

## ***Pinus sylvestris* L. как индикатор окружающей природной среды города Красноярска**

## ***Pinus sylvestris* L. as an indicator of the natural environment of the city of Krasnoyarsk**

Алексеева А. Н.

Alekseeva A. N.

*Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия. E-mail: shkolalesa@yandex.ru  
Krasnoyarsk state agrarian University, Krasnoyarsk, Russia*

**Реферат.** В данном исследовании было изучено жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в г. Красноярске, проведен биомониторинг. Дана оценка окружающей природной среды г. Красноярска, посредством изучения влияния внешних факторов на экологическую устойчивость насаждений сосны обыкновенной. Обследованы насаждения сосны обыкновенной на 6 площадках Красноярска из них 50 % имеют нормальное состояние, 40 % ослабленное и 10 % повреждены, по сравнению с контрольной площадкой. В городской черте деревья подвержены влиянию высокой техногенной нагрузки, что негативно влияет на их состояние.

**Ключевые слова.** Биоиндикация, годичный линейный прирост, морфологические показатели, фитоиндикатор.

**Summary.** In this study, we studied the vital state of stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing in the city of Krasnoyarsk, conducted biomonitoring. An assessment of the natural environment of the city of Krasnoyarsk is given by studying the influence of external factors on the environmental stability of pine stands. We examined stands of Scots pine at 6 sites in Krasnoyarsk, of which 50 % are in normal condition, 40 % are weakened and 10 % are damaged, compared to the control site, which is located far from the city. In urban areas, trees are affected by high anthropogenic loads, which negatively affects their condition.

**Key words.** Annual linear growth, bioindication, morphological indicators, phytoindicator.

**Введение.** При оценке состояния окружающей среды многими учеными используется сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в качестве биоиндикатора (Алексеев, 1989). Она является видом, реагирующим на загрязнение среды обитания продуктами техногенеза. Этот вид распространен на всей территории Красноярского края, произрастает как на сухих песках, так и в условиях избыточной влажности. В связи с этим, сосна обыкновенная представляет собой удобный объект для биоиндикации уровня загрязнения (Алексеев, 1989). Для оценки последствий техногенеза необходимо выявить показатели, адекватно отображающие состояние окружающей среды. Из биологических методов многие авторы считают приоритетным метод биоиндикации (Шамраев и др., 2013; Зубарева, 2017; Коротченко, Мучкина, 2018).

Информативным признаком определенного уровня загрязнения атмосферы является состояние хвои: изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание и дефолиация, время жизни, наличие некротических пятен. При этом форма и цвет некротического пятна является специфической реакцией на определенный вид загрязнения, а доля пораженной поверхности хвоинки может быть использована для количественной оценки реакции фитоиндикатора (Алексеев, 1990, Злотникова и др., 2011). Для индикационных целей могут быть использованы также морфологические и анатомические характеристики сосны обыкновенной. Годичный линейный прирост древесных растений предложено использовать как показатель мониторинга последствий антропогенного воздействия на природную среду (Зубарева, 2017).

Экологическая оценка качества окружающей природной среды осуществляется на основе биологического мониторинга. Методика изучения базируется на мониторинге и оценке жизненного состояния леса методом биоиндикации. Биомониторинг является одним из уровней последовательного процесса изучения здоровья экосистемы, делая возможной прямую оценку качества природной среды (Ковылина и др., 2008).

Суть подхода заключается в том, что по различным признакам исследуемого вида живого организма (в данном случае – сосны обыкновенной), можно судить о состоянии окружающей среды (общем жизненном состоянии насаждений). Другими словами, индикаторный вид (сосна обыкновенная) своим состоянием информирует о состоянии внешних условий (Буйволол и др., 1998).

**Объекты и методы.** Объектом исследования стало состояние насаждений сосны обыкновенной, произрастающих в парках, скверах, зеленых насаждениях города Красноярск. Хвойные растения очень хорошо подходят в качестве биоиндикатора окружающей природной среды. Сосна обыкновенная чутко реагирует на изменения внешних условий, в том числе и загрязнения среды.

Наблюдения на пробных площадках проводились три года. На пробных площадках в разных районах (1 – микрорайон Зеленая роща; 2 – микрорайон Академгородок; 3 – Бобровый лог; 4 – Дом Культуры «1 Мая»; 5 – микрорайон Ветлужанка; 6 – набережная р. Кача; 7 – контрольная площадка в 50 км от города Красноярск), были изучены по десять модельных деревьев. Модельные деревья имеют внешние признаки, характерные для всего насаждения. Оценивались морфологические показатели каждого модельного дерева: высота, диаметр, годичный линейный прирост центрального побега – измерялись, состояние кроны (длина, пожелтение хвои, степень дефолиации крон) оценивались глазомерным методом.

Методом биоиндикации проведена оценка деревьев сосны обыкновенной, в конце вегетационного периода каждого года (октябрь 2017, 2018, 2019 гг.), описано общее жизненное состояние сосны обыкновенной (Алексеев, 1990), результаты оценки и замеров внесены в таблицы, выведены средние значения для каждой пробной площадки. В последний год исследования (табл.) дана оценка общего жизненного состояния насаждений.

Таблица

Общее жизненное состояние сосны обыкновенной на пробных площадках, октябрь 2019 г.

Пробная площадка	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний прирост, см	Состояние кроны, балл	Общее жизненное состояние
1	3,6	12,0	21,0	4	нормальное
2	1,8	6,0	20,5	4	нормальное
3	2,4	9,0	22,5	5	нормальное
4	2,1	6,0	13,0	3	повреждено
5	2,8	7,0	16,0	3	ослабленное
6	3,4	9,0	19,5	4	ослабленное
7	3,2	11,0	38,0	5	здоровое

**Результаты исследований и их обсуждение.** Площадки подбирались с учетом возраста насаждений. В 2019 г. возраст сосны обыкновенной на площадках 16–20 лет, высота деревьев 1,8–3,4 м, диаметр ствола 6–12 см, состояние кроны деревьев оценивалось визуально – неудовлетворительную оценку получили насаждения на 4 площадке, на 5 и 6 площадке – удовлетворительно, на 1, 2, 3 – хорошее состояние по сравнению с контрольной площадкой, получившей отличную оценку. В 2017–2019 гг. средняя длина годичного прироста осевого побега сосны обыкновенной имеет равномерный прирост на 1 и 2 площадках и составляет 21,5–20,0 см, снижается в последний год, на 3, 4, 5 и 6 площадках прирост снижается каждый год и составляет 24,0–22,5 см, 14,5–13,0 см, 18,0–16,0 см и 21,0–19,5 см соответственно, на контрольной площадке прирост равномерный, составляет 36,5–38,5 см. Средняя длина хвои сосны обыкновенной на исследуемых площадках в 2017–2018–2019 гг. составила на 1 площадке – 64–61–65 мм, на 2 площадке – 61–62–64 мм, на 3 площадке – 65–59–62 мм, на 4 площадке – 41–37–35

мм, на 5 площадке – 57–53–60 мм, на 6 площадке – 58–56–61 мм, на контрольной площадке – 65–63–65 мм.

Исследование морфометрических показателей сосны обыкновенной в конце вегетационного периода трех лет показало, что средняя длина годовичного прироста на исследуемых площадках города меньше, чем на контрольной площадке на 37–62 % (рис. 1), длина хвои на исследуемых площадках меньше, на 5–40 %, чем на контрольной площадке (рис. 2).

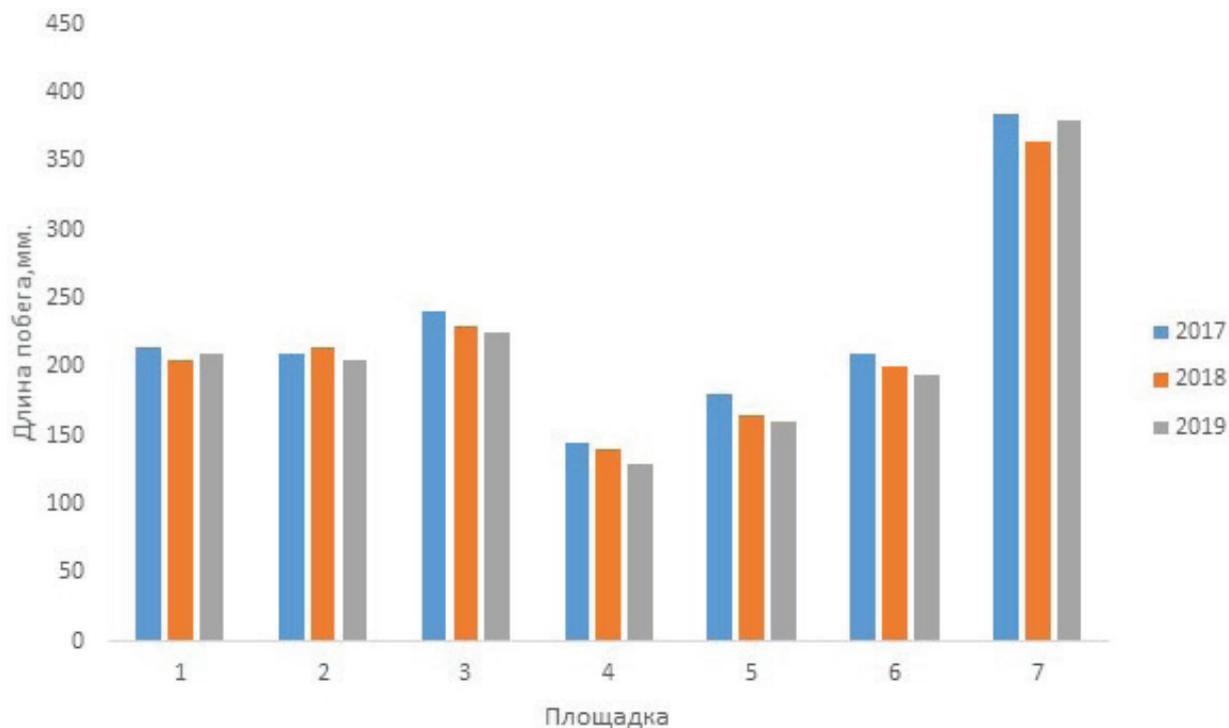


Рис. 1. Средняя длина (мм) годовичного прироста центрального побега сосны обыкновенной по годам.

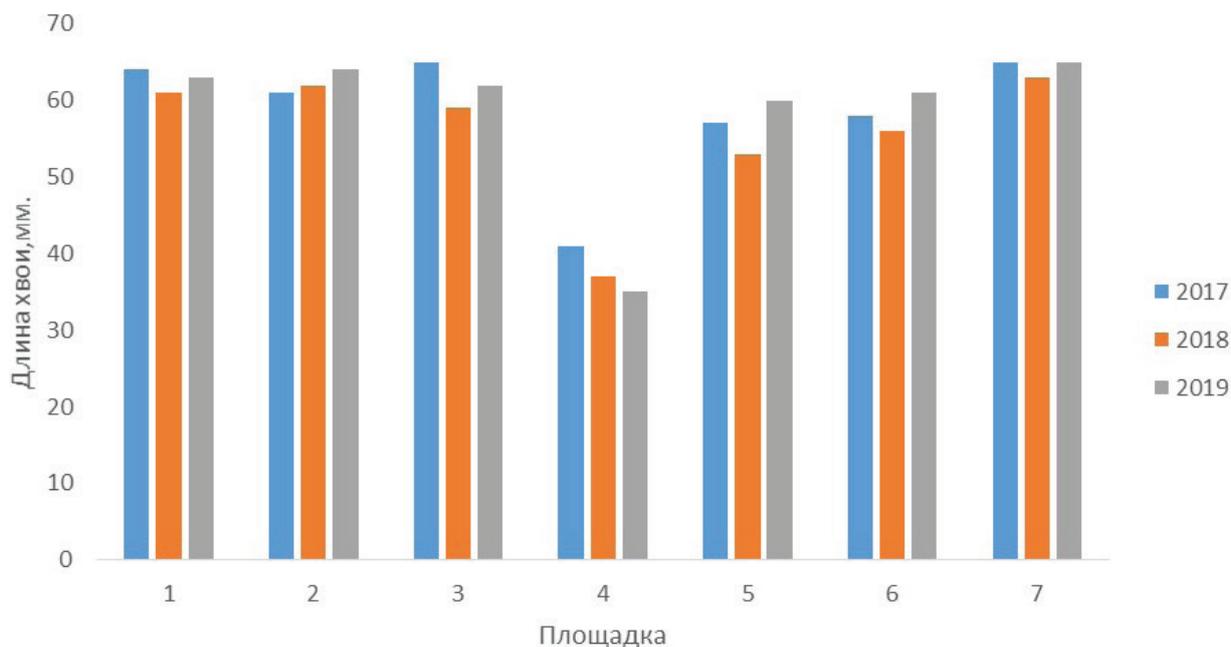


Рис. 2 Средняя длина (мм) хвои сосны обыкновенной по годам.

Таким образом, была дана оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в городе: площадки № 1, 2, 3 имеют нормальное состояние, 5, 6 – ослабленное, 4 – поврежденное, по сравнению с контрольной площадкой № 7, имеющей здоровое состояние насаждений.

Проанализировав полученные результаты, сделали вывод, что 50 % насаждений города имеют нормальное состояние, 40 % ослабленное и 10 % повреждены, по сравнению с контрольной площадкой. Поврежденные и ослабленные насаждения находятся в районах с высокой техногенной нагрузкой, вблизи автомобильных дорог, однако погибших деревьев за последние три года на исследуемых площадках нет.

**Заключение.** Окружающая природная среда Красноярска имеет удовлетворительное состояние. По внешним морфологическим признакам дерева *Pinus sylvestris* находятся в нормальном и ослабленном состоянии, наблюдается снижение длины хвои, пожелтение хвои, отмечается снижение годичного прироста центрального побега. Изученные насаждения сосны обыкновенной имеют экологическую устойчивость к негативному влиянию внешних факторов окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В. А.** Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. – №4. – С. 51–57.
- Алексеев В. А.** Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – 197 с.
- Буйволов Ю. А., Кравченко М. В., Боголюбов С. А.** Методика оценки жизненного состояния леса по сосне. – М.: Экосистема, 1998. – 25 с.
- Злотникова О. В., Анпилогов В. Н., Герасимова Л. А.** Воздействие нефтепродуктов на состояние сосны обыкновенной в пригородной зоне поселка Кедровый Красноярского края // Вестник КрасГАУ, 2011. – №12. – С. 160–164.
- Зубарева Е. В.** Влияние автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной в условиях г. Красноярска // Вестник КрасГАУ, 2017 – №5. – С. 131–136.
- Ковылина О. П., Зарубина И. А., Ковылин А. Н.** Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения // Хвойные бореальной зоны, 2008. – №3. – С. 284–289.
- Коротченко И. С., Мучкина Е. Я.** Сравнительная оценка накопления тяжелых металлов лиственными и хвойными породами в условиях техногенного загрязнения // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды, 2018. – №1. – С. 1067–1069.
- Шамраев А. В., Байкарова А. А., Баталова Д. Н.** Оценка жизненного состояния лесных культур сосны обыкновенной в районах с разной техногенной нагрузкой в Южном Приуралье // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета, 2013. – №1(5). – С. 55–60.