

# **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

---

УДК 502.5(476.5-21)+712(476.5-21)

О. С. АНТИПОВА, М. Г. РАПИНЧУК

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ПОЛОЦКА)**

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
antipova11olga@gmail.com, marinarapinchuk28@gmail.com*

*В статье приведены основные подходы к анализу структуры и состояния ландшафтно-рекреационных территорий города, описана авторская методика геоэкологической оценки ландшафтно-рекреационных территорий Полоцка.*

Современный облик урбанизированных территорий Беларуси сформировался в результате производственной и другой ландшафтопреобразующей деятельности множества поколений. Для большинства городов Беларуси, в особенности крупных, характерной особенностью является концентрация промышленного производства и разнообразных источников загрязнения окружающей среды, а также высокая плотность населения, что обуславливает наличие определенных экологических проблем. Однако, несмотря на высокую степень антропогенной трансформации территории, в пределах городов сохраняются элементы природной основы, которым отведена важная роль в поддержании экологического равновесия. Ландшафтно-рекреационные территории (ЛРТ) полифункциональны и чем большее число функций они выполняют, тем более значительна их роль в городской среде. Наиболее значимыми являются средообразующая, рекреационная, средозащитная функции.

Объектом данного исследования выступают ЛРТ города Полоцка, которые можно разделить на озелененные территории и водные объекты. Отметим, что в работе внимание акцентировано на существующие благоустроенные озелененные территории общего пользования (ОТОП) г. Полоцка, а также крупнейшие водные артерии города – реки Западная Двина и Полота. Предметом исследования является современная структура и состояние ЛРТ г. Полоцка как природная основа для поддержания экологического равновесия и оптимальных условий жизнедеятельности населения города.

Учитывая многогранность проблемы, при проведении оценки ЛРТ проанализировать все факторы не представляется возможным. В результате анализа существующих научных работ в данной области, нормативно-правовых актов и собственных исследований, были определены методические подходы к геоэкологической оценке ЛРТ г. Полоцка. Алгоритм данной оценки включает в себя следующие этапы: подготовительный, сбора информации и первичного анализа существующих условий, оценочно-оптимизационный.

Для оценки ЛРТ преимущественно используют такие показатели, как уровень озеленённости функциональных зон, обеспеченность населения ЛРТ, соотношение элементов озеленения, уровень благоустройства и загрязнения территорий и т.д. Часть показателей регламентируется нормативными правовыми актами.

Разработанная методика геоэкологической оценки ЛРТ учитывает природные и градостроительные особенности г. Полоцка, и базируется на расчете 14 показателей:

**для благоустроенных ОТОП:**

- плотность посадки деревьев, шт/га;
- плотность посадки кустарников, шт/га;
- асимметрия кроны;
- индекс состояния древостоя, %;
- индекс чистоты атмосферы, отн. ед.;
- наличие водных объектов, примыкающих к ЛРТ;
- общий уровень благоустройства, отн. ед.;

**для водных объектов:**

- наличие разрешенных для купания мест;
- концентрация взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>;
- содержание растворенного кислорода, мг/дм<sup>3</sup>;
- биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), мг/дм<sup>3</sup>;
- водородный показатель (рН);
- концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>;
- концентрация цинка, мг/дм<sup>3</sup>;
- концентрация нефтепродуктов, мг/дм<sup>3</sup>.

Важность показателей *плотности посадки деревьев и кустарников* определяется их значительным влиянием на создание устойчивых, высокодекоративных и долговечных насаждений, способных осуществлять свое функциональное назначение. Данные показатели определяются [1] и неодинаковы для различных типов объектов озеленения. Так, норма посадки деревьев в общегородских и районных парках должна составлять 120 – 170 деревьев на 1 га озеленяемой территории, а кустарников – 840 – 1190. Для скверов рассматриваемые показатели равны 100 – 130 шт. и 1000 – 1300 шт. соответственно. При данных значениях рассматриваемых показателей состояние ОТОП считается благоприятным.

На декоративность зеленых насаждений влияет не только плотность их посадки, но и *форма кроны*. Наиболее декоративный вид имеют те экземпляры деревьев, форма которых является радиально-симметричной. Однако на практике такой эффект наблюдается не всегда. Прежде всего, он зависит от степени конкуренции за свет. Реакция деревьев на конкуренцию заключается в ингибировании роста ветвей, оказавшихся в условиях низкой освещенности, что может в конечном итоге приводить к их отмиранию, и в одновременной интенсификации роста ветвей в условиях хорошей освещенности. Деревья адаптируются к конкуренции со стороны соседей за счет асимметричного горизонтального роста кроны в сторону наименьшего конкурентного давления. Таким образом, локальные взаимодействия между особями в значительной степени формируют облик растительных сообществ [5]. Для описания степени асимметрии кроны целесообразно использовать соответствующий коэффициент. Если на рассматриваемой ОТОП наблюдается слабая и очень слабая асимметрия кроны (таблица 1), её следует считать благоприятной; умеренная – средней; значительной или чрезвычайной – наименее благоприятной.

**Таблица 1 – Общая степень асимметрии кроны деревьев [5]**

| Степень асимметрии кроны | Количество деревьев с величиной асимметрии |              |               |            |
|--------------------------|--------------------------------------------|--------------|---------------|------------|
|                          | низкая                                     | средненизкая | средневысокая | высокая    |
| Очень слабая и слабая    | до 20                                      | от 5 до 15   | до 5          | до 5       |
| Умеренная                | от 5 до 10                                 | до 15        | от 5 до 10    | до 5       |
| Значительная             | до 5                                       | от 5 до 10   | до 15         | от 5 до 10 |
| Чрезвычайная             | до 5                                       | до 5         | от 5 до 15    | до 20      |

Состояние древесных насаждений целесообразно описать при помощи *индекса состояния древостоя* (ИСД), учитывающего количество деревьев по категориям их состояния [3]:

$$L_n = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4) / N, \quad (1)$$

где  $L_n$  – индекс жизненного состояния древостоя;  $n_1$  – количество здоровых деревьев;  $n_2$  – ослабленных;  $n_3$  – сильно ослабленных;  $n_4$  – отмирающих (усыхающих);  $N$  – общее количество деревьев (включая сухостой).

В Беларуси используется 6-балльная шкала категорий состояния лиственных и хвойных пород, однако деревья 5 и 6 категорий (свежий и старый сухостой соответственно) в городах не встречаются. К первому классу относятся здоровые деревья без признаков ослаблений; ко 2-ому – ослабленные; к 3-ему – сильно ослабленные; к 4-ому – усыхающие [4]. В данной методике шкала была модифицирована следующим образом: при значении ИСД 100 – 90 % состояние древостоя следует считать благоприятным (т.е. древостой здоровый); если рассматриваемый показатель равен 89-80% – средним (древостой здоровый с признаками ослабления); при значении индекса менее 80% – неблагоприятным (древостой ослабленный и поврежденный).

На уровень благоприятности ЛРТ для целей рекреации влияет и степень загрязнения атмосферного воздуха. Для её оценки выбран метод лишеноиндикации, т.к. лишайники чрезвычайно чувствительны к изменениям характера и состава субстрата, на котором они растут, а также микроклиматических условий и состава воздуха. Наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники, т.е. лишайники, растущие на коре деревьев. Изучение данных видов выявило ряд общих закономерностей: чем больше индустриализирован город, чем более загрязнен воздух, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев. Наиболее простым, но не менее информативным лишеноиндикационным исследованием является вычисление *индекса чистоты атмосферы* (IAQ) по следующей формуле [2]:

$$IAQ = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i C_i}{10}, \quad (2)$$

где  $IAQ$  – индекс чистоты атмосферы;  $Q_i$  – экологический индекс определенного  $i$ -того вида (или индекс ассоциированности);  $C_i$  – проективное покрытие  $i$ -того вида в баллах;  $n$  – количество видов.

Экологический индекс  $Q$  характеризует количество видов, сопутствующих данному виду на всей пробной площадке, включая сам описываемый вид. Фактически – это общее число видов, обнаруженных на данной площадке [2]. Измерение проективного покрытия лишайников производится по 1-му разу с 4-х сторон света методом палетки.

Индекс чистоты атмосферы коррелирует с концентрацией оксида серы ( $SO_2$ ) следующим образом. Если  $IAQ$  равен 0 – 24, концентрация оксида серы в воздухе равна  $0,057 \text{ мг/м}^3$ , т.е. загрязнение атмосферного воздуха высокое. При  $IAQ$ , находящимся в диапазоне от 25 до 39, загрязнение атмосферного воздуха среднее (концентрация  $SO_2$  равна  $0,0280 - 0,057 \text{ мг/м}^3$ ). Низким загрязнение считается, если  $IAQ$  равен 40 и более: тогда концентрация оксида серы равна  $0,028$  и менее  $\text{мг/м}^3$ .

ОТОП, в непосредственной близости от которых находятся водные объекты, с эстетической точки зрения являются более привлекательными для рекреации, так как они делают ландшафт более контрастным и разнообразным. Кроме того, за счет зеркальной поверхности водных рек и озер визуальное восприятие расположенных вблизи объектов природы и архитектуры удваивается, делая, таким образом, пейзаж более привлекательным. Этим объясняется необходимость включения данного параметра в геоэкологическую оценку

ЛРТ г. Полоцка. Соответственно, наиболее благоприятными будут считаться те озелененные территории, к которым примыкают какие-либо водные объекты (реки, озера), а наименее благоприятными – те ОТОП, рядом с которыми водных объектов нет. Среднюю позицию занимают ОТОП в пешей доступности от которых находятся какие-либо водные объекты (5-минутный пешеходный радиус доступности или 0,1 км).

Еще одним фактором, влияющим на привлекательность ЛРТ является уровень их *благоустройства*. Для его оценки предлагается определить наличие удобной дорожно-тропиночной сети, достаточного числа лавочек, мусорных корзин, детских площадок, затененных мест, а также наличие в пешей доступности объектов общественного питания. Для успешного выполнения рекреационных функций ОТОП количество вышеперечисленных элементов благоустройства должно быть различным в зависимости от площади ОТОП и предполагаемой рекреационной нагрузки на него. Поэтому целесообразнее оценивать данный параметр визуально, с позиции отдыхающего без использования каких-либо шкал. Если каждому из вышеперечисленных пунктов присвоить по 1 баллу, то наиболее благоприятными следует считать озелененные территории общего пользования с суммой баллов 5 – 6, средними – с суммой баллов 3 – 4, наименее благоприятными – с суммой баллов 1 – 2.

Наиболее распространенным видом отдыха на водных объектах являются *купание* и отдых на берегу, что обусловило необходимость включения соответствующего параметра в данную методику. Как ЛРТ, водные объекты следует считать наиболее благоприятными при наличии на них мест, официально разрешенных для купания; средними – если такие места присутствуют, но за пределами города, находясь при этом относительно близко к городской черте; менее благоприятными – водные объекты, в которых купание запрещено.

Для оценки состояния реки Западная Двина также были выбраны следующие показатели: *концентрация в воде взвешенных веществ, растворенного кислорода, тяжелых металлов (меди и цинка) и нефтепродуктов, биохимическое потребление кислорода (по БПК<sub>5</sub>), водородный показатель pH*. Выбор данных показателей объясняется следующими фактами [6]:

- чрезмерное содержание в воде взвешенных веществ ухудшает жизнедеятельность гидробионтов и приводит к заиливанию водных объектов. Также они влияют на глубину проникновения солнечного света;
- растворенный кислород потребляется в процессе дыхания гидробионтов и окисления органических веществ. В свою очередь, окислительные реакции являются основными источниками энергии для большинства гидробионтов;
- тяжелые металлы, наиболее распространенными из которых являются медь и цинк, обладают мутагенным и токсическим действием, а также резко снижают интенсивность биохимических процессов в водных объектах;
- входящие в состав нефтепродуктов (топлива, масел, битумов и т.д.) углеводороды оказывают токсическое воздействие на живые организмы, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы;
- биологическое потребление кислорода – это количество кислорода, затрачиваемое на биохимическое окисление органических веществ. Соответственно при помощи данного показателя можно оценить загрязнение воды легкоокисляемыми органическими веществами;
- водородный показатель *pH* характеризует концентрацию ионов водорода в воде, которая определяется соотношением концентрации угольной кислоты и ее ионов. От *pH* зависит характер развития водных растений и особенности протекания продукционных процессов.

Методические подходы к геоэкологической оценке ЛРТ г. Полоцка, описанные в данной статье, позволяют учитывать как структуру и состояние ОТОП, так и состояние водных объектов, а также их приспособленность для целей рекреации, что, безусловно, представляет значительный научный интерес и возможность практического использования результатов проведенной оценки для оптимизации ЛРТ г. Полоцка.

## Список литературы

- 1 Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства Добраўпарадкаванне тэрыторый. Азяленне. Правілы праектавання і ўстройвання : ТКП 45-3.02-69-2007 (02250). – Введ. 01.07.2008. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008. – 20 с.
- 2 Боголюбов, А.С. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации: метод. пособие / А.С. Боголюбов, М.В. Кравченко. – М. : Экосистема, 2001. – 15 с.
- 3 Кравчук, Л.А. Структурно-функциональная организация ландшафтно-рекреационного комплекса в городах Беларуси / Л.А. Кравчук. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 171 с.
- 4 Об утверждении Санитарных правил в лесах Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Министерства лесного хозяйства Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 79 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://www.pravo.by/upload/docs/op/W21631603\\_1483131600.pdf](https://www.pravo.by/upload/docs/op/W21631603_1483131600.pdf). – Дата доступа: 21.0.2021.
- 5 Шанин, В.Н. Влияние конкуренции в пологе леса на пространственную структуру древостоев и форму крон доминантов древесного яруса на примере лесов европейской части России / В.Н. Шанин [и др.] // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 1–14.
- 6 Ясовеев, М.Г. Экология урбанизированных территорий: пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Д.А. Пацыкайлик; под ред. М.Г. Ясовеева. – Минск : БГПУ, 2007. – 254 с.

O. S. ANTIPOVA, M. G. RAPINCHUK

### METHODOLOGICAL APPROACHES TO GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF LANDSCAPE AND RECREATION TERRITORIES OF THE CITY (ON THE EXAMPLE OF POLOTSK)

*The article presents the main approaches to the analysis of the structure and state of the landscape and recreational areas of the city, describes the author's method of geoecological assessment of the landscape and recreational areas of Polotsk.*

УДК 631.41

Е. А. БАТРАЧЕНКО, Н. В. ДОЛГОПОЛОВА

### ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», ФГБОУ ВО «Курская ГСХА»,  
г. Курск, Россия,  
[ostkat@yandex.ru](mailto:ostkat@yandex.ru), [dunaj-natalya@yandex.ru](mailto:dunaj-natalya@yandex.ru)

*Особенностью современного развития почвенного покрова является интенсивное антропогенное воздействие на почвообразовательный процесс. В системе взаимодействия «общество - природа» сельское хозяйство является фактором активно ее изменяющим. В почвах агроecosистем отмечается резкое усиление процессов деградации, особую тревогу вызывает водная эрозия, отрицательный баланс почвенного гумуса, вторичное засоление, осолонцевание. Стратегия рационального природопользования земельных ресурсов должна исходить из научно-обоснованных принципов, учитывающих оценку современного экологического состояния почвенного покрова. Вышеуказанное определяет необходимость систематического мониторинга состояния почвенного покрова сельскохозяйственных угодий. В статье представлены результаты исследования изменения физико-химических свойств серых лесных и черноземных почв агроландшафтов.*