

УДК 502.56

С.В. Залесов, А.В. Бачурина  
(S.V. Zalesov, A.V. Bachurina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ  
АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ  
ПОВИСЛОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ  
В ГОРОДАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(USE OF THE METHOD OF FLUCTUATING ASYMMERY  
OF A LEAF BLADE OF A DROOPING BIRCH FOR ASSESSMENT  
OF THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT IN THE TOWNS  
OF THE CHELYABINSK REGION)

*Оценено состояние среды в г. Карабаш и г. Верхний Уфалей методом флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой.*

*The article provides the assessment of the state of the environment in the towns of Karabash and Verkhny Ufaley by the method of fluctuating asymmetry of a leaf blade of drooping birch.*

Экологическая ситуация в Челябинской области, где расположено большое количество металлургических предприятий, является особенно острой. В экологическом рейтинге общественной организации «Зеленый патруль» Челябинская область заняла последнее место среди регионов России [1]. Особенностью челябинской индустриализации является то, что созданные в первой половине XX века оборудование и технологии на сегодняшний день сильно устарели. По объемам произведенной продукции черной металлургии этот промышленный регион не имеет себе равных. В области также производят медь, никель, огнеупорные материалы из магнетита и др. Предприятия этой отрасли являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Неблагополучная ситуация сложилась не только в таких крупных городах, как Челябинск и Магнитогорск, но и в ряде малых городов области: Карабаш, Верхний Уфалей, Сатка и др.

Для оценки качества среды в городах Карабаш и Верхний Уфалей и на прилегающих к ним территориях в 2017–2018 годах нами были проведены исследования. Целью исследований являлось определение состояния древесной растительности в условиях длительного воздействия промышленных поллютантов АО «Карабашмедь» и ОАО «Уфалейникель» и оценка экологического состояния городов. Для достижения поставленной цели применялся метод флуктуирующей асимметрии листовой пластинки. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные различия от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например,

листьев берёзы), величину которых используют в качестве индикатора состояния среды, степени антропогенного загрязнения [2]. В соответствии с методикой сбор материала проводился после остановки роста листьев (начиная с конца июля). Каждая выборка включала в себя 100 листьев берёзы повислой (по 10 листьев с 10 растений). Для мерных признаков величина асимметрии у растений рассчитывалась, как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. На последнем этапе вычислялся интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для оценки степени выявленных отклонений от нормы, их места в общем диапазоне возможных изменений показателя была разработана балльная шкала. Диапазон между этими пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя: I – до 0,040, II – 0,040–0,044, III – 0,045–0,049, IV – 0,050–0,054, V – более 0,054.

В г. Карабаш основным источником загрязнения является АО «Карабашмедь» – одно из старейших металлургических предприятий России, история которого насчитывает более 110 лет. В процессе производства черновой меди в атмосферу поступают газообразные вещества и пыль, содержащие различные токсичные элементы и соединения, среди которых преобладают серосодержащие вещества (около 90%). В составе выбросов также присутствуют оксиды углерода, меди, цинка, свинец, мышьяк, диоксид азота, неорганическая пыль и др. [3].

В соответствии с целью исследований были подобраны участки для сбора материала, расположенные в северо-восточном направлении на расстоянии 0,8, 2,2, 8,0 и 13,0 км от источника поллютантов. Соответственно участки №1 и №2 находятся на территории Карабашского городского округа, а №3 и №4 – на землях лесного фонда Карабашского участкового лесничества. Отметим также, что участок №1 располагается в непосредственной близости к промышленной зоне АО «Карабашмедь», а участок №2 – гора, у подножия которой пролегает ул. Ленина. На этом участке отсутствует почвенный покров, а растительность представлена только берёзой повислой.

Полученные материалы свидетельствуют, что состояние окружающей среды Карабашского городского округа и его окрестностей не соответствует норме. При этом в черте города наблюдаются существенные (значительные) отклонения от нормы, так, интегральный показатель равен 0,050 и 0,053, что соответствует четырем баллам. С удалением от источника промышленных поллютантов состояние среды значительно улучшается. Интегральный показатель стабильности развития для берёзы повислой, произрастающей на расстоянии 8,0 км от АО «Карабашмедь», равен 0,046, а на расстоянии 13,0 км – 0,041. Согласно шкале он соответствует третьему и второму баллам.

В г. Верхний Уфалей на состояние окружающей среды оказывала негативное влияние многолетняя деятельность ОАО «Уфалейникель». Ежегодный объем выбросов составлял около 44 000 тонн, в состав которых входило около 40 видов вредных веществ. Несмотря на остановку производства и прекращение поступления промышленных поллютантов в атмосферу с 1 апреля 2017 года, их отрицательное влияние еще долгое время будет сказываться на состоянии прилегающих лесных насаждений [4]. Для проведения исследования отбор листьев березы повислой нами был проведен на пяти объектах, расположенных на расстоянии 1,5 км (черта города), а также на удаленных на расстояние 7,6, 16,9, 21,3 и 31,3 км в северо-восточном направлении от источника поллютантов. Материалы исследования свидетельствуют, что состояние среды в черте города (1,5 км), а также на расстоянии 7,6 км от источника промышленных поллютантов оценивается, как критическое; так, интегральный показатель асимметрии листьев превышает значения 0,054.

На объектах, удаленных на расстояние 16,9 и 21,3 км от ОАО «Уфалейникель», выявлены начальные (незначительные) отклонения от нормы развития деревьев березы. Полученный интегральный показатель асимметрии листьев березы на участке, расположенном на расстоянии 31,3 км, указывает, что эти деревья произрастают в благоприятных экологических условиях. Он равен 0,039, что соответствует первому баллу и свидетельствует об условно-нормальном состоянии.

Таким образом, можно сделать вывод, что для оценки качества среды эффективным является метод флукутирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой. В зонах действия крупных металлургических предприятий выявлена зависимость интегрального показателя асимметрии листьев березы на обследованных участках их произрастания от расстояния до источника промышленных поллютантов, имеющая линейный характер.

### *Библиографический список*

1. Экологический рейтинг регионов. URL: <http://www.greenpatrol.ru/novosti/letniy-ekologicheskiy-reyting-regionov-2018>.
2. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утв. Распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р.
3. Залесов С.В., Бачурина А.В., Бачурина С.В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь», и реакция их компонентов на проведение рубок обновления [Электронный ресурс]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6620>.

4. Залесов С.В., Бачурина А.В., Шевелина А.О. Оценка стабильности состояния берёзы на различном удалении от ОАО «Уфалейникель» // Леса России и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. Вып. № 1 (64). С. 21–27.

УДК 630.272:630.173/.174(470.51/.54)

С.В. Залесов, Е.С. Залесова,  
Н.П. Бунькова, Н.П. Клецко, М.В. Соловьёва  
(S.V. Zalesov, E.S. Zalesova,  
N.P. Bunkova, N.P. Kletsko, M.V. Solovyova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)  
Я.А. Крекова  
(J.A. Krekova)  
ОАО КазНИИЛХА  
(ОАО KazSRIF, Kazakhstan)

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ХВОЙНЫЕ ИНТРОДУЦЕНТЫ  
ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И РАСШИРЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**  
(PROMISING CONIFEROUS INTRODUCERS FOR LANDSCAPING AND  
EXPANSION OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN THE MIDDLE URALS)

*Проанализирована перспективность хвойных интродуцентов для озеленения и лесоразведения на Среднем Урале. Определены наиболее перспективные формы, сорта и виды хвойных интродуцентов, введение которых в лесохозяйственную практику позволит увеличить биологическое разнообразие рекреационных насаждений.*

*The article analyzes the prospects of coniferous introduced tree species for greening and afforestation in the middle Urals. The most promising forms, varieties and coniferous introduced tree species are defined; their introduction in the forestry management practice will help to increase biological diversity and recreational plants.*

Общеизвестно, что леса таёжной зоны характеризуются относительно бедным составом хвойных видов. Это создает сложности в формировании круглогодично действующих эстетически привлекательных объектов озеленения и обуславливает сложности в формировании ландшафтными рубками рекреационных насаждений [1-3].