

Проведённые в ходе работы эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлен эффект прироста пшеницы озимой на 13,7 мм (9,33 %), выращенной из предварительно замоченных семян и облучённых дозой 2,7 Дж сочетанного лазерного излучения. Аналогичная доза облучения в 2,7 Дж воздушно-сухих семян вызвала увеличение длины протков от 17,1 мм (11,03 %) в первом опыте до 38,1 мм (39,42 %) во втором опыте.

2. Обнаружено влияние лазерного излучения на динамику поступления биогенных элементов. Увеличение на 37,27% содержания в фитомассе проростков железа, вероятно, стимулирует биосинтез хлорофилла и активизирует фотосинтез, как антистрессовую реакцию, что и даёт преимущество облучённым растениям на начальных этапах онтогенеза.

3. Показано, что гамма-облучение (МЭД-80,160 и 300 мР/ч) 20-дневных проростков тимфеески луговой (*Phleum pratense*), в дозах 0,07; 0,14; 0,28 Гр вызывает увеличение содержания пигментов через 1 час после облучения у опытных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батян А.Н., Кравченко В.А., Клюев А.П., Литвяк В.В., Почуцкая И.М. Стимулирующий эффект лазерного излучения на начальные этапы онтогенеза пшеницы озимой. // Экологический вестник. 2017;2(40):123–129.

2. Гаджимусиева Н.Т., Асварова Т.А., Абдулаева А.С. Эффект воздействия инфракрасного и лазерного излучения на всхожесть семян пшеницы. // Фундаментальные исследования. 2014;11(9):1939–1943.

3. Кравченко В. А. Воздействие радиации на пигментную систему растений [Электронный ресурс]: Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем: тезисы 52-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Минск, 25–30 апреля 2016 года. –Минск, 2016. С. 96–97. – Режим доступа: <https://bsuir.by/ru/>. Дата доступа 09.12. 2016.

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ В ГОРОДСКИХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ ГОРОДА МИНСКА ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF STAND OF TREES IN THE URBAN RECREATIONAL AREAS OF MINSK

**И. А. Матвеева<sup>1</sup>, Т. В. Кулеш<sup>1</sup>, А. А. Макаревич<sup>1</sup>, И. В. Пухтеева<sup>2</sup>**  
**I. Matveeva<sup>1</sup>, T. Kulesh<sup>1</sup>, A. Makarevich<sup>1</sup>, I. Puhteeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГУО «Средняя школа №64 г. Минска»  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
[andronchik2012ia@gmail.com](mailto:andronchik2012ia@gmail.com)

<sup>1</sup>SEE «Secondary school №64»  
Minsk Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU  
Minsk Republic of Belarus

В результате исследования установлено, что парк «Дружбы народов» по своему состоянию относится к паркам со средними рекреационными нагрузками. Основные виды рекреационного использования парка это прогулки, выгул собак, занятие спортом, проведение ярмарок. Парк слабо оборудован для такого использования: недостаточно мест для отдыха (скамейки, беседки и т.д.), отсутствуют контейнеры для раздельного сбора мусора. Результаты оценки состояния древостоя показывают, что ослабленный древостой располагается вдоль улицы М. Богдановича до пересечения с Орловской, а также в центральной части парка. Вдоль улицы Л. Карастояновой состояние деревьев гораздо лучше. Это объясняется возрастом деревьев и интенсивностью транспортной нагрузки. Однако на площадке, расположенной в районе разворотного кольца площади Бангалор, наблюдается отрицательная динамика.

As a result of the study, it was established that the park «Friendship of the Peoples» in its condition belongs to the parks with average recreational loads. The main types of recreational use of the park are walks, walks with dogs, sports, holding fairs. The park is poorly equipped for this use: there are not enough places to rest (benches, gazebos, etc.). There are no containers for separate collection of garbage. The results of the assessment of the condition of the stand of trees show that the weakened tree is located along the street of M. Bogdanovich before the intersection with Orlovsky, as well as in the central part of the park. Along the street of L. Karastaynova the condition of the trees is

much better. This is due to the age of the trees and the intensity of the transport load. However, there is a negative dynamic at the site, located in the area of the reversal ring of Bangalore Square.

*Ключевые слова:* рекреационная зона, мониторинг, состояние древостоя, рекреационная нагрузка.

*Keywords:* recreational area, monitoring, tree condition, recreational load.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-1-297-300>

Зеленые насаждения выполняют очень важные функции. Самые передовые очистные сооружения далеко не на сто процентов очищают промышленные сбросы в атмосферу. Зеленые насаждения – это основное средство оздоровления воздуха городов. Парки города несут на себе и рекреационные функции. Состояние парков в городе Минске – проблема, которая требует пристального внимания. В условиях загрязнения атмосферы в крупном городе зеленые насаждения эффективно очищают воздух от вредных газов и аэрозолей, являясь существенным дополнением к технологическому способу борьбы с загрязнением воздушного бассейна города Минска.

Историческая справка говорит о том, что место, где сейчас расположен парк «Дружбы народов», имеет очень интересную историю. Сначала на этом месте располагалась часть Комаровского болота, которая позже стала Минской опытной болотной станцией. В 1854 г. для обучения специалистов по осушению болот в Горьком сельскохозяйственном институте была введена специальная дисциплина по осушению болот. Минская болотная опытная станция была открыта в 1911 г., ее директором являлся профессор-ботаник Александр Федорович Флеров. Затем ею руководил советский агрохимик Александр Трофимович Кирсанов. Станция являлась первым научным учреждением по культуре болот в России и Минской губернии. Мировая война задержала развитие станции, но все же было сделано немало. С 1924 г. станция работает над проблемами садоводства на торфяниках. Создается питомник академика Георгия Николаевича Высоцкого. Некоторые деревья из этого питомника, например, сосна Веймутова, редкая для Беларуси, сохранились до нашего времени. В 1927 г. на территории станции была создана Минская болотная метеостанция, которая просуществовала до 1969 г. В 1930 г. на базе Минской болотной станции, а также отдела осушения и культуры болот Белорусского НИИ сельского и лесного хозяйства организуется Всесоюзный научно-исследовательский институт болотного хозяйства. После войны он был восстановлен как Белорусский научно-исследовательский болотный институт и вошел в состав Академии наук БССР. В 1956 г. станция была преобразована в Минское экспериментальное хозяйство (МЭХ).

Парк Дружбы народов на карте Минска появился, можно сказать, случайно. В 1970-е гг. Белорусский НИИ мелиорации и водного хозяйства предложил реорганизовать территорию Минской болотной станции.

Рассматривалось два альтернативных варианта: создание межвузовского спортивного комплекса или филиала Центрального ботанического сада Академии наук БССР. «Победил» второй вариант, но возникла проблема с финансированием работ. И после долгих дебатов было принято создать, вместо филиала ботанического сада, парк, по типу ботанического сада, что мы и имеем сегодня – парк Дружбы народов. Собрав материалы об истории этого места мы изучили карту Парка и определили тот сектор парка, который мы изучим в первую очередь.

Парк «Дружбы народов» привлек наше внимание, так как находится недалеко от нашей школы и является единственным объектом, на котором возможно наглядное наблюдение и изучение биологических процессов и явлений.

Актуальность данных исследований заключается в оценке экологического состояния этого рекреационного объекта. При этом общественный мониторинг позволяет пристальнее следить за состоянием парка, привлекать внимание заинтересованной общественности и городских властей к проблемам рекреационного объекта.

Исходя из всего вышесказанного, целью нашей исследовательской работы явилось проведение собственной оценки состояния его зеленых насаждений и древесных пород, в рамках реализации экологического общественного мониторинга состояния окружающей среды с помощью древесных насаждений города.

Для реализации целей исследования нами были поставлены и решались следующие задачи:

1. Провести оценку состояния зеленых насаждений в парке «Дружбы народов» г. Минска.
2. Изучить породный состав зеленых насаждений парка «Дружбы народов», составить общий список древесных пород, наиболее часто встречающихся в парке.
3. Определить показатели антропогенной нагрузки.

В работе были использованы следующие методы исследования: маршрутный метод исследования и методика оценки состояния древесных насаждений.

Маршрутный метод исследования был использован для оценки экологического состояния парка, установления видового состава растений и встречаемости их на исследуемой территории. Основными приемами являлись: прямое наблюдение, оценка состояния, описание и составление схем [1].

Коэффициенты состояния ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и т.д.) определили для каждого вида деревьев по формуле:

$$K_1 = \frac{\sum (b_1 \cdot n_1)}{N},$$

где  $K_1$  – коэффициент состояния отдельных видов деревьев;  $b_1$  – баллы состояния отдельных деревьев;  $n_1$  – общее число деревьев каждого балла состояния;  $N$  – общее число учтенных деревьев каждого вида [2].

Для оценки состояния древостоя леса использовали следующую градацию полученных коэффициентов [1]:

- $K < 1,5$  – здоровый древостой;
- $K = 1,6 - 2,5$  – ослабленный древостой;
- $K = 2,6 - 3,5$  – сильно ослабленный лес;
- $K = 3,6 - 4,5$  – усыхающий лес;
- $K > 4,6$  – погибающий лес.

При коэффициенте от 2,0 до 2,5 состояние насаждения оценивается как угрожающее, восстановление его возможно только при снижении уровня загрязнения атмосферы и применении комплекса мероприятий по оздоровлению этих лесных насаждений.

При коэффициенте, превышающем 2,5, состояние оценивается как критическое, соответствующее началу распада лесных насаждений.

Коэффициент состояния лесного древостоя в целом ( $K$ ) определяли как среднее арифметическое коэффициентов состояния отдельных видов деревьев на пробной площадке:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_r}{R},$$

где  $K_1, K_2, \dots, K_r$  – коэффициенты состояния видов деревьев;  $R$  – число видов деревьев [2].

Экологическая оценка Парка как рекреационной территории проводилась на основе определения площади вытоптанной поверхности, а также изучения загрязнения территории мусором.

Показатели антропогенной нагрузки изучали в полевых условиях на учетном маршруте. При проведении исследования фиксировали число, время суток, погодные условия. По заданной территории был проложен маршрут длиной около 3 км. Ширина полосы для одного учетчика на маршруте составляла около 10 м (т.е. 5 метров слева и 5 метров справа от учетчика). При этом учетчики двигаются параллельно друг другу, соблюдая соответствующую дистанцию [3].

При прохождении по маршруту производится учет показателей антропогенных нагрузок и угроз природным ландшафтам, комплексам и объектам (наличие и количество кострищ, несанкционированных мест отдыха, свалок/куч мусора и участков с сильной замусоренностью, пешеходных тропинок, механическое повреждение деревьев, кустарников, палов/выжигания растительности, информационных стендов, знаков, аншлагов с информацией о статусе территории, оборудованных мест отдыха/стоянок автомобилей в границах или на прилегающей территории и т.д.) [4].

Дополнительно производится оценка состояния мест отдыха (степень уплотнения почвы, наличие растительности) с дополнительным делением на категории в зависимости от площади места отдыха:

- категория – меньше 10 м<sup>2</sup>.
- категория – больше 10 м<sup>2</sup>.

В ходе исследования был определен список древесных пород парка «Дружбы народов»: Тополь белый или тополь серебристый (*Populus alba*), Ива белая или Ива серебристая (*Sáliz álba*), Сирень (*Syrínga*), Берёза повислая (*Bétula péndula*), Дуб черешчатый (*Quércus róbur*), Клён (*Ácer*), Сосна обыкновенная (*Pínus sylvéstris*), Ель голубая или Ель колочая (*Pícea púnge*), Можжевельник (*Juníperus*), Липа (*Tília*), Вяз, или Ильм (*Úlmus*), Каштан обыкновенный (*Aésculus hippocástanum*), Осина (*Pópulus*), Ива плакучая (*Sáliz babylónica*), Клён остролиственный (*Ácer platanóides*), Слива (*Prúnus*), Лещина (*Cógylus*), Ясень (*Fráxinus*).

Результаты исследований состояния древостоя представлены в таблице 1. Из таблицы следует, что ослабленный древостой располагается вдоль улицы М. Богдановича до пересечения с улицей Орловской, а также в центральной части парка. Вдоль улицы Л. Карастояновой состояние деревьев гораздо лучше. Это объясняется возрастом деревьев и интенсивностью транспортной нагрузки. За три года мы можем наблюдать динамику к ухудшению на площадках №2 и №3.

Таблица 1 – Коэффициент состояния древостоя в парке «Дружбы народов»

№ площадки	Коэффициент состояния древостоя	
	Исследования 2017 г.	Исследования 2020 г.
(площадка №1)	$K = 1.4$ (здоровый древостой)	$K = 1.4$ (здоровый древостой)
(площадка №2)	$K = 1.6$ (ослабленный древостой)	$K = 1.59$ (ослабленный древостой)
(площадка №3)	$K = 1.96$ (ослабленный древостой)	$K = 2.39$ (ослабленный древостой) Угрожающее состояние

На площадке №3 в 2020 г. установлен коэффициент состояния древостоя  $K = 2,3$ . При коэффициенте от 2,0 до 2,5 состояние насаждения оценивается как угрожающее. Таким образом, было отмечено ухудшения состояния древостоя на этой площадке по отношению к 2017 г. ( $K = 1,96$ , ослабленный древостой).

В отношении антропогенной нагрузки на территорию нами было отмечено увеличение загрязнения, а именно замусоривания, парка в области старых парников.

Таким образом, в результате изучения экологического состояния парка «Дружбы народов» можно сделать следующие выводы:

1. Оценка динамики состояния зеленых насаждений в парке выявила ухудшение состояния древостоя на площадке №3 в 2020 г. по отношению к 2017 г.

2. При этом породный состав зеленых насаждений парка не изменился в течение всего периода наблюдения. Был составлен список древесных пород, наиболее часто встречающихся в парке.

3. При определении динамики показателей антропогенной нагрузки было установлено увеличение загрязнения в глубине парка.

В результате было установлено, что парк «Дружбы народов» по своему состоянию относится к паркам со средними рекреационными нагрузками (50 чел/га, показатель озелененности – 75–80%). Основные виды рекреационного использования – прогулки, выгул собак, занятие спортом, проведение ярмарок. Вытоптанность составила 3.2%. Парк слабо оборудован для такого использования: недостаточно мест для отдыха (скамейки, беседки и т.д.), отсутствуют контейнеры для раздельного сбора мусора. Основным видом мусора являются упаковки от фаст-фуда, окурки, пластиковые, жестяные, стеклянные бутылки. Состояние древостоя ухудшается локально на площадке возле разворотного кольца площади Бангалор.

В результате проведенного исследования был сделан вывод о том, что состояние этой рекреационной зоны нельзя считать удовлетворительным и необходимо предпринимать меры по оптимизации экологического состояния этого парка. Требуется улучшить инфраструктуру парка, установить контейнеры для раздельного сбора мусора, что защитит древесные насаждения и снизит уровень антропогенной нагрузки на биотопы. Кроме того, необходимым условием улучшения экологической обстановки на территории парка будет уменьшение транспортного потока и связанных с ним выбросов в окружающую среду, что может быть достигнуто после ввода в эксплуатацию новых станций третьей линии метрополитена. Совершенно очевидно, что нынешнее состояние этой рекреационной зоны нельзя считать удовлетворительным и необходимо предпринимать меры по оптимизации состояния этого парка. Требуется улучшить инфраструктуру парка «Дружбы народов» как рекреационного объекта, что защитит древесные насаждения и снизит уровень антропогенной нагрузки на биотопы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по индивидуальным работам для студентов 1-го курса факультета экологической медицины МГЭУ им. Сахарова (комплексная экологическая практика) / Е.Ю. Жук, О.В. Колеснева, А.В. Каморникова. Минск: МГЭУ им. Сахарова, 2006. С. 33–40.

2. Мельник, Е. Практическое руководство по методике проведения различных видов экологического мониторинга учреждениями образования, в том числе «зелеными школами» без использования сложного оборудования: практическое руководство / Е. Мельник. Минск, 2019. С. 61–63.

3. Цяпловская, А. В. Лесные ресурсы, оценка, состояние, экологические проблемы лесов и пути их решения : учебно-методическое пособие / А.В. Цяпловская, Л.А.Кривель. Минск, 2005. С. 31–52.

4. Якушев, Б. И. Эколого-географический анализ видов мохообразных в различных типах еловых лесов Беларуси / Б. И. Якушев, Ж. М. Анисова: Минск: Асвета, 2007. С.17–25.

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА КЕРАТИНАЗЫ STUDYING THE POSSIBILITY OF CREATING A BACTERIAL KERATINASE-PRODUCING STRAIN

*Дж. А. Миронова<sup>1</sup>, М. А. Чиндарева<sup>2</sup>, А. И. Зинченко<sup>1,2</sup>  
J. Mironova<sup>1</sup>, M. Chindareva<sup>2</sup>, A. Zinchenko<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
dzhesikamironova29@mail.ru

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь  
zinch@mbio.bas-net.by

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute of Microbiology, NAS, Minsk, Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Среди всех существующих методов разложения кератина наиболее перспективным является ферментативный гидролиз с применением рекомбинантных сверхпродукторов, в частности *Bacillus licheniformis*, где преимущество заключается в простоте, низкой стоимости и большом выходе целевого продукта. Кератиназы, специфично гидролизующие кератиноподобные белки, отличаются устойчивостью к деградации обычными протеолитическими ферментами, и гораздо в меньшей степени – в отношении комплекса щелочных