

on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. Fourteenth meeting. Geneva, 29 April–10 May 2019. UNEP/CHW.14/7/Add.3.

4. Кухарчик, Т. И. Образование отходов электронного и электротехнического оборудования, потенциально содержащих полибромдифениловые эфиры, в Беларуси и проблемы их регулирования / Т.И. Кухарчик, В.Д. Чернюк // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й международной научной конференции, Минск, 23–24 мая 2019 г. / «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С. С. Позняка. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – Ч. 3. – С. 63-66.

5. WEEE plastic and brominated flame retardants. A report on WEEE plastic recycling / Priti Mahesh [et al.]. – Toxics Linc, EMPA, Schweizerische Eidgenossenschaft, World resources forum (WRF), Sustainable recycling industries, 2016. – P. 54.

## **ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ**

### **FOREST ECOSYSTEMS OF THE NATIONAL PARK «BELOVEZHSKAYA PUSHCHA» IN THE CONDITIONS OF THE MODERN ENVIRONMENTAL SITUATION**

***Е. С. Шавалда, Е. Г. Бусько***  
***E. Shavalda, E. Buśko***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
shavalda@bk.ru*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Целью данной работы является комплексное изучение современной экологической ситуации в лесных экосистемах Национального парка «Беловежская пушча». Широкое развитие промышленности, сельского хозяйства и автотранспорта привело к негативным последствиям в экосистеме Беловежской пушчи. Трансграничный перенос поллютантов с промышленных предприятий Польши и Германии, и с учетом розы ветров также вносят свой вклад к неблагоприятным последствиям техногенеза. Помимо техногенного воздействия на лесные экосистемы воздействует фактор резкого увеличения диких копытных животных, чья деятельность снижает количество подроста с последующими экологическими последствиями. Также, важными проблемами является использование пестицидов, масштабное высыхание *Pinus sylvestris* и проведенная в БССР осушительная мелиорация.

The aim of this work is a comprehensive study of the current environmental situation in forest ecosystems of the National Park “Belovezhskaya Pushcha”. The wide development of industry, agriculture and vehicles has led to negative consequences in the ecosystem of Belovezhskaya Pushcha. The cross-border transfer of pollutants from industrial enterprises from Poland and Germany, and taking into account the wind rose, also contribute to the adverse effects of technogenesis. In addition to the technogenic impact on forest ecosystems, the factor of a sharp increase in wild ungulates is also affected; whose activity reduces the number of undergrowth with subsequent environmental consequences. Also important problems are the use of pesticides, large-scale drying of *Pinus sylvestris* and large-scale drainage reclamation carried out in the BSSR.

*Ключевые слова:* экология, техногенез, лесная экосистема, Беловежская пушча, поллютант, пестицид, мелиорация, дикие копытные животные.

*Keywords:* ecology, technogenesis, forest ecosystem, Belovezhskaya Pushcha, pollutant, pesticide, land reclamation, wild ungulates.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-320-323>

Беловежская пушча на сегодняшний день является одним из самых крупных остатков реликтового первобытного равнинного леса, который в доисторические времена произрастал на территории Европы. Столетиями равнинный лес сокращался за счет вырубок и различных войн, но в относительно нетронutom состоянии в виде крупного массива сохранился только в Беловежском регионе на территории современной Республики Польша и Республики Беларусь и занимает площадь 1250 км<sup>2</sup> (87,36 тыс. га). Наибольшая протяженность с запада на восток составляет 55 км, а с севера на юг – 51 км. Периметр всего массива Пушчи составляет 400 км. Беловежская

пуща представляет собой Трансграничный Национальный парк, через который проходит государственная граница между Польшей и Беларусью (Рис. 1) [1].

Беловежская пуща представлена экорегионом «сарматский смешанный лес» – типичный лес для северной части Европы. Состоит он преимущественно из смешанных умеренных лесов с преобладанием дуба черешчатого (*Quercus robur*), ели обыкновенной (*Picea abies*) (на южной части количество елового древостоя снижается за счет недостатка влажности и изменения климатических условий) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) (преобладает в южных районах Беларуси) [1, 2].

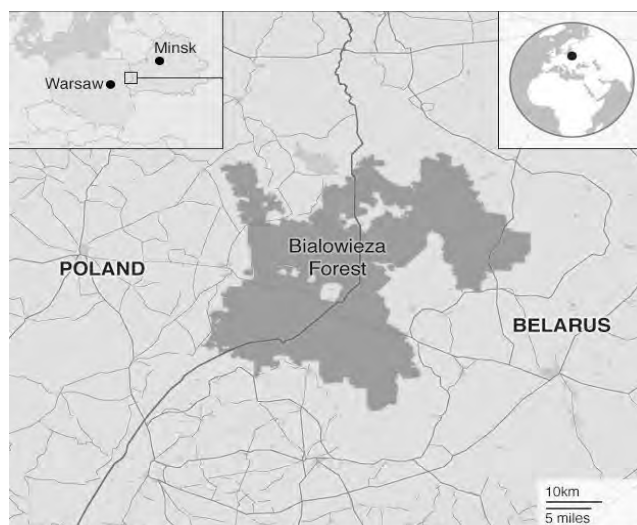


Рисунок 1 – Современная территория Беловежской пушцы с польской и белорусской сторон

Климатическая зона Евразии сыграла важную роль в географическом и генетическом развитии флоры Беловежской пушцы. В ее состав входят виды солярно-климатических зон континента, несмотря на то, что, в общем, флора Пушцы близка к флоре умеренного пояса. Современное развитие флоры связано с проникновением на территорию неморальных и бореальных видов. Основное ядро составляют виды северной части умеренной зоны с евроазиатскими и европейскими типами ареалов, но в современных экологических условиях, в основном из-за антропогенных факторов (осушение болот и заболоченных территорий, создание искусственных водоемов, развитие сельского хозяйства на ранее не использованных территориях, вырубка леса, строительство автомагистралей и др.). Пушце присущи различные изменения: возрастает число инвазивных и адвентивных видов растений, и формируется синантропная флора; исчезают аборигенные виды; сокращаются локальные места распространения и уменьшается численность специализированных по отношению к определенным условиям произрастания видов растительности; массовое развитие апофитизма [2, 4].

Современное развитие промышленности, сельского хозяйства, рост транспорта и городов в Республики Беларусь за последние десятилетия вызвали ухудшение экологической ситуации, прежде всего из-за выбросов огромного количества поллютантов в окружающую среду. Особое внимание направлено на загрязнение атмосферы автотранспортом и стационарными источниками эмиссий, немаловажная роль в техногенезе принадлежит и трансграничному переносу поллютантов, особенно с западных стран (Германия и Польша) [3, 5].

Территория Беловежской пушцы, как и вся территория Беларуси, подвергается осаждению различных токсических химических элементов и их соединений, однако, в большинстве своем, их концентрация не превышает ПДК, кроме некоторых локальных очагов. Оценка наличия и концентрации элементов чаще всего проводится с помощью стационарных аналитических технологий или путем биоиндикации (научно-исследовательские методы) [2, 3].

Таким образом, с помощью, например, лишеноиндикации ранее проводилась оценка загрязнения территории Беловежской пушцы. Было обнаружено, что концентрация таких элементов, как Pb, Cd, Ni, Cu и Zn не выходит за пределы фонового уровня, как на белорусской, так и на польской территориях Пушцы. Однако амплитуда колебания фоновых значений для каждого из указанных элементов довольно значительна в пределах белорусской территории, и такие аномальные значения были обнаружены чаще всего в одних и тех же районах (северная окраина Национального парка, в северо-восточной, юго-западной и южной частях Пушцы). На польской территории Пушцы колебания концентрации Pb, Cd, Ni, Cu и Zn в большинстве случаев отмечаются у нижних пределов фона [1, 2].

Для таких элементов, как Sr (стабильные изотопы), Mn, Co, Mo выявлены различные по площади аномалии, где содержание указанных металлов выше фонового уровня. Зоны с аномалиями Sr расположены примерно в тех же районах белорусской территории, где наблюдалось относительно повышенное содержание Pb, Cd, Ni, Cu и Zn, не выходящее, однако, за пределы фона. На польской территории Пушцы сравнительно небольшой по площади очаг аномалии Sr установлен на востоке (район поселка Беловежа). Особенно значительная аномалия, причем на большей части всей территории Пушцы характерна для Mn, как элемента с наиболее сильным деструктивным воздействием на лесные экосистемы, что приводит к снижению биологического разнообразия. Наиболее выраженная аномалия выявлена у северной границы (в 5 раз выше верхнего предела

фона). По Со установлены 2 очага аномалий в юго-западной и южной частях лесного массива белорусской части Пущи, по Мо - 5 очагов аномалий. Наиболее крупный из них находится на северо-восточной окраине, где зафиксирован максимум концентрации данного элемента. В пределах белорусской территории существуют также аномальные зоны по Мо на севере, юго-западе и юге Пущи. Таким образом, наиболее загрязненной частью Беловежской пущи является ее западная и северная части, в наименьшей мере – южная. Это вызвано, главным образом, за счет трансграничного переноса поллютантов из районов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности Германии и Польши, и близким расположением населенных пунктов и небольших промышленных предприятий [2, 4].

Лесные экосистемы Беловежской пущи в настоящее время находятся под постоянным комплексным техногенным воздействием, однако наличие на ее территории локальных аномальных зон Sr, Mn, Co и Mo на данный момент не несет угрожающего характера для лесных экосистем, но для предотвращения увеличения концентрации данных и других химических элементов требуется совершенствование пылегазоулавливающих технологий в промышленности, использование наиболее рациональных методов переработки минерального сырья и углеводородов и использование экологически чистых источников энергии [1, 2].

Помимо техногенного воздействия на лесные экосистемы Беловежской пущи, существует и такой специфический неблагоприятный фактор как резкое увеличение численности диких копытных животных благодаря ранее проведенным биотехническим мероприятиям в связи с угрозой исчезновения некоторых видов. Дикие копытные в настоящее время почти полностью уничтожают подрост многих древесных пород и сильно повреждают живой напочвенный покров, что препятствует нормальному естественному возобновлению и развитию древесных и травянистых растений. Благодаря всему этому подрост ели обыкновенной (*Picea abies*) остается практически нетронутым, чья дальнейшая экспансия вызывает затененность обширных территорий и закисление почв (Рис. 2). Экспансия ели обыкновенной приводит к изменению экологических условий в лесных экосистемах и приходящей сменой растительного покрова, что является основной угрозой для существования дикорастущих растений [1, 2].



Рисунок 2 – Экспансия *Picea abies* экотона из-за деятельности диких копытных животных

В условиях развивающегося сельского хозяйства существует проблема использования земель, входящих в состав природоохранных объектов, где приходится сочетать социально-хозяйственную деятельность и важность сохранения природных комплексов в ненарушенном состоянии. Главной проблемой является далеко не всегда полное соответствие сельскохозяйственной деятельности от требований сохранения биоразнообразия охраняемых природных объектов. На территории Республики Беларусь исторически появились два вида сельскохозяйственного пользования земель: инкрустированное (обработка небольших площадей сельскохозяйственных угодий среди крупных лесных массивов) и индустриальное (использование значительных площадей с хорошо развитой мелиоративной системой). Индустриальный тип землепользования преобладает, и приводит к высокой экологической нагрузке, что вызывает увеличение минерализации почвы и воды  $K$ ,  $Cl$ ,  $HCO_3^-$ , а также нитратами и фосфатами. Данная нагрузка вызывает загрязнение грунтовых вод, что содействует дальнейшему переносу химических элементов в больших – токсических концентрациях, вызывающих различные негативные последствия на лесные экосистемы и ее обитателей [3].



Еще одной важной проблемой лесных экосистем не только в Беловежской пушче, но и по всей территории Беларуси является высыхание и естественная сукцессия сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), что постепенно приводит к ее смене на ель обыкновенную (*Picea abies*), которая периодически массово усыхает из-за климатических изменений, что вызывает необходимость проведения санитарных рубок (Рис. 3). В свою очередь частые рубки (иногда даже не вполне рациональные) в сочетании с не воспроизводством сосновой формации оказывают негативное воздействие на лесную экосистему и благоприятно влияют на рост наиболее приспособленной и агрессивной растительности. Современное состояние соснового древостоя ниже удовлетворительного, что вызвано сниженной устойчивостью к факторам внешней среды, развитием грибковых фитопатологий, низкой полнотой древостоя и внедрением таких дигрессивных эдификаторов, как ель обыкновенная (*Picea abies*) и граб европейский (*Carpinus betulus*) [5].



Рисунок 3 – Массовое усыхание *Pinus sylvestris*

Следует обратить внимание на проблему широкомасштабной осушительной мелиорации прилегающих к пушче болот и заболоченных территорий. Мелиоративные работы привели к снижению уровня грунтовых вод, что отрицательно сказалось на продуктивности и устойчивости лесных экосистем. Мелиорация усилила процесс естественного распада высоковозрастных древостоев, тем самым изменив экологическую обстановку региона. Особенно пострадали высоковозрастные еловые древостои.

Уникальность лесной экосистемы Беловежской пушчи и ее особое значение во Всемирной стратегии охраны природы требует применения высокопрофессиональных научно обоснованных методов поддержания относительной не изменчивости ее природного комплекса и сохранения видового разнообразия в условиях высоких техногенных и антропогенных нагрузок: выбросов промышленных поллютантов и их трансграничного переноса; возрастания давления на окружающую среду сельского хозяйства за счет использования минеральных удобрений, пестицидов и ядохимикатов; развития мелиоративной системы; непродуманной работы по поддержанию высокой численности таких диких копытных животных, как олень, зубр, кабан, лось и косуля, приведшей к гибели подроста многих лесообразующих пород. Стоит также обратить внимание на изменяющиеся условия окружающей среды и появление на южной части Беларуси новой климатической зоны - степи. Беловежская пушча, в условиях своего географического расположения, климатических условий и учитывая розу ветров, испытывает все вышеупомянутые негативные экологические воздействия, чей эффект в будущем, вероятнее всего, возрастет.

Сохранение биоразнообразия лесов Беловежской пушчи - проблема комплексная. Для ее решения требуется подключение специалистов биологического, химического, экологического и экономического профиля, а в условиях современной нагрузки на окружающую среду и изменяющихся климатических параметрах данная проблема поддержания лесных экосистем Беловежской пушчи требует большего внимания со стороны Мирового научного сообщества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сохранение биологического разнообразия лесов Беловежской пушчи: сборник статей. – Каменюки, Минск, 1996. – 354 с.
2. Бусько, Е. Г. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси / Е. Г. Бусько, Сидорович Е. А. – Минск, 1995. – 320 с.
3. Shavalda, E.S. The use of vegetation as a tool for modern biomonitoring of the environment / E.S. Shavalda, M.S. Aliev, E.G. Buško // XIV International Scientific and Practical Conference “Actual problems of ecology 2019”, September 24-26, 2019, Grodno, Republic of Belarus. – Grodno, 2019. – P. 85-87.
4. Водопьянова, Т. П. Комплексный мониторинг экосистем на особо охраняемых природных территориях (на примере Национального парка «Беловежская пушча») / Т. П. Водопьянова // Труды БГТУ. – 2011. – Т. 1.–№ 7. – С. 114-117.
5. Rozhkov, L. N. Old-growth Pine forests of the Belovezhskaya pushcha: status and prospects for conservation / L. N. Rozhkov // Proceedings of BSTU. – 2017. – V. 1.–№ 1. – P. 14-17.