

Отзыв

официального оппонента доктора биологических наук Шавнина Сергея Александровича на диссертационную работу Григоренко Алены Валерьевны «Влияние аэротехногенного загрязнения на компоненты лесной экосистемы (на примере Минусинского ленточного бора)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки)

Актуальность выбранной автором темы, посвященной исследованию состояния лесных экосистем в зоне воздействия аэротехногенного загрязнения, не вызывает сомнений. Эти экосистемы играют ключевую роль в выполнении средозащитной и средоформирующей функций на территориях, прилегающих к крупным промышленным центрам, в том числе за счет поглощения значительного количества поллютантов и ограничения их дальнейшего распространения. Сведения, полученные в результате проведения экологической оценки состояния лесных насаждений, на протяжении длительного времени подверженных действию негативных факторов, являются важной базой для разработки фундаментальных научных основ их стабильности и устойчивости. Следует отметить, что комплексных исследований состояния Минусинского бора, расположенного в степной части Минусинской котловины в зоне воздействия крупных предприятий теплоэнергетической, угольной и металлургической отраслей промышленности до настоящего времени не проводилось.

Научная новизна работы Григоренко А.В. заключается в получении данных о состоянии лесной экосистемы района исследований, испытывающей постоянное влияние аэротехногенного загрязнения, включая сведения о морфометрических параметрах и физиолого-биохимических характеристиках деревьев и древостоев сосны обыкновенной под действием поллютантов (тяжелых металлов и фтора). Установлены величины пространственных градиентов загрязнений и закономерности изменения содержания конкретных веществ в компонентах лесной экосистемы. Из числа аккумулируемых поллютантов определены оказывающее наибольшее отрицательное влияние на морфометрические показатели ветвей и отдельные физиолого-биохимические характеристики ассимиляционного аппарата.

Теоретическое и практическое значение работы. Полученные результаты имеют существенное значение для углубления теоретических представлений о реакции экосистем на хроническое воздействие негативных внешних факторов и механизмах их устойчивости. Сведения об уровнях загрязнений и состоянии насаждений могут быть использованы при разработке хозяйственных мероприятий по повышению эффективности исполняемых лесами на изученной территории экологических функций. Построенные карты аэротехногенного загрязнения компонентов лесной экосистемы перспективны в качестве основы для дальнейшего

экологического мониторинга региона и могут быть использованы для составления прогнозов уровней загрязнения и при принятии конкретных целевых решений по улучшению экологической ситуации.

Цель и задачи исследования. Цель - изучить влияние аэротехногенного загрязнения на компоненты лесной экосистемы – хвои и осевых побегов *Pinus sylvestris* L., почвы и лесной подстилки на примере Минусинского ленточного бора. В соответствии с целью, автором сформулированы задачи:

1. Определить характер атмосферной миграции загрязняющих веществ, отходящих от техногенных источников, и установить зону наибольшего осаждения взвешенных веществ на территории лесной экосистемы посредством мониторинга загрязнения снегового покрова, и оценить влияние аэротехногенного загрязнения на аккумулирующую способность древостоя.

2. Определить влияние аэротехногенного загрязнения на протекание физиологических процессов, на биохимические параметры и морфометрические характеристики хвои и осевых побегов *Pinus sylvestris* L.

3. Оценить уровень загрязнения компонентов лесной экосистемы – почвы, лесной подстилки и хвои *Pinus sylvestris* L. фтором и тяжелыми металлами, выделить основные загрязнители, оказывающие негативное воздействие на состояние физиологических и морфометрических параметров ассимиляционного аппарата *Pinus sylvestris* L.

Выполнение поставленных цели и задач отражено в структуре и выводах работы.

Содержание диссертации. Диссертация А.В. Григоренко имеет общепринятую структуру, состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы, включающего 452 наименования, 47 из которых на иностранных языках, 5 приложений. Текст работы изложен на 196 страницах, иллюстрирован 28 таблицами и 26 рисунками.

Во введении обоснованы актуальность темы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы цель и задачи исследования, основные защищаемые положения, описан личный вклад автора, апробация работы и благодарности.

Глава 1 состоит из пяти разделов, является обзорной и посвящена анализу литературы по проблеме негативного воздействия выбросов вредных (загрязняющих) веществ на лесные экосистемы. Загрязнение атмосферного воздуха рассматривается в качестве одного из главных негативных факторов воздействия на лесные экосистемы. Определено, что основными отраслями экономики, вносящими вклад в загрязнение атмосферного воздуха, являются металлургическая и теплоэнергетическая; описаны пути воздействия поллютантов на растения; дана оценка изменениям, происходящим в древостое под влиянием аэротехногенного загрязнения.

Глава 2 состоит из двух разделов. В разделе 1 приведена характеристика объекта исследования – Минусинского ленточного бора, расположенного на территории степной части Минусинской котловины, с описанием таксационных характеристик насаждений. В разделе 2 подробно описаны использованные методики определения таксационных характеристик древостоя, снегомерной съемки, исследования загрязнения снегового покрова, физиологических и морфологических исследований хвои и осевых побегов сосны обыкновенной, определения содержания химических веществ в хвое, подстилке и почве и исследования содержания терпеноидных соединений в хвое сосны обыкновенной. Использованные методики в целом отвечают заявленным целям и задачам исследования.

Глава 3 включает 6 разделов и заключение. В главе достаточно подробно описаны физико-географические условия, климатические особенности района исследования, дано описание почвенного покрова лесной экосистемы, охарактеризована растительность рассматриваемого района. Месторасположение объекта исследования многолетними наблюдениями признано неблагоприятным для рассеивания выбросов загрязняющих веществ вследствие часто возникающих инверсий температуры воздуха и слабых ветров, способствующих аккумуляции загрязняющих веществ в атмосфере, а также периодически возникающих пыльных бурь. Как следует из раздела 5 главы, Минусинский бор расположен в зоне воздействия крупных предприятий теплоэнергетической, угледобывающей, металлургической отраслей промышленности, выбрасывающих пылегазовые загрязнения, содержащие элементы, имеющие различную токсичность для растительных организмов. Перечень определяемых в компонентах лесной экосистемы загрязнителей определен исходя из анализа состава промышленных эмиссий предприятий, осуществляющих деятельность на исследуемой территории, и анализа литературных данных. В разделе 6 приведены результаты исследования содержания взвешенных веществ в снеговом покрове на территории изучаемого объекта. Анализ загрязнения снегового покрова показал, что основное осаждение взвешенных веществ происходит в радиусе 16 км от ближайших источников негативного воздействия, а увеличение количества поступившей пыли в лесную экосистему приводит к снижению эффективности очистки древесного полога от техногенных эмиссий, содержащих твердые частицы, до 11,1%.

Глава 4 состоит из четырех разделов и заключения. В главе представлены результаты измерений интенсивности фотосинтеза, дыхания и водного дефицита хвои *Pinus sylvestris* L., а также исследований содержания терпеноидных соединений в хвое и морфометрических параметров побегов и хвои. Автором установлено, что ответной реакцией хвои на загрязнение является усиление водного дефицита, снижение интенсивности фотосинтеза, увеличение содержания масел и вклада монотерпенов (в частности, α -pinene)

в составе эфирного масла хвои. Установлены угнетение морфометрических параметров (длина, площадь и масса) и сокращение продолжительности жизни хвои. Кроме того, автор отмечает, что аэротехногенное загрязнение приводит и к уменьшению длин осевых побегов первого и второго лет жизни.

В главе 5 автор приводит результаты исследований содержания некоторых тяжелых металлов и фтора в компонентах лесной экосистемы: хвое – в разделе 1, почве – в разделе 2, подстилке – в разделе 3, далее представлено сравнение содержания загрязнителей в исследуемых компонентах и результаты статистического анализа данных с целью выявления зависимостей между изменением физиологических и морфологических параметров хвои и содержанием поллютантов в ассимиляционном аппарате сосны обыкновенной. Анализ полученных результатов показал, что хвоя сосны обыкновенной в наибольшей степени аккумулирует свинец, ванадий, кадмий, железо, цинк и фтор, почва и лесная подстилка – свинец, фтор, кадмий, ртуть, цинк, ванадий, мышьяк и медь. Максимальные концентрации загрязняющих веществ выявлены на расстоянии до 22 км от ближайших источников выброса загрязняющих веществ. В связи с тем, что источники негативного воздействия рассматриваемого района имеют схожие по составу пылегазовые эмиссии, вклад конкретных источников в загрязнение не оценивался.

Сравнение полученных автором результатов концентрирования в почвах тяжелых металлов с результатами Э.Е. Боболевой (1975) показало, что наблюдается увеличение до 3 раз содержания кадмия, до 3,6 раз – концентрации никеля, до 2,3 раз – мышьяка и до 1,2 раз – цинка.

Установлено наличие достоверной связи между содержанием отдельных химических элементов в хвое и физиологическими процессами и морфометрическими параметрами хвои. Наибольшие отрицательные связи выявлены между концентрациями ванадия и интенсивностью фотосинтеза хвои ($r=-0,68$), содержанием ванадия и размерами хвои ($r=-0,91$ для длины, $r=-0,9$ для площади, $r=-0,92$ для массы). На повышение водного дефицита хвои наибольшее влияние оказывает содержание цинка ($r=0,72$), а на степень ее поражения – содержание свинца ($r=0,88$) и цинка ($r=0,88$).

В разделе «Выводы» обобщены результаты анализа всего объема полученных данных. Автором решены поставленные задачи и достигнута цель исследования. В приложениях приведены созданные на основании полученных в ходе работы данных карты загрязнения снежного покрова, хвои, почвы и подстилки, иллюстрирующие распределение загрязнителей на территории Минусинского бора.

Замечания к рецензируемой работе.

1. Цель исследований сформулирована недостаточно конкретно и формулировка задач имеет излишне обобщающий характер.

2. В главе 3 (раздел 3.5) при описании аэропромышленных выбросов от объектов, определяющих загрязнение района исследований, отсутствует

информация о сернистом газе и его возможном участии в негативном влиянии на древостой.

3. В разделе 3.6 (с. 65) автором необоснованно введено понятие «очищающая эффективность насаждений» в качестве аналога предложенной Л. Дочингером «эффективности очищения древесного полога от взвешенных веществ». В результате этого в тексте диссертации, включая выводы, искажен первоначальный смысл получаемого расчетного параметра. Изменение его величины не обязательно является результатом изменений фильтрующих свойств крон деревьев, поэтому интерпретация изменений этого параметра как ухудшения или улучшения фильтрующих свойств полога леса в результате негативного влияния загрязнений не вполне корректна.

4. В разделе 4.3 (с. 76) описан характер повреждений хвои поллютантами (в т.ч. точечные и апикальные некрозы) и сделано заключение о том, что причиной их является загрязнение цинком. Необходимо отметить, что описанные повреждения обычны для действия кислых газов (фтористые соединения и окислы серы), которые автор при интерпретации этих и далее приведенных данных учитывает явно недостаточно.

5. В разделе 4.3 (с. 81-82) обсуждаются результаты влияния загрязнений на линейные годовые приросты побегов. Уменьшение длин приростов последних двух лет и отсутствие реакции в предыдущие 3-4 года с приближением к источнику выбросов явно имеет другое, чем предлагаемое (адаптация, а затем ее прекращение в последние годы) объяснение.

6. В разделе 5.3 факт уменьшения мощности лесной подстилки с уменьшением расстояния до источника выбросов объясняется снижением скорости опада и ухудшением таксационных характеристик (запаса). Последнее не следует из данных таблицы 1 (с. 36). Описанный факт, по-видимому, объясняется увеличением скорости разложения опада в зоне антропогенного влияния (включая загрязнение среды), которое описано в современной литературе.

7. Выводы по работе соответствуют полученным результатам, однако содержат отдельные неточности, описанные в приведенных выше замечаниях.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, имеют рекомендательный характер и могут быть учтены в дальнейших исследованиях А.В. Григоренко. Диссертация и автореферат аккуратно оформлены, написаны достаточно литературным языком, однако содержат отдельные стилистические недостатки. Текст автореферата соответствует рукописи диссертации. Результаты исследований апробированы на различных международных, всероссийских конференциях, конкурсах и опубликованы в 10 печатных работах, из которых 3 – в журналах перечня ВАК.

Заключение.

Таким образом, диссертационная работа Григоренко Алены Валерьевны «Влияние аэротехногенного загрязнения на компоненты лесной экосистемы (на примере Минусинского ленточного бора)», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки) является научной квалификационной работой, в которой содержится существенный вклад в решение проблемы, имеющей важное значение для отрасли знаний «Экология», и обеспечивающий ускорение решения важных прикладных задач, что соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (пп.9 – 14), а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 — Экология (биология) (биологические науки).

Ведущий научный сотрудник
лаборатории экологии древесных растений
Ботанического сада УрО РАН
доктор биологических наук по специальностям
03.02.08 – «Экология»,
03.00.12 - «Физиология растений»,
профессор



Шавнин Сергей Александрович

«04» мая 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения РАН (ФГБУН БС УрО РАН)

620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202 а

Тел.: +7 (343) 210-55-97

E-mail: sash@botgard.uran.ru

Сайт: <http://botgad.uran.ru>

Собственноручную подпись Шавнина Сергея Александровича заверяю:
специалист по персоналу Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Ботанический сад Уральского отделения Российской
академии наук  Е.И. Мелекесцева

«04» мая 2018 г.

