

ОСОБЕННОСТИ ПРОГОРАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ КОРЫ В ЗОНЕ ЭМИССИОННЫХ НАГРУЗОК АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА И ТЕРРИТОРИЙ, УДАЛЕННЫХ ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА ГОРОДА БРАТСКА, НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

На основании проведенных экспериментальных наблюдений на территории Братского (г. Вихоревка) и Нижне-Илимского районов (территория фоновых лесов) был собран статистический материал, позволяющий сделать вывод о высокой статистической зависимости между высотой нагара на древесном растении и глубиной прогорания древесной коры.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, степень повреждения древесной коры, высота нагара, глубина прогорания древесной коры.

В процессе эволюции древесные породы в той или иной степени приспособились к периодическому воздействию лесных пожаров на разных уровнях биологической организации – от клеточного до экосистемного. У них выработались многочисленные адаптации, направленные на сохранение своей экологической ниши при постоянном влиянии пирогенного фактора, что обусловило определенную устойчивость видов на различных уровнях их биологической организации: отдельная особь, насаждение, лесная формация. Растения приобрели свойства, помогающие им выживанию при воздействии пожаров. Эти адаптации представляют собой некоторую совокупность защитных свойств, исторически приобретенных под влиянием пирогенного фактора и способствующих устойчивому существованию вида. Их можно рассматривать как некие пирогенные свойства, сформировавшиеся в результате длительного воздействия пожаров и поддерживаемые периодическим их повторением [6].

Наблюдения проводились на территории Братского и Нижнеилимского районов Иркутской области. Основные лесообразующие породы западного плато представлены семейством сосновых: *Abies Miller* – Пихта (*A. sibirica Ledeb.* – Пихта сибирская); *Larix Miller* – Лиственница (*L. sibirica Ledeb.* – Л. сибирская); *Pinus L.* – Сосна (*P. sibirica Du Tour* – С. сибирская, Кедр сибирский); *P. sylvestris L.* – С. обыкновенная, которая образует чистые насаждения на песчаных почвах, каменистых склонах, а также входит в состав лиственничных и смешанных лесов. В качестве исследуемых древесных растений были выбраны сосна обыкновенная и лиственница сибирская.

Братский район, особенно центральная его часть, находится под влиянием промышленных выбросов от градообразующих предприятий, таких как Братский лесопромышленный комплекс (БЛПК), алюминиевый завод (БрАЗ), кремниевый завод.

Древесная кора изначально является предохраняющей оболочкой, которая позволяет древесному растению противостоять внешним факторам насекомым-вредителям, болезням, пожарам.

Глубина прогорания древесной коры зависит от интенсивности низового пожара, места произрастания древесных растений (зона влияния промышленных выбросов и зона вне влияния промышленных выбросов, т.е. зона фоновых лесов), а интенсивность пожара – от лесорастительных условий. Как показатель жизнеспособности, глубина прогорания древесной коры имеет важное значение для лесного хозяйства. Интенсивность горения, в свою очередь, влияет на высоту нагара.

В связи с этим была поставлена задача выявить влияние промышленных выбросов на предрасположенность и снижение устойчивости древесных растений к низовым пожарам.

Предполагается, что химический состав атмосферного воздуха в зоне активных эмиссионных нагрузок, по сравнению с фоновой зоной Нижнеилимского района, сказывается на устойчивости древесных растений к низовым пожарам разной интенсивности.

Предварительно были выбраны две зоны проведения наблюдений:

1. Зона влияния промышленных выбросов (г. Вихоревка).

2. Зона, находящаяся вне влияния промышленных выбросов (Нижнеилимский район).

Первые наблюдения и описание гарей Братского и Нижнеилимского районов выполнено в 2006 году, при этом было описано 200 древесных растений:

– 50 деревьев сосны обыкновенной, диаметром 20...30 см, в зоне влияния промышленных выбросов (территория Братского лесхоза город Вихоревка);

– 50 деревьев лиственницы сибирской, диаметром 20...30 см, в зоне влияния промышленных выбросов (территория Братского лесхоза город Вихоревка);

– 50 деревьев сосны обыкновенной, диаметром 20...30 см, в фоновой зоне (Нижнеилимский район наблюдений);

– 50 деревьев лиственницы сибирской, диаметром 20...30 см, в фоновой зоне (Нижнеилимский район наблюдений).

* - автор, с которым следует вести переписку

Повторные наблюдения проводились в 2007 году с целью повышения достоверности полученных в 2006 году результатов. Было описано 400 деревьев.

При наблюдении и описании гарей, для дальнейшего статистического анализа рассматривались следующие таксационные показатели древесных растений:

- древесная порода;
- диаметр дерева на высоте 1,3 м, см;
- высота нагара на стволе древесного растения, м;
- глубина прогорания древесной коры на высоте 50 см от поверхности почвы, мм.

В зонах проведения наблюдений четко выражен весенне-летний период повышенной горимости лесов. Основные виды горючих материалов представлены опадом листвы и хвои древесных растений (рис. 1), а на непокрытых лесом площадях – усохшим травостоем (ветошью), и прежде всего злаково-разнотравной растительностью (рис. 2, 3).

Все модельные деревья были повреждены низовым пожаром разной силы и интенсивности. Модельные деревья выбирались преимущественно одного диаметра (20...30 см) на высоте 1,3 м в количестве 50 шт. для каждой из рассматриваемых территорий. В результате наблюдений собран статистический материал, который обработан с помощью ряда статистических методов.

Первая задача заключалась в том, чтобы выявить зависимость между высотой нагара на стволе дерева и глубиной прогорания древесной коры на высоте 50 см от поверхности земли – для древесных растений сосны и лиственницы.

Вторая задача заключалась в том, чтобы, используя парный t – тест для средних, сравнить средние значения двух выборок.

Предварительно был построен график рассеяния экспериментальных данных относительно оси абсцисс и ординат, а также получен результат взаимного отношения значений глубины прогорания в зоне промышленных выбросов и в зоне фоновых лесов.

В ходе наблюдений был собран статистический материал, который обрабатывали с помощью таких программ, как Excel 2003, Statistica v.6.0, MatLab 2006а.

В 2006 году были проведены наблюдения вблизи г. Вихоревка. В результате описания 50 древесных растений сосны и 50 древесных растений лиственницы сибирской, получен статистический материал, прошедший обработку с использованием методов математической статистики и на основании имеющихся данных были построены диаграммы рассеяния. Каждая из полученных точек есть среднее арифметическое 4...6 замеров. Измерения глубины прогорания древесной коры проводились с использованием штангенциркуля. На рис. 4 представлена диаграмма рассеяния данных наблюдений по г. Вихоревка.

Первая визуальная оценка этих данных свидетельствует о нелинейном характере связи между рассматриваемыми признаками.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Экземпляр древесной коры сосны обыкновенной представлен на рис. 5. Эта проба была получена в зоне г. Вихоревка (зона влияния промышленных выбросов).

В процессе измерения глубины повреждения древесной коры бралась проба древесной коры (рис. 5) или делался надрез, как показано на рис. 6.

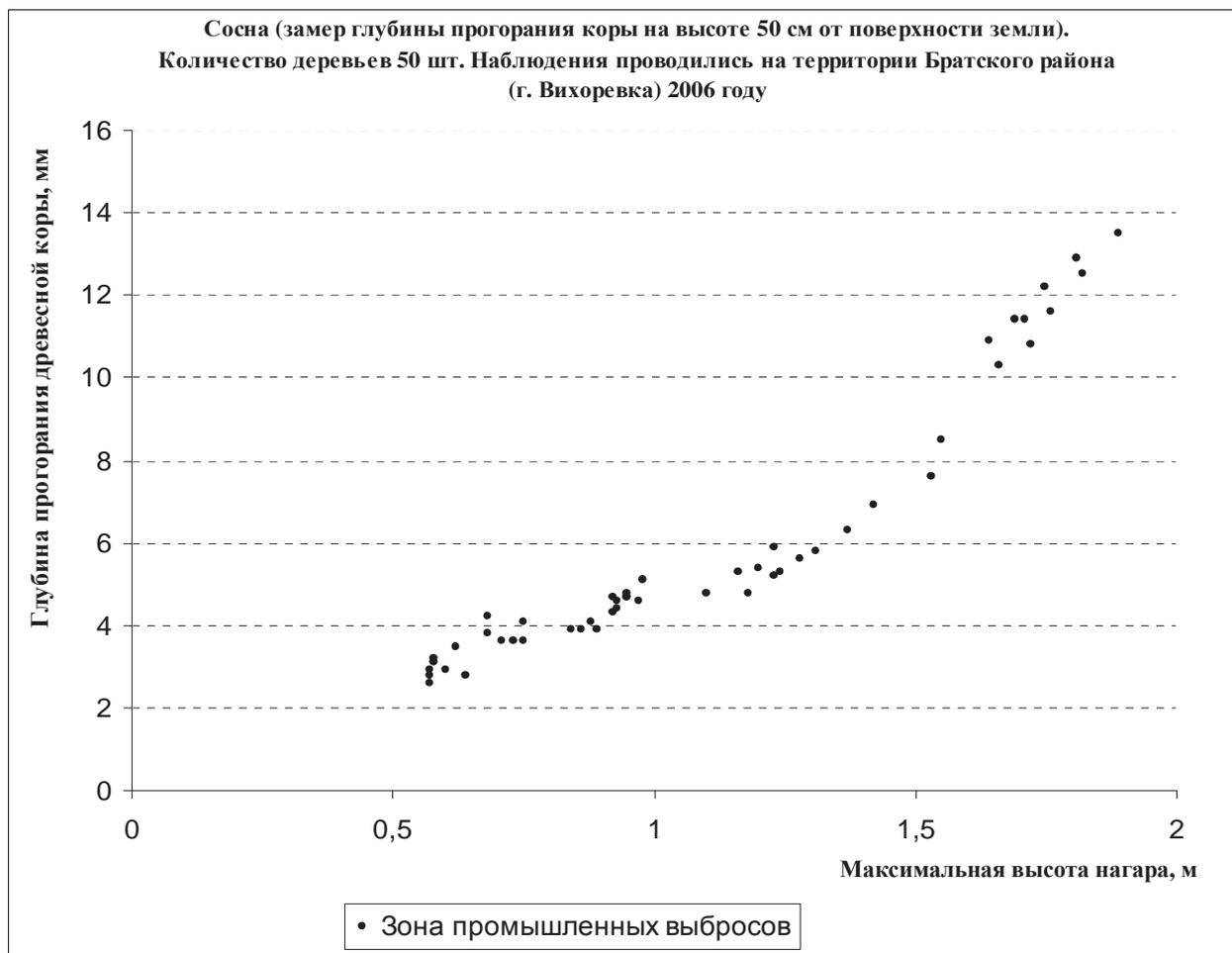


Рис. 4. Диаграмма распределения глубины прогорания древесной коры в зоне промышленных выбросов (г. Вихоревка)



Рис. 5. Глубина прогорания древесной коры сосны обыкновенной (съемка в полевых условиях)



Рис. 6. Глубина прогорания древесной коры сосны обыкновенной (надрез)

Далее рассмотрим диаграмму рассеяния экспериментальных данных, полученных в зоне фоновых лесов на территории Нижнеилимского района (рис. 7). Данные представляют собой результаты количественного описания таких признаков, как высота нагара (x) и глубина прогорания (y) древесной коры сосны обыкновенной.

Объединив результаты наблюдений, полученных в зоне эмиссионных нагрузок, и результатов наблюдений в зоне фоновых лесов, построим суммарную диаграмму двух массивов данных для древесных растений сосны обыкновенной (рис. 8).

Визуальная оценка диаграмм распределения эмпирических значений (рис. 4 и 8) относительно оси абсцисс и оси ординат свидетельствует о том, что в этом случае имеет место задача второго рода.



Рис. 7. Диаграмма рассеяния экспериментальных данных глубины прогорания древесной коры в зоне фоновых лесов (Нижнеилимский район)

При построении математических моделей, по данным наблюдений, был предложен ряд аппроксимирующих функции:

экспоненциальные

$$y = ae^{bx},$$

$$y = ae^{bx} + ce^{dx};$$

полином второй и третьей степени

$$y = a + bx + cx^2,$$

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3;$$

сумма синусов

$$y = a_1 \sin(b_1x + c_1) + a_2 \sin(b_2x + c_2). \quad (1)$$

Функция (1) представляет собой линейную комбинацию синусов, причем параметры входят как линейно (a_1, a_2, \dots, a_8), так и нелинейно (b_1, b_2, \dots, b_8 и c_1, c_2, \dots, c_8).

Последовательно были рассмотрены все функции, предлагаемые в качестве модели.

После построения уравнения регрессии возникает вопрос о качестве аппроксимации. Дисперсия наблюдаемых данных (x_i, y_i) вокруг вычисленных точек (x_i, \hat{y}_x) или вокруг регрессионной линии приобретает особое значение при оценивании качества прогноза.



Рис. 8. Суммарная диаграмма рассеяния экспериментальных данных

Выводы по результатам анализа экспериментальных данных:

– зависимость между высотой нагара и глубиной прогорания описывается сложной нелинейной функцией;

– действие промышленных эмиссий прямо и косвенно влияет на состояние древесных растений, ухудшая их устойчивость к низовым пожарам, о чем свидетельствуют результаты графического анализа (рис. 8).

Литература

1. Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева. – Новосибирск: Наука, 1982.
2. Гирс, Г.И., Суховольский В.Г. Адаптационные изменения фотосинтеза сосны обыкновенной после теплового воздействия // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды. – Петрозаводск, 1984.

3. Михайлова, Т.А. Влияние промышленных выбросов на леса Байкальской природной территории. Научный журнал «География и природные ресурсы». – Новосибирск: изд-во СО РАН ФИЛИАЛ ГЕО. 2003 – С. 51–59.

4. Михайлова, Т.А. Динамика состояния сосновых лесов при изменениях эмиссионной нагрузки / Т.А. Михайлова, Н.С. Бережная. – Сибирский экологический журнал. – 1 (2002). – С. 113–120.

5. Рунова, Е.М. Пирофитные свойства лесной формации Братского района. Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты. Материалы Международной научно-практической конференции / Е.М. Рунова, М.В. Беженцев. – Томск, 2005. – 300 с.

6. Цветков, П.А. Устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири: монография / П.А. Цветков. – Красноярск: СибГТУ, ИЛ СО РАН, 2007. – 252 с.