой-то треск. Это трещат сосновые шишки. Их чешуи долгое время были сомкнуты: сначала у зеленой шишки, потом у побуревшей. И вот теперь шишки растрескиваются, освобождая давно созревшие семена. Цветет сосна во второй половине мая. У основания молодых побегов появляется что-то вроде желтоватых шишек. Это мужские соцветия. Отдельный цветок простенький: чешуйка с двумя пыльниками.

Чешуйки собраны в сережки, а они - в сложный колос. Пыльцы у сосны множество. Отдельная пылинка очень легка: у нее два воздушных пузырька. Летит пыльца сосны далеко: ветер разносит ее на многие километры.

Близ вершин молодых побегов видны красноватые шишечки. Это женские соцветия. Они состоят их крохотных чешуек, в пазухе которых семенные чешуи с двумя семяпочками. Семяпочки лежат открыто: у сосны нет завязи, нет пестика. Поэтому сосну и другие хвойные называют «голосеменными».

Хвойные деревья сильнее повреждаются фитотоксикантами, чем лиственные, которые в результате сбрасывания листьев предохраняют себя от накапливающихся вредных веществ. По этой причине листопадные растения более устойчивы по сравнению с вечнозелеными. Вечнозеленые растения наиболее чувствительны к окислам азота, аммиаку и сернистому газу.

Почему листья растений желтеют в присутствии сернистого газа? При растворении его в воде образуется сернистая кислота, которая проникает в хлоропласты и взаимодействует с зеленым пигментом хлорофиллом, вызывая превращение его в феофитин. Опыты показали, что количество феофитина возрастает в листьях тополя гибридного, подвергнутого воздействию сернистого газа. Снижение содержания хлорофилла отмечено в хвое сосны, ели, лиственницы и в листьях липы, тополя канадского, акации белой, березы бородавчатой, ольхи черной, граба восточного, боярышника однопестичного, житняка Смита, гороха, шпината. Уменьшение содержания хлорофилла под

влиянием сернистого газа сопровождается падением уровня каротиноидов, особенно ксантофиллов.

Наряду со снижением количества хлорофилла сернистый газ вызывает существенные сдвиги в структуре мембран хлоропластов. Сами хлоропласты приобретают неправильную форму, окружающие их мембраны становятся тоньше, а внутренняя ламеллярная система деградирует. При повышении концентрации двуокиси серы ламеллярная система хлоропластов вообще разрушается.

Сдвиги в пигментной системе и структуре хлоропластов отрицательно сказываются на процессе фотосинтеза. Присутствие в воздухе сернистого газа снижает его интенсивность у сосны, ели, лиственницы, липы, фасоли, кормовых бобов. Таким образом, фотосинтез ослабляется в случае присутствия в окружающей среде двуокиси серы в результате действия комплекса факторов.

Следует обратить внимание и на тот факт, что сернистый газ, повреждая растения, способствует ослаблению их устойчивости к различным факторам, болезням и вредителям. Это обстоятельство может приводить к усилению деятельности насекомых-вредителей и распространению грибковых заболеваний. Так, например, отмершие под влиянием сернистого газа деревья и кустарники становятся очагами распространения короедов, корневой губки и др. Растения райграса и озимой пшеницы после обработки этим фитотоксикантом становились менее устойчивыми к низким температурам.

### **Методика определения состояния воздушной среды на территории**

Для подтверждения достоверности данных, полученных в результате биоиндикационной оценки состояния изучаемых территорий, необходимо сравнение этих данных с результатами подсчета интенсивности автодвижения на данной территории [3].

Для определения интенсивности автодвижения на территории необходимо произвести подсчет единиц транспорта, проходящих в единицу времени на данной территории. Затем вычисляется количество единиц транспорта, проходящего по исследуемой территории за час, в сутки.

Один легковой автомобиль в течение суток выбрасывает до 1 кг выхлопных газов в воздух, в состав которых входит около 30 г угарного газа, 6 г оксидов азота и другие загрязняющие вещества [3].

Можно определить какое количество выхлопных газов от автотранспорта поступает в воздух на исследуемой территории. Необходимо определить, на каком расстоянии от автострады находятся посадки сосны обыкновенной.

### **Методика биоиндикации загрязнения воздуха по сосне обыкновенной**

В настоящее время установлено, что на атмосферное загрязнение воздуха более остро реагируют хвойные породы, по сравнению с лиственными растениями. Повышенная чувствительность хвойных связана с длительным сроком жизни хвои и поглощением газов. При частых или постоянных воздействиях в тканях хвойных растений постепенно накапливаются токсичные соединения, что приводит к отмиранию хвои. Источников антропогенного характера, вызывающих загрязнение атмосферы, а также нарушения экологического равновесия в биосфере множество. Однако самым значительным из них является автотранспорт. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики». Информативными по техногенному загрязнению являются морфологические и анатомические изменения, а также продолжительность жизни хвои [6].

В незагрязненных экосистемах основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло – зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. В загрязненной атмосфере появляются повреждения и снижается продолжительность жизни хвои сосны.

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны состоит в следующем. С нескольких боковых побегов в средней части кроны 5-10 деревьев сосны в 7-15 летнем возрасте отбирают пары хвоинок второго и третьего года жизни. Анализ хвои проводят визуально. Вся хвоя делится на три

части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания) и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе.

### **Результаты исследования**

В летний период 2022 года автором работы были проведены полевые исследования по представленным методикам в разных частях города Комсомольска-на-Амуре: ул. Аллея Труда; пр. Ленина; парк им. Ю.А.Гагарина.

На каждом пробном участке проводилось исследование состояния сосны обыкновенной и количества автотранспорта.

Полученные в ходе полевых исследований данные были обработаны, а также был проведен сравнительный анализ с данными десятилетней давности, полученными при проведении исследований по представленным методикам в 2012 году.

Состояние хвои сосны обыкновенной произрастающей на ул. Аллея Труда, оценивается как крайне неудовлетворительное, за 12 часов по автотрассе проходит 17568 единиц автотранспорта. За последние 10 лет состояние хвои ухудшилось, увеличилось количество сухих хвоинок, наблюдаются ветви и целые деревья с высохшей хвоей.

Состояние хвои сосны обыкновенной произрастающей на пр. Ленина, оценивается как неудовлетворительное, за 12 часов по автотрассе проходит 30240 единиц автотранспорта. Но за последние 10 лет состояние хвои не ухудшилось.

Состояние хвои сосны обыкновенной произрастающей в парке им. Ю.А.Гагарина, оценивается как крайне неудовлетворительное, за 12 часов по автотрассе рядом с парком проходит 4464 единицы автотранспорта. Но за последние 10 лет состояние хвои ухудшилось в несколько раз, наблюдаются ветви и целые деревья с высохшей хвоей.

### **Заключение**

Анализируя обобщенные результаты, полученные в ходе биоиндикации загрязнения воздуха в различных частях города Комсомольска-на-Амуре, автор работы пришла к выводу о том, что: сосна обыкновенная является

биоиндикатором загрязнения воздуха; наиболее поверженная хвоя сосны обыкновенной встречается на деревьях, произрастающих на улицах с наиболее интенсивным движением автотранспорта. Данная закономерность хорошо просматривается на примере ул. Аллея Труда – за 10 лет на данной территории увеличилось количество проходящих за 12 часов единиц автотранспорта, состояние хвои ухудшилось, почти в 2 раза увеличилось количество сухих хвоинок, наблюдаются ветви и целые деревья с высохшей хвоей. Состояние воздуха на данной территории было сильно загрязненным, стало очень сильно загрязненным.

Но также, при проведении исследований мы столкнулись с противоречием: на пр. Ленина количество единиц автотранспорта, проходящих за 12 часов значительно увеличилось, однако состояние хвои осталось на прежнем уровне по сравнению с 2012 годом; состояние хвои сосны обыкновенной произрастающей в парке им. Ю.А.Гагарина, наоборот, ухудшилось почти в 4 раза, наблюдаются ветви и целые деревья с высохшей хвоей, при этом количество единиц автотранспорта, проходящих мимо парка, даже не по его территории, увеличилось очень незначительно.

Данные факты привели автора работы к размышлениям о санитарном состоянии сосны обыкновенной в городской черте: сосны, как и все растения, могут подвергаться заболеваниям и поражениям вредителями, в том числе и грибковыми. Если у растения «сильный иммунитет», растение не подвергается постоянному отрицательному воздействию выхлопных газов, оно реже болеет и быстрее выздоравливает.

Хвойные деревья сильнее повреждаются фитотоксикантами, чем лиственные, которые в результате сбрасывания листвы предохраняют себя от накапливающихся вредных веществ. Сернистый газ, повреждая растения, способствует ослаблению их устойчивости к различным факторам, болезням и вредителям. Это может приводить к усилению деятельности насекомых-вредителей и распространению грибковых заболеваний.



Большой плотность посадок сосны обыкновенной на ул. Аллея Труда и в парке им. Ю.А.Гагарина, воздействие выхлопных газов как раз и привело к ухудшению экологического состояния сосны обыкновенной на данных территориях.

Осенью 2022 года в социальных сетях города в официальных новостях было сообщение о том, что сосны города заболели грибковыми заболеваниями, резко усыхают. Поэтому было принято решение и на отрезке ул. Аллея Труда от пр. Мира до пр. Октябрьского сосны были заменены на ель аянскую, которую высадили с соблюдением правильной дистанции.

По мнению автора работы, для улучшения состояния воздуха и произрастания сосны обыкновенной в городе необходимо: проводить озеленение территории города с соблюдением санитарно-гигиенических норм, ярусности, с применением видового разнообразия высаживаемых растений – деревьев, кустарников, трав; высаживать растения на необходимом санитарном расстоянии, которое способствует сохранению деревьев сосны обыкновенной от заражения грибковыми заболеваниями от пораженных растений, а также обрабатывать специальными растворами, которые помогают излечивать зараженные растения; высаживать преимущественно хвойные растения, которые способны улавливать выхлопные газы и пыль, выделять фитонциды в течение всего года; владельцам автотранспорта следить за его исправностью с целью уменьшения количества выхлопных газов; в летний период необходимо поливать дороги для уменьшения количества пыли и снижения действия выхлопных газов на растительность.

#### **Список использованной литературы**

1. Ван В.М., Бабкина С.В. Определитель деревянистых растений окрестностей г. Комсомольска-на-Амуре. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Горкомприрода. 1997.
2. Вопросы экологии и охраны окружающей среды Дальнего Востока: Материалы региональной научно-методической конференции. г. Комсомольск-на-Амуре, 2002 – 72 с.

3. Дорогань Д.Б. Экологический мониторинг. – М.: Просвещение, 1990 - 124 с.

4. Изучаем природу родного края. Методики для осуществления практической природоохранной деятельности. Хабаровск, 2004 – 260 с.

5. Организация исследовательской работы в школьном экологическом кружке. Еленская Г.И. Калуга, 2005 – 152 с.

6. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: АГАР, 2000.

Интернет-источники:

7.

[http://www.ru.all.biz/regions/?fuseaction=adm\\_oda.showSection&sc\\_id=5&rgn\\_id=8](http://www.ru.all.biz/regions/?fuseaction=adm_oda.showSection&sc_id=5&rgn_id=8)  
(дата последнего обращения 30.09.2022)

8. <http://vesti-kalmykia.ru/society/6255-sosnovyy-bor-bez-hozyaina-prihodit-v-upadok-v-kalmykii.html> (дата последнего обращения 30.09.2022)