

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет»

С.В. Микушев

«28» 12 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Пунгина Артема Викторовича
«Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города
Калининграда методом лихеноиндикации» по специальности 25.00.36 -
геоэкология (науки о Земле), представленную на соискание ученой степени
кандидата географических наук

в диссертационный совет

Д 212.084.09 при ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени
Иммануила Канта»

Одним из направлений исследований геоэкологии является изучение природной среды и определение показателей ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности, а также геоэкологический мониторинг, требующие комплексного и многостороннего решения. Немаловажную роль в этом играют биоиндикационные методы, поэтому актуальность диссертационного исследования Пунгина А.В., посвященного изучению биоиндикаторов состояния городской среды на примере города Калининграда не вызывает сомнения. Выбранная диссидентом тема соответствует пунктам 1.8. «природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности» и 1.12. «геоэкологический мониторинг» паспорту специальности «Геоэкология».

Цель работы – геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха г. Калининграда методом лихеноиндикации в условиях загрязнения эвтрофицирующими веществами. Для достижения этой цели соискателем были решены следующие задачи:

– выявлено видовое разнообразие и проведен анализ эпифитной лихенофлоры города Калининграда;

- проведено лихеноиндикационное картирование городских территорий для оценки качества атмосферного воздуха с применением методики VDI 3957 Blatt 13 и VDI 3957 Blatt 18;
- оценено воздействие загрязнения воздуха на видовое разнообразие лишайников, биохимические и физиологические параметры индикаторного вида *Parmelia sulcata* Taylor;
- произведена оценка загрязнения городского атмосферного воздуха эвтрофицирующими веществами;
- выявлены изменения химического состава коры деревьев-форофитов в условиях загрязнения атмосферного воздуха;
- оценен геоэкологический статус загрязнения атмосферного воздуха эвтрофицирующими соединениями в функциональных зонах Калининграда.

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации Пунгина А.В., достаточно обоснованы и достоверны. В работе использованы общенаучные (анализ, сравнение, классификация, эксперимент) и специальные методы геоэкологических исследований – картографический, геохимический, статистический. В основу исследования положены современные методики лихеноиндикационного картирования, аналитического оборудования с высокой чувствительностью, применение статистических методов обработки данных и ГИС-технологий картографической визуализации. Использована геоэкологическая оценка состояния городского атмосферного воздуха с применением сопряженного анализа видового разнообразия эпифитной лихенофлоры, физиологических и биохимических параметров индикаторного вида *P. sulcata*, современных методик лихеноиндикационного картирования (VDI 3957 Blatt 13, VDI 3957 Blatt 18) и физико-химических методов анализа – спектрофотометрии, элементного анализа, кондуктометрии, рН-метрии.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, не вызывают сомнения. Впервые для Калининграда выявлен видовой состав и структура эпифитных лишайников, проведен ее подробный анализ. На территории города обнаружены новые для региона виды, а также установлены местообитания лишайника ранее считавшегося исчезнувшим. Впервые с применением методов лихеноиндикации выполнено картографирование состояния атмосферного воздуха г. Калининграда. Произведен анализ влияния загрязнения воздуха на видовое разнообразие эпифитной лихенофлоры, физиологические и биохимические характеристики лишайников.

Полученные в результате диссертационного исследования новые данные о распространении и экологии лишайников, а также трансформации их видового разнообразия, распространения и экологии в условиях загрязнения городской воздушной среды имеют большую **значимость для науки и практики**. Апробированная методика использования содержания хлорофилла «а» в талломах *Parmelia sulcata* имеет **практическую значимость** и может быть использована в сходных природных условиях для оценки загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий. Результаты исследования внедрены в учебный процесс Института живых систем БФУ им. И. Канта и используются в курсах «Спецпрактикум по НИР», «Прикладная экология и конструирование экосистем» и при проведении учебных практик.

Полученные результаты и выводы диссертации могут быть **рекомендованы** для разработки программы долговременного геоэкологического мониторинга состояния атмосферного воздуха г. Калининграда.

Диссертационная работа прошла необходимую **апробацию**. По теме исследования опубликовано 12 печатных работ из них 4 статей, входящих в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий» ВАК РФ, а также 5 работ, индексируемых в библиографических и реферативных базах данных Scopus и Web of Science. Материалы представлены на многочисленных международных научных и научно-практических конференциях.

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации – 204 страницы, включая 13 таблиц, 77 рисунков и 13 приложений. Библиографический список насчитывает 371 источник, в том числе 202 на иностранных языках.

В первой главе **«Обзор литературы»** (с. 12-44) на основе изучения обширного числа источников представлена обширная информация, включающая сведения о биологии и экологии лишайников, истории использования их как индикаторов атмосферного загрязнения, закономерностях формирования городской лихенофлоры. Рассматриваются реакции лишайников на загрязнение атмосферного воздуха, в том числе различными соединениями азота. Кроме того, в главе приведена физико-географическая и геоэкологическая характеристики Калининграда и Калининградской области, представлена информация о загрязнении атмосферного воздуха в г. Калининграде. Рассмотрена история изучения лишайников в Калининграде. Глава содержит 17 подразделов, включает разнородную информацию и не представляется тематически единым разделом работы.

Во второй главе **«Объекты и методы исследования»** (с. 45-57) представлена общая характеристика индикаторного вида *Parmelia sulcata*, дана методика проведения полевых лихеноиндикационных исследований, сбора и подготовки образцов лишайников к химическому анализу. Подробно рассмотрено определение содержания азота, углерода, фосфора и фотосинтетических пигментов в талломах лишайников, а также анализ химического состава коры деревьев. Изложены методы статистической обработки и визуализации пространственных данных.

В третьей главе **«Эколого-географические особенности лихенофлоры города Калининграда и фоновых территорий»** (с. 58-87) дан таксономический анализ видового разнообразия лишайников, представлен аннотированный список эпифитных лишайников, проведен анализ жизненных форм и встречаемости лишайников в пределах города и на фоновых территориях. На основе полученных результатов автор делает справедливый вывод о том, что структура видового разнообразия лишайников отражает как географическое положение исследованной территории с сохранением черт естественных лихенофлор, так и их антропогенную трансформацию в городских условиях с преобладанием листоватых, неморально- boreальных лишайников с мультирегиональными видами, обладающими низкой специфичностью.

Четвертая глава **«Оценка воздействия загрязнения воздуха на лишайники»** (с. 86-141) содержит анализ всех биоиндикационных параметров, включая изменения химического состава коры деревьев, изменение видового разнообразия лишайников, содержания фотосинтетических пигментов,

концентрации азота, углерода и фосфора в талломе лишайников. Оценка загрязнения атмосферного воздуха эвтрофицирующими веществами проведена с помощью лишайника *Parmelia sulcata*. Показано, что наиболее чувствительным на аэротехногенное загрязнение показателем является содержание хлорофилла а в талломе лишайника. Проведено лихеноиндикационное картографирование территории с применением индекса качества воздуха (LGI) и дан геоэкологический статус функциональных зон города Калининграда. Отмечая значительную изменчивость биоиндикационных признаков в течение вегетационного периода, автор приходит к справедливому выводу, что проведение биоиндикационных исследований возможно в ограниченный промежуток времени, характеризующийся постоянством действия таких экологических факторов, как влажность воздуха, температура и количество света. Это хорошо согласуется с общеизвестными требованиями к проведению биоиндикационных исследований, продолжительность которых должна составлять 7-10 дней, работы должны проводиться в одну фенологическую фазу при сравнительно однородных метеорологических условиях.

При прочтении диссертации возникли следующие замечания и вопросы:

1. Неудачно представлена и структурирована глава «Литературный обзор». На основе анализа обширного литературного материала в ней дана оценка лишайников как индикаторов атмосферного загрязнения, реакция лихенофлоры на загрязнение атмосферного воздуха, в том числе соединениями азота, представлена история исследования лихенофлоры городских поселений, включая Калининград. Вместе с тем, в главе даны описание географического положения и природных условий, геоэкологическая характеристика Калининградской области и г. Калининграда, состояние атмосферного воздуха в городе. Этот материал фактически представляет собой характеристику объекта исследований и должен быть вынесен в самостоятельный раздел, включающий оценку физико-географических условий и источников антропогенного воздействия.
2. Автором изучено 338 стволов 11 видов древесных пород, из них – преимущественно обследована лихенофлора 5 видов, а 6 видов – в единичных, редких случаях. При этом справедливо отмечается, что распределение лишайников, их видовой и химический состав зависит от видового состава насаждений и видовой принадлежности дерева-форофита, отражая свойства субстрата, на котором он формируется. Естественно, что древесные породы, в том числе по видам, неравномерно распределены по городу. Из текста диссертации не ясно как учитывался этот фактор при картографировании загрязнения воздуха. Каким образом проводилось нормирование индикационных признаков в связи с оценкой лишайников, отобранных на разных древесных породах?
3. В диссертационном исследовании делается акцент на оценку состояния атмосферного воздуха города Калининграда методом лихеноиндикации в условиях загрязнения эвтрофицирующими веществами. Однако городская среда представляет собой поликомпонентную и многофакторную систему с различным характером техногенного воздействия. Существенное влияние на эпилишайниковый покров оказывают тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды и другие поллютанты, поступающие в атмосферный воздух от разных источников загрязнения. В целом можно говорить о комплексном негативном воздействии химических веществ, обладающих как антагонистическими, так и синергетическими эффектами. Выявленные

закономерности отражают скорее общее загрязнение атмосферного воздуха в городе, а не только стресс от влияния эвтрофицирующих веществ.

4. В работе отсутствуют критерии и обоснование выбора фоновых площадей. Известно, что основным критерием при биоиндикационной оценке трансформации окружающей среды служат фоновые характеристики соответствующих параметров. При этом большое значение имеет правильность выбора фоновых участков. К сожалению, как указывает автор, использованные при диссертационном исследовании фоновые площадки не отвечают в полной мере предъявляемым к ним требованиям, что вызвало сложности при оценке воздействия городской среды на эпилишайниковый покров. Так, в частности, придорожная аллея с трудом может служить эталоном сравнения для урбанизированной территории, поскольку сама по себе является искусственным образованием в зоне техногенного воздействия.

5. На странице 71 автор проводит сравнительный анализ видового разнообразия лихенофлоры различных городов РФ и Европы. Длинный перечень цифровой информации труден для восприятия и малоинформативен. Его следовало бы заменить на соответствующий рисунок, а в тексте диссертации ограничиться лишь описанием выявленных закономерностей.

6. В конце диссертации автор дает практические рекомендации по улучшению геоэкологической обстановки в городе Калининграде. Следует отметить, что предложенные мероприятия (ремонт, модернизация транспортной схемы города, реконструкция и строительство автодорог, обновление городского автобусного парка, переход на использование автомобилей с электродвигателем и т.п.) являются общеизвестными и тривиальными, к тому же эти аспекты не изучались соискателем и не представлены в диссертации. В контексте работы они носят декларативный характер. Вместе с тем, полученные данные лихеноиндикационного картографирования имеют важное практическое применение для организации системы долговременного геоэкологического мониторинга в городе Калининграде. Большое значение имеет также методика оценки загрязнения атмосферного воздуха с использованием изменения содержания хлорофилла а в лишайнике *Parmelia sulcata*. Однако необходимо отметить, что для получения репрезентативных данных подобные работы должны проводиться на лишайниках, отобранных на одновозрастных деревьях, относящихся к одному виду деревяфита (только на липах *Tilia cordata* Mill., кленах *Acer pseudoplatanus* L., яснях *Fraxinus excelsior* L. или другой повсеместно распространенной древесной породе). Последнее позволит снять вариабельность показателей, связанную с межвидовыми различиями в химическом составе древесной коры, и повысить надежность результатов биоиндикационных исследований.

Личный вклад диссертанта в подготовку рецензируемой работы очевиден и следует из:

- оригинальных материалов, положенных в основу работы и выводов, сделанных по результатам исследований;
- большого числа личных публикаций и публикаций в соавторстве;
- выступлений на многочисленных конференциях.

Автореферат диссертации отражает основное содержание работы, которая полностью соответствует заявленной специальности. Выводы (всего 7: с. 142-143) отвечают поставленным в работе задачам и подтверждены результатами

собственных исследований, отличаются оригинальностью, теоретической и практической значимостью.

Завершая рассмотрение содержания исследования, необходимо подчеркнуть, что диссертационная работа является самостоятельным оригинальным исследованием. Основные выводы и рекомендации диссертации представляются правомерными. Положения, выдвинутые на защиту, в необходимой мере обоснованы, содержат элементы научной новизны. Замечания, отмеченные в отзыве, не ставят под сомнение главные научные результаты диссертационной работы.

Диссертация Пунгина Артема Викторовича на тему «Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда методом лихеноиндикации» является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 г.), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле).

Отзыв ведущей организации на диссертацию Пунгина Артема Викторовича подготовлен д.г.н., профессором СПбГУ М. Г. Опекуновой.

Профессор кафедры геоэкологии
и природопользования
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
доктор географических наук, профессор

Amst

Марина Германовна Опекунова

Отзыв рассмотрен и обсужден на заседании кафедры геоэкологии и природопользования ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» 25 декабря 2018 г., протокол № 10 и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

И.о. зав. кафедрой геоэкологии
и природопользования
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»
кандидат географических наук, доцент

J. gk

Ирина Викторовна Федорова

25.12.2018

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
199034 г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7, тел.: +7 (812) 328-20-00; Е-
mail: spbu@spbu.ru
Сайт: <https://spbu.ru/contacts/>

Личную подпись руки

М.Г. Ошумовский; ЧВ



Рег. специалист по кадрам / МАГИСТРАНТ /