

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертационную работу Пунгина Артема Викторовича**  
**«Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города**  
**Калининграда методом лихеноиндикации», представленную на**  
**соискание ученой степени кандидата географических наук по**  
**специальности 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)**

Геоэкологические проблемы могут иметь или глобальный или универсальный характер. Первые охватывают всю Землю или, по крайней мере, имеют размеры, соизмеримые с океанами или континентами. Вторые многократно повторяются во многих точках или небольших территориях мира. Загрязнение воздуха – пример проблемы универсальной, встречающейся как чрезвычайная серьезная локальная задача во многих местах земного шара.

Фоновое загрязнение воздуха встречается, по сути, повсеместно. Оно связано с наличием поллютантов, отличающихся относительно продолжительным временем жизни в атмосфере. К ним относятся парниковые газы, оксиды азота и серы и некоторые другие вещества. Рост их концентрации в атмосфере свидетельствует о том, что естественный экологический баланс нарушен, и природная поглотительная емкость атмосферы исчерпана. Традиционно для эколого-токсилогической оценки применяют химико-аналитические методы. Они дают как бы моментальный «снимок картины» загрязненности определенных объектов (воды, воздуха, почвы). В то время как приборы определяют лишь те вещества, для которых они предназначены, не реагируя на другие концентрации, которых в воде или воздухе ниже предела обнаружения, биоиндикатор воспринимает все загрязняющие вещества. Очевидно, что возможности биоиндикаторов могут служить дополнением к физическим и химическим методам измерения. Но основывающаяся на использовании биоиндикаторов и включающая биоиндикацию и биотестирование, биодиагностика имеет вполне самостоятельное значение, позволяя выявлять причины или факторы изменения среды. В этом отношении достаточно убедительные результаты получены при использовании в качестве биоиндикаторов низших растений, и особенно эпифитных лишайников. Лишайники хуже, чем высшие растения защищены покровной тканью, поэтому особенно чувствительны к загрязняющим веществам. Считаю, что тема диссертации Пунгина А.В. актуальна и соответствует задачам мониторинга атмосфера воздуха города Калининграда в условиях урбозкосистем

с использованием лихеноиндикации. Актуальная информация о состоянии атмосферы города Калининграда, растительных компонентах, охватывает большой круг вопросов, рассмотренных автором в контексте геоэкологической оценки и трансформации урбоэкосистем. Выработка же необходимых решений может быть основана на глубоком знании динамики лихенофлоры, закономерностей ее восстановления, ускорения демутационных процессов в урбоэкосистемах при улучшении экологических условий.

Для решения экологических проблем города особую актуальность приобретает парадигма знаний по экологии, географии, геоэкологии, структуре и динамике растительного покрова. Все эти моменты отражены в диссертации автора и находят достойное подтверждение.

Целенаправленные геоботанические геоэкологические биоиндикационные исследования, выполненные Пунгиным А.В., позволили с позиций системного подхода осветить закономерности современного состояния и распределения лихенофлоры, ее эколого-фитоценотические особенности в условиях урбосреды.

Такой подход дает возможность прогнозировать ее изменения под воздействием как природных, так и антропогенных факторов и процессов, моделировать различные сценарии и решать вопросы рационального природопользования с применением методов лихеноиндикации. Выполненные на современном уровне картографические работы с использованием приборов глобального позиционирования, послужили основой для принятия управлеченческих решений, мониторинга лихенофлоры, оценки биоразнообразия, возможных рекомендаций. И это одно из несомненных достоинств данной работы.

Структура и содержание диссертационной работы А.В. Пунгина в полной мере отвечают заявленной теме.

Следует отдать должное соискателю: он демонстрирует блестящие знания отечественной и зарубежной литературы по проблеме. Последовательно в ретроспективном ключе автором изложена история изучения лишайников в контексте биоиндикации, создание целой системы синтетических индексов. Автором сделаны существенные выводы о пригодности лишайников в качестве биоиндикаторов. Он опирается на такие свойства лихенофлоры как широкий ареал, эвритопность, оседлость, антисинантропность, индикационная пластиность видов, достаточная масса пробы, простота изъятия и учета, изученность видов и внутривидовых таксонов. Для точности учета число отобранных индикаторов должно быть минимизировано, что нашло отражение в работе Пунгина А.В. В главе 1 рассмотрены альтернативные мнения по проблеме лихеноиндикации, имеет место полемика по некоторым вопросам. Глава содержит несколько подразделов, написанных интересно грамотно с внесением

всевозможных оттенков при приведении примеров, каждый из которых детализирует проблему.

В работе отмечен богатейший опыт калининградской школы геоботаников, геоэкологов БФУ им. И. Канта, по изучению динамики растительности, представлению полного конспекта лихенофлоры, степени загрязнения урбанизированных территорий, приведены авторы и публикации, что конечно похвально.

В качестве одного из разделов главы 1 диссертации автор приводит достаточно подробные сведения о климате, почвах, растительном покрове и другом. Глава написана не только по литературным данным, она содержит неоценимый опыт собственных наблюдений, как результат многолетних стационарных и детально-маршрутных исследований. Она представляет несомненный интерес, так как демонстрирует полное представление о физико-географической целостности и дискретности района исследования. Кроме того, глава иллюстрирована картографическими материалами.

Важное место в диссертации уделено характеристике объектов и методов исследования (глава 2), что вполне объяснимо. Чрезвычайно серьезная, кропотливая работа выполнена при подготовке и последующем анализе материала, тем более что этот раздел занимает одно из центральных мест в теории и практике проведенной работы.

Для качественной геоботаники, геоэкологии, биоиндикации которые имеют место в диссертации, необходимо было выполнить целый комплекс действий, опирающихся на традиционные методы полевых и камеральных исследований, но и использовать целый ряд дополнительных критериев, что, несомненно, относится уже к авторскому решению - это серия методик специфичного свойства, особенно при оценке антропогенных воздействий. Поскольку рассмотрение биоэкологической характеристики лишайников занимает одно из важнейших мест в работе, ее изучение имеет четкую методическую основу. Совершенно справедливо замечание автора, что прогнозирование изменения флоры лишайников должно опираться на методы картографического моделирования

Сейчас уже почти нет экосистем, не испытавших на себе антропогенных воздействий, что приводит, в первую очередь к снижению видовой насыщенности и видового разнообразия фитокомпонентов. Изучение и сохранение биоразнообразия в целом, флористического и фитоценотического в частности, являются глобальными проблемами современности. Анализируя данные по составу и численности эпифитных лишайников учтены не только традиционные факторы (зональность, микроклимат), но и факторы субъективного характера, например, выбор методов. В связи с этим автор работы считает, что список видов лихенофлоры не является окончательным и в силу ряда причин, в частности, расширения территории, либо улучшения экологических условий, возможно,

его закономерное изменение. В целом на основании анализа опытного материала сделаны достоверные выводы по количеству видов (68 эпифитных лишайников) и выявлены специфические данные, связанные с антропогенной трансформацией.

Авторские исследования лихенофлоры в Калининграде позволили осуществить полный флористический анализ и расставить акценты в приоритетах семейств, родов, экобиоморф, географических элементов, экологических групп лихенофлоры в связи с потребностями в воде и их приуроченностью к особенностям воздушной и эдафической средам.

Регион неоднократно и подробно изучался многими калининградскими учеными на предмет лихенофлоры. Экоморфы рассмотрены с позиций различных классификаций, что позволило Пунгину А.В. выделить переходные группы, особенно в структуре лихенофлоры. Подобная детализация может быть построена на уникальном сочетании многолетних полевых исследований Пунгина А.В., его большом научном потенциале.

**Практическая значимость.** Использование современных приборов глобального позиционирования (GPS) и компьютерного оборудования при обработке данных позволили получить информацию на качественно новом уровне, с точной территориальной привязкой в виде разнообразных карт и баз данных. Лихеноиндикационное картирование и слежение за изменениями во флоре и структуре лишайниковых синузий на постоянных квадратах являются перспективными методами фонового мониторинга. Точное фиксирование материала позволяет оценить не только эпифитные лихеносинузии, но и оценить общую степень антропогенного влияния на изучаемые экосистемы. Результаты лихеноиндикационных исследований могут быть использованы и перспективны при закладке новых и реконструкции старых ландшафтных парков и зеленых зон города, прежде всего, из-за возможности отслеживания загрязняющих потоков в конкретных ландшафтных условиях, что необходимо для управления качеством атмосферного воздуха в пределах зон отдыха и общего состояния городской среды.

Практически значимым достижением следует отнести подробно и качественно представленные методики лихеноиндикации, которые могут послужить основой для проведения подобных исследований в городах близких по географическому положению, статусу города Калининграда. Пунгиным А.В. даны качественные рекомендации на основе лихеноиндикационных исследований, предложена система запретов и ограничений, особенно, связанная с использованием транспорта и еще раз сделан акцент на систему зеленых насаждений, их охрану, восстановление как одного из основных

факторов оптимизации качества окружающей среды. Высказанные выше положения отражают практическую и теоретическую значимость диссертацию Пунгина А.В.

Логическим завершением работы являются достаточно подробные выводы по итогам, многолетних и многоплановых исследований и с которыми можно согласиться.

Содержание автореферата вполне соответствует тексту диссертации. Под каждое защищаемое положение подведена научная база, использованы уникальные и апробированные методики, что позволило получить обоснованные выводы, отвечающие цели и задачам исследования. Тщательное зонирование городской среды на предмет состояния атмосферы внесло значительный вклад в решение проблемы экологии города.

Апробация результатов исследования путем их публичного обсуждения и обширный список публикаций (4 статьи в изданиях и перечня ВАК и 5 – в журналах, индексируемый в Scopus и Web of Science) свидетельствует о высоком качестве диссертационного исследования.

**Научная новизна** диссертационного исследования А.В. Пунгина не вызывает сомнения и заключается в том, что впервые выполнена картографическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда с применением методов лихеноиндикации. Произведен комплексный анализ влияния загрязнения воздуха эвтрофирующими соединениями на видовое разнообразие эпифитной лихенофлоры, физиологические и биохимические характеристики лишайников. Несмотря на ранее проведенные исследования заявленных объектов в плане видового разнообразия получены новые данные, выявлены и исследованы 3 новых вида лихенофлоры. В соответствии с этим автором на основании многолетних исследований существенно дополнен конспект споровых растений региона, обозначен ресурсный потенциал видов перспективных для использования в биоиндикации. Что значительно повышает научный и практический потенциал проведённого исследования, соответствует понятию новизны.

При анализе диссертации высказаны следующие замечания:

1. При описании анатомо-морфологической структуры *Parmelia sulcata* (стр. 51) не приведена классификация таллома – гетеромерный, гомеомерный?
2. Что касается экологической составляющей работы: речь идет не об отдельных особях (аутэкология), очевидно, следовало использовать такие понятия как популяция, синузия, хотя в дальнейшем по тексту встречается термин лихенобиота, что вполне оправдано.
3. Взаимодействие эпифитных лишайников с деревьями–форофитами - это тоже определенный вариант популяционных взаимодействий, что

соответствует такой структуре как консорция. В работе этот момент не отражен.

4. Рисунок 9. Матрица для определения комбинированного индекса качества воздуха LGI. Рисунок дополнен табл. 4. Использование таких субъективных понятий: низкое, очень низкое и тд. Не дает представления о том, как качественный параметр соотносится с количественным выражением. Возможно, это прием визуализации информации либо ожидается ссылка на цифровой вариант.
5. Не совсем четко прозвучало влияние автотранспортного загрязнения на состав эпифитной лихенофлоры и выявление их четкой взаимосвязи.

Отмеченные критические замечания не являются существенными и не влияют на главные теоретически и практические результаты исследования.

Диссертация Пунгина Артема Викторовича «Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда методом лихеноиндикации» представляет собой законченную научно-квалификационную работу и соответствует п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а автор его заслуживает присуждение ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36- геоэкология (Науки о Земле).

Заведующая кафедрой агропочвоведения  
и агроэкологии ФГБОУ ВО  
«Калининградский государственный  
технический университет» доктор  
биологических наук (03.00.16 –  
экология), доцент

Бедарева Ольга Михайловна.



Ольга Бедарева  
доктор философии  
декан факультета