

«Утверждаю»  
Директор  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Центр  
по проблемам экологии и  
продуктивности лесов Российской  
академии наук  
д.б.н. Наталья Васильевна Лукина



*Н.В. Лукина*  
15 мая 2018 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук – на диссертацию Григоренко Алены Валерьевны «ВЛИЯНИЕ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ МИНУСИНСКОГО ЛЕНТОЧНОГО БОРА)», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки).

**Структура диссертации.** Диссертация общим объемом 196 с. состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 452 наименования, 47 из которых на иностранных языках. Работа содержит 28 таблиц, 26 рисунков, 5 приложений.

**Основные цели и задачи исследования** отвечают наиболее значимым аспектам проблемы, связанной с загрязнением атмосферы от точечных источников и о способности лесных экосистем к поглощению поллютантов из окружающей среды. В настоящее время к данной проблеме привлечено внимание представителей различных наук в связи с прогрессирующим накоплением загрязняющих веществ в различных средах и последствиями этого процесса. Цель исследования сформулирована не вполне грамотно – «...изучить влияние аэротехногенного загрязнения на компоненты лесной экосистемы – хвои и осевых побегов *Pinus sylvestris* L., почвы и лесной подстилки на примере Минусинского ленточного бора». Следует заметить, что хвоя и осевые побеги сосны не являются «компонентами экосистемы», я представляют собой морфо-функциональные части отдельного растения.

Цели исследования определили положения, выносимые на защиту, а именно:

1. Аккумулирующая способность лесной экосистемы, в условиях

воздействия техногенных выбросов, зависит от расстояния до источников негативного воздействия. Лесная экосистема юга Минусинской котловины, в условиях аэротехногенного загрязнения, способна сохранять эффективность очищения древесного полога до 66,5%.

2. С приближением к стационарным источникам выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух у двухлетней хвои *Pinus sylvestris* L. снижается интенсивность фотосинтеза и возрастает водный дефицит.

Формулировка положения по способности лесной экосистемы к сохранению эффективности очищения древесного полога до 66,5%. Во-первых, не понятна по смыслу фраза, - очищается древесный полог? Во-вторых, (предположим, мы догадались, кто что очищает) – 66,5% невозможная величина точности оценки параметра.

Подобное замечание касается также характеристики содержания взвешенных веществ в снеговом покрове всех участков ленточного бора по сравнению с фоном, приводящее к снижению аккумулирующей способности древостоя, в среднем, на 28,9% (автореферат, с.10, в тексте – с.65). Странное заключение с сомнительной также величиной точности оценки. Аккумулирующая способность опадающей через 3-4 года хвои весьма дискуссионна.

**Научная новизна**, сформулированная в работе, - впервые для юга Минусинской котловины проведено комплексное исследование компонентов лесной экосистемы в условиях аэротехногенного загрязнения. Построены карты, отражающие уровень загрязнения почвы, лесной подстилки и хвои *Pinus sylvestris* L.

**Практическая значимость** диссертации заключается в выявлении уровней загрязнения соединениями тяжелых металлов и фтора почвы, лесной подстилки и хвои сосны, а также в оценке влияния загрязнения на физиологические функции ассимиляционного аппарата и морфологические параметры деревьев, что имеет большое значение для дальнейшего мониторинга состояния лесных экосистем Минусинской котловины в условиях аэротехногенного загрязнения. Полученные результаты могут быть использованы органами лесного хозяйства для подбора новых и корректировки используемых лесомелиоративных мероприятий с целью сохранения насаждений.

**Апробация работы.** Соискателем представлены доклады на 3 всероссийских и 4 международных научных конференциях.

**Публикации** соискателя по теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 – в журналах из перечня ВАК.

### **Краткий отзыв об основной части работы по главам диссертации**

В главе 1 сделан анализ отечественной и зарубежной литературы по проблеме загрязнения атмосферного воздуха как одного из основных негативных факторов воздействия на лесные экосистемы. Автор не вполне квалифицированно проанализировал литературу. Продвигая известную идею о вреде выбросов от промышленных предприятий, соискатель подтверждает неуклонный их рост, основываясь на несвязные между собой данных из разных источников и разных временных периодов в 40-летнем диапазоне. Между тем в нашей стране с начала 90-х годов имело место сокращение производства и соответствующее снижение атмосферных выбросов. Следствием этого наблюдалось замедление дигрессионных процессов и появление элементов восстановительной динамики растительного покрова, что нашло отражение в следующих работах, проведенных в районах бывших техногенных катастроф: Карабашского медеплавильного комбината (Черненкова, 2002); ГМК «Североникель» (Лукина и др., 2005; Черненкова и др., 2009); Среднеуральского медеплавильного комбината (Трубина, 2005); Шелеховского промузела (Бережная, Михайлова, 2005); Норильского ГМК (Ленкова, 2005). Что касается международного уровня, то в докладах на Конференции министров по защите лесов в Европе (MCPFE, 2007, 2011) отмечалось, что в течение двух последних десятилетий наблюдается положительная тенденция уменьшения загрязнения воздуха и накопления загрязняющих химических веществ, особенно серосодержащих соединений, в окружающей среде. Однако высказывались опасения, что накопления токсических соединений прошлых лет в почве могут привести к повышению содержания азота, сульфатов и кислотности почвы.

Весьма неудачно выполнен подбор литературы для иллюстрации влияния загрязняющих веществ на лесные экосистемы. В тексте возникает неожиданно абзац о способности сосняков к выделению фитонцидов, которые «оздоравливают и очищают воздух, убивая стафилококки, синегнойную и протейную палочки...» (с.18). По общему подбору источников литературы преобладают отечественные авторы, в то время как исследованиями фотосинтеза и дыхания в иностранной литературе посвящен колоссальный объем данных.

Текст главы 1 мог быть лучше структурирован, заключение его расплывчато по содержанию. Есть ошибки в фамилии исследователей – Н.И.Пьявченко (неоднократно приводит как Пиявченко). Написание бинарной номенклатуры латинских названий

растений приводится с ошибкой - *Pinus sylvestris* L.- начальная буква ссылки на автора не пишется курсивом (без наклона).

В **Главе 2** дана характеристика объекта и методика исследований. Методы исследования адекватны поставленным задачам, отбор проб выполнен с необходимой повторностью.

При описании оценки уровня токсической нагрузки на территории разной удаленности от источника выбросов наблюдается некоторое несоответствие методов, отраженных в автореферате и тексте диссертации. Так, например, информация по расчету коэффициентов концентраций (Кк) химических элементов, и соответствующая формула приведена в автореферате (с. 8), а в тексте диссертации эта информация отсутствует.

В **Главе 3** дана характеристика природных условий и техногенных источников загрязнения района исследования. Как из текста, так и из иллюстраций нет полной ясности, где расположены основные объекты загрязнения по отношению к лесам исследуемой территории. На рис. 1 (автореферат, с. 7) и рис. 2 (текст диссертации, с. 37), дана карта-схема расположения пробных площадей и обозначено месторасположение только филиала «Минусинская ТЭЦ». Расположение «РУСАЛ Саяногорск», связанное с технологией производства первичного алюминия, достаточно далеко – в 60 км на юго-западе, АО «УК «Разрез Степной» и ООО «СУЭК-Хакасия» - также в западном направлении на расстоянии нескольких десятков километров (это определялось рецензентом самостоятельно). В итоге в следующем разделе сделано заключение (с. 62), что «поступление аэрозолей на территорию бора определяется выбросами предприятий Минусинска (включая филиал «Минусинская ТЭЦ»), Абакано-Черногорского промузла, выбросами от автотранспорта и железнодорожного транспорта».

В данном случае при установлении степени негативного влияния атмосферных выбросов отсутствует задача приуменьшить их вред, но мы уверены, что при характеристике объектов информация не должна быть завуалирована неточными и искаженными данными. Это замечание касается также сведений (с. 59, 60), что некими авторами - А.И. Грибовым (2005) и Н.Д. Давыдовой (2013) - было выявлено содержание в твердых аэрозолях тяжелых металлов Fe, Mn, Cu, V, Zn, Pb, Cd, As, Hg, Co, Mo и фтора, что ни о чем не говорит без указаний точных объемов их содержания в средах.

Из раздела 3.6 Диагностика атмосферной миграции взвешенных веществ по снеговому покрову осталось неясным, как производились расчеты аккумулирующей способности древесного полога сосняков. В частности, утверждение, что древесный полог Минусинского бора задерживает ежегодно в среднем свыше 28 кг взвешенных веществ на 1 га остается неподтвержденной информацией.

Не понятно, почему не принимались в расчет выбросы соединений серы и азота, поскольку известно, что при сжигании топлива на ТЭЦ образуются продукты сгорания, в которых содержатся летучая зола, частички несгоревшего пылевидного топлива, серный и сернистый ангидрид, оксид азота, газообразные продукты неполного сгорания.

**Глава 4** посвящена оценке изменений физиологических процессов, биохимических параметров и морфометрических характеристик сосны в условиях промышленного загрязнения. По итогам выполнения данной задачи, были установлены закономерности улучшения морфологических показателей ассимиляционного аппарата и осевых побегов сосны – значения длины, площади, массы хвои второго года жизни, средний возраст хвои, количество хвои старшего возраста, а также возрастание длины осевых побегов первого и второго лет жизни с удалением от стационарных источников выброса. В отношении оценки интенсивности протекающих физиологических процессов установлено снижение интенсивности фотосинтеза и увеличение водного дефицита хвои сосны при приближении к источникам воздействия. Новым результатом является установление связи между некоторыми параметрами физиологической активности и морфометрическими параметрами. В частности, показано, что изменение интенсивности фотосинтеза оказывает прямое влияние на процесс накопления в хвое органических веществ, что отражается на длине, площади и массе хвои, об этом свидетельствуют коэффициенты корреляции с 95%-ной вероятностью прогноза – 0,68, 0,66 и 0,7, соответственно.

Следует отметить, что текст написан небрежно и изобилует бессмысленными фразами, например, «...Терпены и терпеноиды получили широкое распространение в растительности» (с.71), «...Следствием активизации биосинтеза эфирного масла может являться необходимость противодействия растительного организма неблагоприятному воздействию антропогенных факторов» (с. 73), «...монотерпены представляют основное средство защиты у хвойных растений» (с.74), «...Стабильное функционирование и развитие лесных экосистем связано с комплексом

взаимосвязанных факторов, немаловажное место среди которых занимает загрязнение среды» (с.75).

**Глава 5** посвящена оценке содержания некоторых тяжелых металлов и фтора в хвое сосны. Представленные данные (табл. 8) свидетельствуют о значимом превышении содержания только свинца в хвое сосны вблизи источника выбросов. Интерпретация же соискателем повышенного уровня соединений этого элемента, с нашей точки зрения, не вполне правомерна. Григоренко пишет, что это объясняется «...способностью растений поглощать Pb из почвы и воздуха, несмотря на его низкую биологическую доступность» (с. 92). Во-первых, в методике работы не было указано, что с хвои перед анализом производили смывы, т.о. нельзя говорить о полной абсорбции элемента и выведении его из экосистемы. Во-вторых, эта же хвоя далее поступает с опадом и вовлекается в последствие в круговорот. Время полного восстановления фоновых содержаний тяжелых металлов в лесной подстилке составляет несколько сот лет. Таким образом, речь об очищении окружающей среды в прямом смысле этого значения идти не может.

При анализе пространственного распределения загрязняющих веществ интересным явился подход соискателя ранжировать соединения в соответствии с классом опасности. В результате рассчитанные показатели суммарного загрязнения превышали значения суммарных показателей, рассчитанных по формуле Саета, в среднем на 3 единицы, что связано с вкладом таких особо токсичных элементов, как кадмий, ртуть и свинец. В итоге исследования, проведенные автором спустя более 40 лет, позволили установить увеличение в первую очередь содержания в лесных почвах таких металлов как никель, цинк, кадмий и мышьяк. В то же время отмечено, что содержание свинца осталось на прежнем уровне, выявлено снижение накопления меди, кобальта и ртути, что возможно вследствие миграции элементов вниз по почвенному профилю, а также вследствие процесса выщелачивания, потребления растениями, эрозии и дефляции и снижения количества загрязняющих веществ, поступающих в почву в результате сокращения выбросов в атмосферный воздух за последние годы. Анализ сравнительного содержания химических элементов в лесной подстилке и почве показал, что подстилочный горизонт наиболее загрязнен свинцом, мышьяком, фтором, кадмием, ванадием, ртутью и медью.

В разделе 5.5 речь идет о влиянии загрязнения на физиологические и морфологические параметры хвои сосны, рассчитаны корреляционные коэффициенты связи между отдельными элементами, интенсивностью фотосинтеза и дыхания хвои, а также морфометрическими параметрами сосны. Не понятно совершенно, почему этот

вопрос обсуждается здесь, а не в главе 4. Тем не менее, наличие статистически достоверной связи между уровнем загрязнения и состоянием древостоев является хорошим аргументом в природоохранной деятельности и осуществления мониторинга.

**Заключение.** Сбор данных по актуальному направлению исследований, важность сформулированных положений, научный уровень обобщений определяют хорошую оценку диссертационной работы А.В.Григоренко, несмотря на сделанные замечания. Основные выводы диссертации обоснованы и оригинальны, а результаты опубликованы в научной печати и доложены на всесоюзных и международных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Григоренко Алены Валерьевны «ВЛИЯНИЕ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ МИНУСИНСКОГО ЛЕНТОЧНОГО БОРА)» полностью соответствует п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемых кандидатским диссертациям, и является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные представления о нарушениях лесного покрова в условиях промышленного загрязнения, внесших значительный вклад в развитие теории и практики экологии растительных сообществ.

Автор диссертации, Григоренко Алена Валерьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки)

Отзыв обсужден на заседании Ученого совета ЦЭПЛ от 15.05.2018 протокола № 3.

Ведущий научный сотрудник  
Лаборатории структурно-функциональной  
организации и устойчивости лесных экосистем  
Федерального Государственного  
Бюджетного учреждения  
Центра по проблемам экологии  
и продуктивности лесов РАН,  
д.б.н. Татьяна Владимировна Черненкова

117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, стр. 14  
тел.: (499) 743-0016; эл. почта: [chernenkova50@mail.ru](mailto:chernenkova50@mail.ru)

Подпись Т.В. Черненковой верна



*Handwritten signature of T.V. Chernenkova*  
*Handwritten signature of O.N. Zhuravskiy*  
*Handwritten signature of O.N. Zhuravskiy*