

В диссертационный совет  
24.2.331.15 при ФГБОУ ВО  
«Московский государственный  
технический университет имени  
Н.Э. Баумана (национальный  
исследовательский университет)»  
141005, г. Мытищи, улица 1-я  
Институтская, 1, ауд. 1222.

### **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук  
Менщикова Сергея Леонидовича - на диссертацию Рыковой Татьяны  
Владимировны «Лесоводственно - экологическая оценка устойчивости  
сосновых экосистем к загрязнению среды тяжелыми металлами»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.6. «Лесоведение,  
лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная  
пирология и таксация»**

#### **Общая характеристика диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем квалификационной работы 171 страниц, включая 22 таблицы, 13 рисунков и 4 приложения, содержит 231 наименование литературных источников, включая 29 наименований исследований зарубежных авторов. Диссертация и автореферат представлены оппоненту в сроки, установленные Положением о присуждении ученых степеней.

#### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Актуальность темы исследований по диссертационной работе Т.В. Рыковой обусловлена необходимостью сохранения и повышения устойчивости лесных насаждений, подвергающихся неблагоприятному воздействию промышленного загрязнения. Несмотря на принимаемые меры, как свидетельствуют статистические данные, до настоящего времени в промышленно развитых регионах страны около 14 % обследованных зон (включая населенные пункты) вокруг источников загрязнения относится к

опасной и умеренно опасной категории загрязнения почв тяжелыми металлами, а их общая площадь составляет порядка 18 млн га. В связи с этим, произрастающие на них лесные насаждения, и, прежде всего, хвойных древесных пород, требуют осуществления специального комплекса превентивных и реабилитационных хозяйственных защитных мероприятий, среди которых ведущее место принадлежит контролю за уровнем загрязнения и недопущению ситуаций, обуславливающих ухудшение состояния и гибель насаждений. Поэтому выполненное в диссертационной работе дальнейшее развитие методологии оценки влияния загрязнителей на состояние лесных насаждений и технологий нормирования допустимого загрязнения лесов тяжелыми металлами будет способствовать повышению эффективности управленческих решений по корректировке системы мероприятий сохранения и реабилитации ослабленных загрязнением лесов.

#### **Новизна научных положений и заключения**

Наиболее значимой научной исследований являются экспериментально установленные при разном уровне контролируемых выпадений цинка изменения количественных параметров роста деревьев, повреждения хвои сосны и состояния древостоев, жизнеспособности ее самосева и подроста, видового состава напочвенного покрова. Впервые в условиях полевого эксперимента, на примере цинка, отработана технология нормирования и обоснованы допустимые уровни его выпадений для сосновых экосистем региона.

Выносимые на защиту научные положения являются новыми, расширяющими теоретические познания в проблеме взаимодействия лесных экосистем с тяжелыми металлами в части их влияния на состояние, структуру и видовое биоразнообразие фитоценозов, реакцию видов лесных растений и сообществ в условиях контролируемого загрязнения.

Во всех разделах работы имеются конкретизированные выводы.

В Заключении к диссертации приведены аннотированные результаты исследования.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

В результате проведенных автором исследований, базирующихся на достаточном анализе литературных источников, охватывающих как теоретические, так и практические аспекты проблемы, дополнены научные результаты других исследователей о реакции компонентов сосновых экосистем на загрязнение их тяжелыми металлами промышленных выбросов.

Материалы исследований по диссертационной работе были использованы при совершенствовании нормативной правовой базы по ведению лесного хозяйства в лесах, ослабленных промышленными выбросами, а также при организации обследований и мониторинге состояния лесов в Московской области, музее-усадьбе Л.Н. Толстого «Ясная Поляна».

На наш взгляд, практическая значимость работы шире. В частности, разработанные методические подходы по обоснованию допустимых выпадений цинка экспериментальным путем при контролируемых величинах нагрузок могут быть использованы в аналогичных работах по другим тяжелым металлам, по которым до настоящего времени отсутствует нормативная база фитотоксичности в отношении лесных насаждений. Кроме того, полученные результаты по допустимым значениям выпадений цинка применимы в процедуре оценки воздействия промышленных предприятий на окружающую среду (ОВОС), включая леса и зеленые насаждения населенных пунктов.

### **Степень достоверности и обоснованности научных положений**

Ознакомление с диссертацией показывает, что она базируется на достаточном объеме экспериментального материала, собранного в процессе полевых работ и лабораторных исследований в соответствии с разработанной программой и апробированными методиками. При выполнении химико-аналитических работ использовалось сертифицированное приборное оборудование. Полученные результаты обработаны с применением современных прикладных компьютерных программ в соответствии с общепринятыми требованиями к статистической обработке данных.

Обоснованность научных положений и выводов диссертации подтверждается достаточно полным представлением ее материалов на профильных всероссийских и международных научно-технических конференциях. Соискателем планомерно в открытых для всех заинтересованных сторон изданиях публиковались научные статьи, которые легли в основу диссертационной работы.

По результатам исследований опубликовано 26 научных работ, в том числе 6 статей в журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

Выносимые Рыковой Татьяной Владимировной на защиту научные положения можно признать достоверными и обоснованными.

#### **Личный вклад соискателя**

Диссертация является индивидуальным трудом автора. Лично автором проведены составление программы и методики исследований, планирование и закладка экспериментальных объектов. Полевые и лабораторные исследования выполнены лично автором или в составе рабочей группы отдела экологии леса ВНИИЛМ.

Самостоятельно проводилась обработка экспериментальных данных исследований, анализ и интерпретация полученных результатов.

Автором самостоятельно сделаны выводы по результатам исследований. В статьях, опубликованных в соавторстве, часть личного вклада автора диссертации составляет 70–80%.

#### **Оценка содержания диссертационной работы**

Диссертация Рыковой Татьяны Владимировны посвящена изучению устойчивости сосновых экосистем к загрязнению среды тяжелыми металлами для совершенствования экологического нормирования допустимого загрязнения ими лесов (на примере цинка).

Во введении приведены обоснование актуальности темы диссертационной работы, цель и задачи исследований, научная новизна, основные положения диссертации, выносимые на защиту.

**В главе 1** выполнен детальный аналитический обзор научных и ведомственных источников, характеризующий особенности загрязнения природной среды основными тяжелыми металлами (ТМ). Приведен анализ объемов естественных и антропогенных выбросов тяжелых металлов, обобщены данные об их геохимических свойствах, особенностях миграции и локализации в компонентах природной среды, токсичности для лесных растений. Заслуживает внимания предложенная автором диссертации классификация фитотоксичных веществ промышленных выбросов с учетом их агрегатных форм, химических свойств, особенностей миграции и воздействия на леса.

По итогам аналитического обобщения системы мер по сохранению и повышению устойчивости лесов в условиях промышленных выбросов сделан правильный вывод о том, что гарантированная эффективность охранно-реабилитационных мероприятий может быть достигнута при условии снижения уровня загрязнения до безвредных для лесных насаждений объемов. Данное положение логично предопределило выбор цели и задач исследований, направленных на обоснование уровня допустимого воздействия химических веществ техногенного происхождения на леса.

Замечания по главе отсутствуют.

**В главе 2** представлена характеристика природных условий района исследований, программа и методика исследований, описание объектов работ на территории Виноградовского и Куровского лесничеств Московской области (Воскресенский научно-исследовательский стационар ВНИИЛМ).

Приведены описание особенностей загрязнения окружающей среды и лесов на объекте исследований, общая характеристика источников промышленных выбросов.

Детально изложена методика исследовательских работ, которая предусматривала обоснованный комплекс лабораторных работ и полевые эксперименты по изучению влияния различных уровней выпадения (нагрузок) цинка на компоненты сосновых насаждений. В исследованиях применялись общепринятые методики (в диссертации даны ссылки на авторов)

лесоводственно-геоботанического описания насаждений на пробных площадях, таксационных измерений, оценки состояния древостоев сосны, линейного и радиального приростов деревьев, определения техногенных нагрузок, видового состава и проективного покрытия напочвенного покрова ценозов.

Для проведения полевых экспериментов по изучению влияния цинка на сосновые экосистемы было заложено три стационарных опытных участка в сосняках зеленомошниковых в 15-летних культурах, средневозрастных и спелых насаждениях, имеющих фоновые показатели по уровню загрязнения, состоянию и таксационным характеристикам древостоя, характеру возобновления, травяному и напочвенному покрову. Дана, в необходимых объемах, лесоводственно-таксационная характеристика насаждений на стационарных участках, которая дополнена морфологическим описанием почвы в почвенных разрезах, приведенным в приложении к диссертации. Обоснован выбор соли азотнокислого цинка для полевых экспериментов, описаны методика его внесения на стационарных участках и варианты эксперимента. Достаточно подробно описана методика отбора проб почвы на участках (по слоям до глубины 60 см, два раза за вегетационный сезон), определения цинка в образцах атомно-абсорбционным способом, лизиметрических исследований, эксперимента по изучению влияния выпадений цинка на состояние и развитие самосева и подроста сосны.

В целом, используемая автором диссертации методика исследований позволила получить достаточный для достоверных результатов объем экспериментальных данных, позволивших решить поставленные задачи.

### **Замечания по главе 2:**

1. В диссертации не приводится обоснование выбора в качестве объектов исследований сосновых насаждений, и, в частности, сосняков сложных и сосняков зеленомошниковых.

2. Не ясно, в связи с чем для сосняков средневозрастных и спелых были приняты дополнительные варианты с нагрузкой цинка в 600 и 900 г/м<sup>2</sup> соответственно?

**В третьей главе** дана оценка загрязнения тяжелыми металлами некоторых компонентов лесных экосистем. Показано, что в пробах снегового покрова, лесной подстилки и почвы цинк доминирует среди изучаемых тяжелых металлов, что оправдывает его выбор для экспериментального изучения в дальнейшем. Подтверждена пригодность выбора местоположения стационарных участков для проведения полевых экспериментальных работ, на которых содержание цинка в снеговых водах примерно в два раза ниже принятых фоновых значений.

Приведены, на основе данных по содержанию веществ в снеговом покрове и объемах осадков в районе исследований, интересные расчеты выпадений тяжелых металлов с природными осадками в насаждения стационара – в среднем 2,6 кг/га; максимальные оценки – 46 кг/га, из них порядка 30 - 35% приходится на соединения цинка. Вместе с тем, фактические объемы выпадений металлов могут быть несколько больше, поскольку в расчетах не учтено так называемое «сухое» выпадение загрязнителей из атмосферы в процессе ее самоочищения в период отсутствия осадков.

Данными экспериментальных исследований на стационарных опытных участках I и II показано, что распределение элемента по почвенному профилю в целом и его динамика во времени коррелируют с объемами поступления на поверхность почвы. Приведены табличные данные и показательные графики динамики содержания подвижного цинка в почве по вариантам опыта и различных глубинах отбора проб на стационарных участках за семилетний период наблюдений, которые показывают значительную буферную способность сравнительно легких по гранулометрическому составу лесных дерново-подзолистых почв по удержанию загрязнителя в пределах почвенного профиля.

Показаны различия в характере миграции цинка в почве молодняков сосны, при практически полном отсутствии лесной подстилки, и средневозрастных насаждений с хорошо сформированным верхним органомным горизонтом. Концентрация цинка в слое 0-20 см почвы средневозрастного насаждения, при одинаковых величинах нагрузок, была в 1,2-1,5 раза меньше по сравнению с молодыми культурами. При этом, даже на седьмой год эксперимента около 35–75 % цинка, в зависимости от первоначальной нагрузки внесения, может удерживаться почвой. Указанные выводы подтверждены результатами лизиметрических исследований.

В целом, приведенные в главе данные о содержании цинка в слоях почвы при разных вариантах нагрузок могут быть надежной основой для проработки в дальнейшем моделей миграции элемента по почвенному профилю, что позволит уточнить подходы к прогнозированию динамики самоочищения корнеобитаемого слоя почвы от тяжелых металлов и, соответственно, их воздействия на состояние лесного фитоценоза.

### **Замечания по главе 3:**

1. Требуется пояснить, что автором подразумевается под максимальными уровнями выпадений тяжелых металлов (цинка), приведенных в расчетах?

2. В таблицах 5 и 6 главы имеются неточности в указании величины нагрузки цинка в варианте 2:  $6,9 \text{ г/м}^2$ , тогда как везде по тексту указывается  $7 \text{ г/м}^2$ .

3. Данные лизиметрических исследований, представленные автором, характеризуют только тренды миграции цинка, так как однократное измерение концентрации в течение года, недостаточно для получения достоверных данных.

**Четвертая глава** посвящена изучению изменение показателей состояния и роста сосновых древостоев при различных уровнях загрязнения среды, которые в дальнейшем использованы для обоснования допустимого уровня выпадений цинка для сосновых экосистем района исследований.



Автором представлен методический подход, позволяющий объективно, через корреляцию между накоплением металлов в снеговом покрове и индексом состояния древостоев, проводить оценку влияния загрязнения окружающей среды ТМ на состояние сосняков. Применительно к объекту исследований установлена невысокая теснота связи между индексами состояния древостоев и накоплением в снеге растворимых форм тяжелых металлов, что свидетельствует о несущественном их влиянии на состояние сосновых насаждений. Данный вывод полностью согласуется с невысокими уровнями выпадений металлов, приведенных в главе 3, а также достаточно большими значениями допустимых нагрузок по цинку (в главе 6 обоснованная величина допустимого уровня выпадений/нагрузок цинка по индексу состояния древостоев составляет 420 кг/га, что значительно превышает расчетные фактические значения).

Впервые в контролируемом по уровню загрязнения полевом эксперименте получены данные о реакции сосновых насаждений на различные нагрузки цинка. В частности, избыток элемента приводит к увеличению хлороза хвои, уменьшению биометрических показателей хвоинок (длина и масса хвоинок), снижению линейного прироста осевого побега сосны. Подтверждены выводы других авторов, что в условиях загрязнения на фоне общего снижения радиального прироста в его структуре возрастает доля поздней древесины, которая максимальна при наибольших величинах нагрузок. Следует согласиться с соискателем, что данный показатель может быть использован как дополнительный, неспецифический, оценки состояния древостоев при техногенном загрязнении.

Экспериментально подтверждено, что согласно градиенту нагрузок цинка ухудшается состояние древостоев всех изучаемых групп возраста за счет пропорционального повышения доли категорий разной степени ослабления, вплоть до усыхающих. При этом скорость перехода деревьев к более высокому ослаблению и увеличение отпада в древостоях

увеличиваются с возрастанием техногенной нагрузки.

#### **Замечания по главе 4:**

1. Было бы более правильным дополнить визуальную оценку дехромации хвои сосны измерениями концентрации фотосинтетических пигментов, которая, исходя из данных других исследований, наблюдается при воздействии тяжелых металлов.

В главе 5 приведены результаты экспериментального изучения реакции подчиненных ярусов соснового фитоценоза на контролируемое загрязнение среды цинком, которые также, как и данные предыдущей главы, будут использованы для обоснования допустимого уровня выпадений цинка для сосняков района исследований. Проведенные исследования позволили количественно определить чувствительность компонентов подпороговых ярусов и отдельных видов растений сосновых фитоценозов к воздействию нагрузок цинка.

В условиях полевого эксперимента установлено устойчивое снижение количества всходов сосны под пологом древостоя с нагрузки  $30 \text{ г/м}^2$  цинка и более. Данные результаты, согласно лабораторному опыту, объясняются отрицательным влиянием металла на энергию прорастания и всхожесть семян, которые проявляются даже при низких нагрузках ( $3,5$  и  $7 \text{ г/м}^2$ ).

Логично, что реакция подпологовых всходов сосны на воздействие отражается на формировании самосева и подроста. Трехлетние наблюдения автора показали значимое (на уровне 20%) снижение сохранность самосева и подроста в средневозрастных насаждениях сосны с нагрузки цинка в  $30 \text{ г/м}^2$ , причем, преимущественно, за счет более низких градаций высот (от 6 до 20 см). Максимальная нагрузка  $300 \text{ г/м}^2$  приводила к полной гибели всего самосева и подроста уже на второй год наблюдений.

В целях оценки реакции травянистого и напочвенного покрова сосновых фитоценозов на нагрузки цинка автор использовал показатель видового разнообразия ( $\alpha$  – разнообразие), характеризуемый числом видов на

единицу площади, что позволило получить сравнительные количественные оценки для экспериментальных участков II и III.

Исследованиями доказано, что под воздействием внесенных солей цинка реакция флористического состава травяно-кустарничкового и мохового ярусов растительности сосняков зеленомошниковых проявляется в уменьшении числа видов в травяном покрове. Наибольшую устойчивость к данному загрязнению проявляют большинство злаковых растений. Реакция мохового яруса на внесение цинка проявляется в дехромации, отмирании мхов и снижении их проективного покрытия.

#### **Замечания к главе 5:**

1. К недостаткам следует отнести тот факт, что автор только в целом характеризует моховой ярус ценоза, не рассматривая реакцию отдельных его видов на загрязнение.

2. Характеристику динамики флористического состава целесообразно было бы дополнить расчетом коэффициентов Жаккара, что дало бы более наглядную количественную оценку различий, вызванных загрязнением.

**Глава 6** является обобщающей частью диссертационной работы, логически завершающей решение ее основной задачи по обоснованию допустимого уровня выпадений цинка для сосняков района исследований. Следует отметить, что в этом плане диссертация продолжает ранее выполненные исследования других авторов по разработке принципов экологического подхода к нормированию техногенного воздействия на леса.

В начале главы автор приводит краткий анализ состояния проблемы нормирования в области окружающей природной среды, и, в частности, техногенного воздействия на леса. Давая оценку положительных и отрицательных сторон санитарно-гигиенического подхода, ориентированного на ограничение выбросов в атмосферу и снижение загрязнения почвы с точки зрения опасности для организма человека, диссертант придерживается точки зрения по необходимости

совершенствования нормирования на экологических принципах, ориентированных на перенос научного обоснования нормативов допустимого загрязнения из лабораторных экспериментов в условия естественной лесной среды. При этом в качестве показателя, характеризующего воздействие загрязняющих веществ, в соответствии с концепцией критических нагрузок, было выбрано выпадение фитотоксичных веществ в лесные насаждения, выраженное в кг/га или т/км<sup>2</sup> (техногенная нагрузка). Такие нормативы позволяют оценивать потенциальную реакцию лесов уже на уровне проектирования промышленных объектов.

В главе обоснован состав показателей – индикаторов, который позволяет достаточно полно характеризовать реакцию сосновых экосистем на воздействие нагрузок цинка. Нормирование воздействия на древостой (индекс состояния, отпад деревьев, средний прирост по высоте, длина и дехромация хвои) выполнено по молоднякам, так как именно в данной группе возраста был проведен наиболее полный объем исследований, позволяющий сформировать ряды наблюдений, статистическая обработка которых обеспечивает необходимый уровень значимости результатов. Нормирование по другим компонентам насаждения (всходы, самосев, подрост, травянистый и напочвенный покров) осуществлялось на основе данных, полученных в средневозрастных и спелых сосняках.

Через систему испытанных регрессионных уравнений (при приемлемых значениях коэффициентов детерминации от 0,61 до 0,97), полученных на основе данных полевых экспериментальных исследований, обоснованы допустимые значения нагрузок цинка для различных компонентов сосновых фитоценозов объекта исследований.

Следует согласиться с автором диссертации, что за величину предельно допустимого (критического) выпадения (нагрузок) следует принимать минимальные расчетные значения, поскольку именно они характеризуют начало структурно-функциональных перестроек в древостое.

#### **Замечания по главе 6:**

1. Почему для обоснования допустимого воздействия не использовался такой индикатор как радиальный прирост деревьев?

2. Из диссертации не ясно, какую допустимую нагрузку выпадений цинка следует отнести к фитоценозу в целом, а не только к отдельным его компонентам.

3. Чем объясняется, что длина хвоинок наименее чувствительна, из всех изученных компонентов фитоценоза, к воздействию нагрузок цинка?

### **Заключение**

Имеющиеся замечания к отдельным главам имеют, преимущественно, дискуссионный характер и не снижают общую научную и практическую ценность диссертационной работы. Работа, безусловно, является актуальной, выполнена на высоком уровне, имеет научную новизну и практическое значение, обладает внутренним единством. Представленные в работе данные основаны на обработке большого количества экспериментального полевого материала, достоверность материалов и личное участие автора в проведенных исследованиях не вызывает сомнения.

Автореферат, представленный на 16 страницах, и опубликованные научные труды соответствуют содержанию работы, позволяют оценить её суть, научную новизну и практическую значимость.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Рыковой Татьяны Владимировны «Лесоводственно - экологическая оценка устойчивости сосновых экосистем к загрязнению среды тяжелыми металлами» является законченным самостоятельным научно-квалификационным трудом автора.

Представленная к защите диссертация соответствует требованиям п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Рыкова Татьяна Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.6. «Лесоведение,

лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация».

**Официальный оппонент, доктор**  
сельскохозяйственных наук  
(06.03.03) Лесоведение и  
лесоводство; лесные пожары и  
борьба с ними,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории экологии техногенных  
растительных сообществ  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
ботанический сад Уральского  
отделения Российской академии  
наук  
**Меншиков Сергей Леонидович**



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