

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Стаселько Е. А.¹, Меркулова А. В.²

¹ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», г. Элиста, Россия (358000, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: uni@kalmsu.ru)

²ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса», г. Шахты, Россия (346500, г. Шахты, ул. Шевченко, 147, e-mail: mail@sssu.ru)

Урбанизация характеризуется ростом населения городов и натиском городов на окружающую среду. Уровень загрязнения атмосферного воздуха обусловлен высокой антропогенной нагрузкой на атмосферу, связанной с эксплуатацией автотранспортных средств, объектов добывающей и перерабатывающей промышленности, электророзэнергетики, а также предприятий стройиндустрии. В статье приведены результаты мониторинга лишенобиоты г. Элисты, включающего зонирование на основе индикаторных видов и картирование по числу видов лишайников, а также сравнительный анализ городской лишенобиоты г. Элисты, в различающихся по степени загрязнения местообитаниях, в градиенте окраина – город. На основе анализа полученных характеристик разработана региональная шкала чувствительности эпифитных лишайников к загрязнению.

Ключевые слова: лишайники, загрязнения, шкала чувствительности.

ECOLOGICAL DIVISION INTO DISTRICTS FOR IMPROVEMENT OF SYSTEM OF PROTECTION OF THE PERSON IN EMERGENCY SETTLEMENT TERMS OF EMERGENCY SITUATIONS

Staselko E. A.¹, Merkulova A. V.²

¹Kalmyk State University, Russia, the Republic of Kalmykia, Elista, Pushkin Street, 11, e-mail: uni@kalmsu.ru)

²South - Russian State University of Economics and Service, Ministry of Education, Russian Federation 346500 Rostov region, Shakhty, Shevchenko street, 147, Russia), e-mail: mail@sssu.ru)

Urbanization are characterized by growth of the population of the cities and an impact of the cities on environment Level of pollution of atmospheric air it is caused by high anthropogenous load of the atmosphere, connected with operation of vehicles, objects extracting and processing industry, электророзэнергетики, and also the building industry enterprises. In article results of monitoring лишенобиоты of Elista including zoning on the basis of indicator types and mapping on number of types of lichens, and also the comparative analysis city лишенобиоты Elista, in differing on extent of pollution местообитаниях are given in a gradient the suburb city. On the basis of the analysis of the received characteristics the regional scale of sensitivity of epifitny lichens to pollution is developed.

Keywords: lichens, pollution, sensitivity scale.

Вступление человечества в постиндустриальную эпоху тесно связано с активизацией процессов урбанизации, которые характеризуются ростом населения городов и натиском городов на окружающую среду.

Уровень загрязнения окружающей среды обусловлен высокой антропогенной нагрузкой, связанной с эксплуатацией автотранспортных средств, объектов электророзэнергетики, нефте-газодобывающих предприятий [5, 6], газо-нефтепродуктового транспорта, предприятий стройиндустрии, перерабатывающей промышленности.

Сохраняющаяся нестабильная экологическая обстановка на территории Республики Калмыкия обусловлена загрязнением атмосферного воздуха, ухудшением водоснабжения,

воздействием промышленного и хозяйственного комплекса на здоровье и благополучие населения города Элисты.

Несмотря на существенный спад объемов промышленного производства и использования природных ресурсов, экологическая ситуация продолжает ухудшаться. Одним из наиболее мощных факторов воздействия на среду обитания и здоровье населения города Элисты остаются выбросы вредных веществ в атмосферу, накопление токсичных бытовых, производственных и иных отходов, ухудшение санитарно-технического состояния водопроводных сооружений и сетей, качества питьевой воды, несоблюдение требований санитарной охраны различных объектов [1].

От стационарных источников в атмосферный воздух поступает 6,486 тыс. т (5,6 %) вредных примесей, от автотранспорта – 82,507 тыс. т (94,4 %) [2].

Основная масса выбросов по городу Элисте приходится на автотранспорт. Увеличение выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников (углеводороды, оксиды углерода, азота, сернистый газ, соединения свинца и др.) обусловлено ростом количества частного транспорта, в том числе, транзитного, большая часть которого не соответствует требованиям стандартов.

Ухудшение окружающей природной среды ведет к возрастанию заболеваемости населения, которое в несколько раз превышает среднестатистические показатели по стране. Здоровье населения города Элисты является одним из основных показателей экологической обстановки, индикатором качества окружающей среды. Динамика состояния здоровья населения за последние годы имеет достаточно выраженную тенденцию к ухудшению.

На территории города Элисты проведено зонирование на основе распространения индикаторных видов лишайников и индекса атмосферной чистоты (I.A.P.).

Вначале было предпринято планомерное изучение территории исследования маршрутно-стационарным методом. За время исследования были охвачены все основные природные районы территории исследования.

Анализ распространения лишайников на территориях с разной степенью антропогенной нагрузки позволил составить региональную шкалу чувствительности индикаторных видов к загрязнению. По степени чувствительности видов к загрязнению выделено три группы лишайников: устойчивые, средне чувствительные, чувствительные [9].

Первая группа лишайников. Устойчивые виды.

Устойчивые виды лишайников произрастают на всей территории города, с включением районов, с концентрацией промышленных объектов. К устойчивым видам лишайников относятся: *Caloplaca cerina*, *C. holocarpa*, *Candelariella aurella*, *C. reflexa*, *Lecanora hagenii*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*.

Вторая группа лишайников. Средне чувствительные виды.

Средне чувствительные виды лишайников распространены в периферийных районах города. К средне чувствительным видам лишайников относятся: *Caloplaca carpinea*, *C. ferruginea*, *C. lobulata*, *Lecanora chlorina*, *Physconia distorta*, *P. enteroxantha*, *Xanthoria candelaria*, *X. polycarpa*.

Третья группа лишайников. Чувствительные виды.

Чувствительные виды лишайников встречаются только в искусственных лесопосадках за пределами города. К этой группе лишайников относятся *Caloplaca chlorine*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria fallax*.

Обобщенные границы распространения видов этих трех групп делят территорию города Элиста соответственно на три зоны загрязнения.

Зона I – умеренного загрязнения (SO_2 0,02 – 0,03 мг/кв. м.). Эта зона охватывает центральную часть города с парками, аллеями (парк Дружба, зеленые зоны школы). Здесь встречается семь видов устойчивых к загрязнению.

Зона II – слабого загрязнения «зона соревнования» (SO_2 менее 0,02 мг/ кв. м.) – частный сектор, садово-дачные посадки вокруг города. Здесь встречаются пятнадцать видов устойчивых и средне чувствительных к загрязнению.

Зона III – зона наименьшего загрязнения – искусственные лесопосадки за пределами города. Здесь отмечено восемнадцать видов устойчивых, средне чувствительных лишайников. Здесь же отмечены чувствительные к загрязнению виды лишайников.

Учитывая распространение нитрофильных видов, загрязнение города можно охарактеризовать как сложное с кислой коркой. В городе произрастают деревья в небольшом количестве (березы); с умеренно-кислой – дуб (редко), ивы, с нейтральной коркой – ясень, клен, вяз, тополь, осина и липа (редко), характер которого меняется в разных районах города. В зонах I, II в лишайниковых группировках доминируют: *Lecanora hagenii*, *Phaeophyscia orbicularis*. Здесь же распространены и другие нитрофильные виды: *Caloplaca holocarpa*, *Xanthoria parietina*, *X. polycarpa*.

Кроме зонирования по распространению видов было проведено картирование территории города на основе индекса атмосферной чистоты (I.A.P). На основе индекса чистоты были выделены также три зоны загрязнения на территории города Элиста. При этом интервальные оценки индекса были определены с учетом распространения индикаторных видов I (один – пять); II (шесть – десять); III (одиннадцать – пятнадцать).

Зона наименьшего загрязнения. Большая часть лишайников предпочитает определенные местообитания. Большинство их встречено в искусственных лесопосадках –

восемнадцать видов (100 %). По-видимому, в лесопосадках происходит определенная стабилизация условий произрастания, которые приближаются к естественным [3].

Нами исследован парк «Дружба». Доминирующие виды лишайниковых группировок здесь представлены как видами, являющимися содоминантами группировок на фоновой территории, так и видами городской среды.

Зона слабого загрязнения. Окрина города, многокилометровый пояс садово-дачных участков, действующих и заброшенных, остатки искусственных посадок. Общая площадь исследуемой территории составила около 10 км² и охватила различные местообитания: рощи, жилую застройку.

Выбор точек сбора материала был обусловлен расположением их в различных географических направлениях (север-юг, юго-восток), на разных расстояниях от города, в разнообразных ландшафтах: лесополосы, поле.

Особое внимание уделяли на «зеленые зоны», разделяющие садовые участки, где сохранились деревья и кустарники местной флоры в отличие от самих участков, где преобладают культурные виды.

На территории садово-дачных участков и их окрестностей отмечено пятнадцать видов лишайников (что составило 83,3 % от общего числа городских лишайников), которые входят в девять родов. Наиболее представлены по числу видов оказались роды *Lecanora* (восемь видов), *Xanthoria* (четыре вида). Такие роды как *Candelariella*, *Physconia* представлены двумя видами, остальные *Parmelia*, *Phaeophyscia* – по одному виду.

Найденные лишайники различаются по частоте встречаемости. Отмечены наиболее часто в садово-дачных участках виды, устойчивые к значительному антропогенному воздействию: *Caloplaca cerina*, *C. holocarpa*, *Candelariella aurella*, *C. reflexa*, *Lecanora hagenii*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*. Обычными являются *Physconia distorta*, *Xanthoria polycarpa*. При сравнении лишайников садовых участков, расположенных в черте города, с таковыми из окрестностей города прослеживается влияние городских условий, выражающихся в уменьшении видового разнообразия. Но в целом по городу суммарный видовой состав лишайников садовых участков близок к их видовому составу для загородных садоводств. Это можно объяснить одинаковым характером использования территории [4].

Число общих видов лишайников, найденных на садово-дачных участках и в примыкающих лесопосадках, составляет пятнадцать видов, т.е. 83,3 % от общего числа, которое равно восемнадцать. Таким образом, видовой состав лишайников садово-дачных массивов примерно на 60 % отличается от загородных участков, примыкающих к лесопарковой зоне, которые также испытывают значительную рекреационную нагрузку.

Результаты мониторинга показали, что лишайники садово-дачных участков города Элисты занимают разнообразные субстраты, но большая часть являются эпифитами. Видовой состав садово-дачных участков более разнообразен, чем в парках центральной части города. По видовому составу лишайников садово-дачные участки занимают промежуточное положение между центральной частью города и лесопосадками. По-видимому, видовой состав лишайников зависит от степени удаленности от города и частично отражает флору лишайников лесопарковой зоны [3].

Зона умеренного загрязнения. Высоким покрытием этой зоны обладают *Xanthoria parietina* – 6,2 %, *Physconia distorta*, *Phaeophyscia orbicularis* – 5 % являются доминантами лишайниковых группировок. Содоминант *Candelariella aurella* характеризуется покрытием – 1,05 %.

Общее число видов в лишайниковых группировках уменьшается от двух до семи видов, покрытие которых, по сравнению с зоной умеренного загрязнения, снижается.

Таким образом, в градиенте искусственные лесопосадки – город происходит смена доминантов лишайниковых группировок.

Сопоставление лихеиндикационной карты загрязнения воздуха города Элисты с данными по концентрациям загрязняющих веществ показало следующее:

- районы, относящиеся к зоне умеренного загрязнения, выделились в местах скопления промышленных предприятий города.
- на основе расчета концентраций загрязняющих веществ наиболее загрязненной также считается центральная часть города, где подавляющий вклад в загрязнение вносит автотранспорт.

Качественная индикация загрязнения, проведенная с помощью индикаторных лишайников, выявила четкие границы загрязнения промышленных центров города. На основе распространения индикаторных видов лишайников выделены зоны загрязнения на территории города Элисты, отражающие разную степень загрязнения воздуха за многолетний промежуток времени.

Загрязнение города можно охарактеризовать как сложное в связи с резким возрастанием загрязнения атмосферного воздуха основными загрязнителями воздушной среды. Однако можно выделить отдельные сады частного сектора и даже центральную часть города парк «Дружба», где отмечено скопление видов лишайников из семейства *Teloschistaceae*.

Уменьшение видового разнообразия эпифитных лишайников, уменьшение числа генеративных возрастных групп, уменьшение численности популяции происходит под влиянием сильного загрязнения воздушного бассейна города Элисты и прилегающих к нему

территорий.

Несмотря на неоднократно описанную толерантность *Xanthoria parietina* и *Physconia distorta* к загрязнению воздуха, нами отмечено, что под влиянием загрязнения воздушной среды происходит замедление развития и уменьшение талломов, количества и размеров апотециев и ранняя гибель лишайников [3].

На основе лишеноиндикационного метода районы, относящиеся к зоне сильного загрязнения, выделились в местах скопления промышленных предприятий города. Однако на основе расчета концентраций загрязняющих веществ наиболее загрязненной считается восточная часть города, где проходит центральная автомагистраль. Возможно, при расчетах по загрязняющим веществам, не были учтены максимальные нагрузки загрязнения от стационарных источников, на которые чутко реагировали лишайники.

Таким образом, при рассмотрении распределения лишайников в целом на городской территории наблюдается большое количество лишайников в лесопарках. Кроме этого обилие покрытия стволов лишайниками отмечено в дачных посадках. И, наоборот, в пределах города наблюдается обеднение лишенофлоры, связанное с атмосферным загрязнением.

По мере удаления от центра города видовое разнообразие лишайников увеличивается. Так:

- в пределах центра города встречен представитель одного вида (*Xanthoria parietina*) на отдельных деревьях;
- в парке «Дружба» – представители двух видов (дополнительно *Physconia distorta*);
- вокруг и на территории ландшафтного парка «Колонский прут» – представители трех видов (дополнительно *Tephromela atra*, *Phaeophyscia orbicularis*);
- через речку Элистинка – семь видов;
- в периферийной зоне искусственных лесопосадках отмечено восемнадцать видов.

В то же время на некоторых окраинах города лишайники не были обнаружены. Однако отдельные «островки биоразнообразия» появляются в парках. В связи с улучшением качества воздуха отмечается возвращение лишайников в район искусственных лесополос.

Наиболее пригодными для лишайников в городе являются территории, сохранившиеся как остатки дачных посадок и искусственных лесополос. В случае улучшения состояния воздушного бассейна в городе лишайники могут продвинуться в районы, расположенные ближе к центру города. Продвижение лишайников по градиенту «окраина – центр города» были зафиксированы в Лондоне и Париже уже через несколько лет после введения в действие законов, направленных на улучшение состояния воздушного бассейна [7, 8].

Таким образом, максимальное число видов в лишайниковых группировках характерно для лесопарковой зоны в окрестностях города Элисты (зона наименьшего загрязнения), где

перекрываются экологические ниши устойчивых, средне чувствительных и чувствительных к загрязнению видов. Видовое разнообразие лишайниковых группировок уменьшается от зоны наименьшего загрязнения, что отражается на их составе и структуре, изменении набора видов в лишайниковых группировках, покрытия и встречаемости видов [3].

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки России в рамках ФЦП по гранту № 14.В37.21.1247.

Список литературы

1. Городская программа экологического образования и просвещения населения г. Элисты «За чистый город» на 2004–2006 гг. – Элиста, 2004. – 24 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды Республики Калмыкия. – Элиста, 2003. – С. 5–8.
3. Закутнова В. И. Оценка воздействия атмосферного воздуха на трансплантированные слоевища лишайников Астрахани / В. И. Закутнова // Естественные науки. – Астрахань, 2004. – № 7. – С. 8–12.
4. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева. – СПб., 2003. – 156 с.
5. Меркулова А. В. Исследование и разработка специальной антиэлектростатической одежды для защиты от пониженных температур: Автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.19.04 / Меркулова Алла Владимировна; Юж.-Рос. гос. ун-т экон. и сервиса. – Шахты, 2007. – 18 с. – Библиогр.: с. 17–18.
6. Черунова И. В. Защитные свойства спецодежды в условиях нефтедобычи / И. В. Черунова, И. В. Куренова, Л. А. Осипенко, Е. А. Щеникова, С. А. Колесник // Швейная промышленность. – 2011. – № 3. – С. 14–15.
7. Hawksworth D. L. Lichen recolonization in London under conditions of rapidly falling sulphur dioxide levels, and the concept of zone skipping / D.L. Hawksworth, P.M. McManus // Bot. J. Linnean Soc. – 1989. – V. 100. – № 1. – P. 99–109.
8. Letrouit-Galinou M. A. A propos du return des lichens epiphytes dans le Jardin du Luxembourg (Paris) / M.A. Letrouit-Galinou, M.R.D. Seaward, S. Deruelle // Bull. Soc. Bot. France. – 1992. – V. 139. Letters bot. (2). – P. 115–126.
9. Zakutnova V. I. Influence of the CTTU environment on epiphytic lichens / V. I. Zakutnova // Ecologic – biological problems pool of Caspian sea: Materials VII International scientific conference (13–14 October, 2004). – Astrakhan, 2004. – P. 85–86.

Рецензенты:

Черунова Ирина Викторовна, доктор технических наук, профессор, декан технологического факультета, Минобрнауки России, ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса» (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»), г. Шахты.

Алиева Наталья Зиновьевна, доктор философских наук, доцент, заведующий кафедрой «Физика», Минобрнауки России, ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса» (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС») г. Шахты.