

## Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-119-128>

УДК 635.92/712



### ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ЭФФЕКТА НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ С ВОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ И ВИДАМИ РОДА *SALIX*

А.А. Вергунова , О.Б. Сокольская, П.Н. Проездов, А.В. Розанов

ФБОУ ВО Вавиловский университет; 410012; г. Саратов. ул. Советская, 60. Россия

**Аннотация. Цель исследований:** установление рекреационного эффекта посадок ивовых насаждений в городском парке Вольска Саратовской области под влиянием различных водных источников. В статье представлено установление рекреационного эффекта посадок ивовых насаждений под влиянием различных водных источников в городском парке Вольска Саратовской области. Методика исследований опиралась на натурные и визуальные методы анализа среды. Использована математическая модель О.Б. Сокольской по определению рекреационного эффекта от освещения и от времени с последующим ее улучшением и насыщением данных по параметрам: структуры зеленых насаждений на берегах и вблизи водоемов, динамичности водных объектов, затенения поверхности растительными объектами (включая водную). Определено, что рекреационный эффект зависит от высоты прибрежной растительности, близости ее к воде, высоты солнца, то есть часа дня, и длительности осмотра. Выявлено, что прибрежные зеленые насаждения и их тени заметно влияют на общую аттрактивность ландшафтных объектов с водными пространствами. Установлено, что исследуемая «Зона ручьев» имеет большую затененность (в 1,5 раза), а динамичность потоков повышается на границах ручьев и пруда. «Зона пруда» обладает преимущественным рекреационным эффектом перед остальными исследуемыми территориями. Самым значимым расширенным рекреационным эффектом владеет «Зона ручьев» (1,2), что в 1,3-2,7 раз превышает РЭ других территорий. Ивовые культуры вида рода *Salix* обладают рядом преимуществ перед другими зелеными насаждениями.

**Ключевые слова:** виды рода *Salix*, озеленение, городские территории, водные источники, прибрежные территории, рекреационный эффект, аттрактивность, удельный рекреационный потенциал, степени затенения зеркала водоема, коэффициент сезонности, степень динамичности самих водных объектов

**Формат цитирования:** Вергунова А.А., Сокольская О.Б., Проездов П.Н., Розанов А.В. Оценка рекреационного эффекта на городских территориях с водными источниками и видами рода *SALIX* // Природообустройство. 2025. № 1. С. 119-128. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-119-128>

Scientific article

### ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL EFFECT IN URBAN AREAS WITH WATER SOURCES AND SPECIES OF THE GENUS *SALIX*

A.A. Vergunova , O.B. Sokolskaya, P.N. Proezdov, A.V. Rozanov

FBEI HE Vavilov University, 60, Sovetskaya St., 410012; Saratov, Russia

**Abstract.** The purpose of the research is to establish the recreational effect of willow planting in the Volsk city park of the Saratov region under the influence of various water sources. The article establishes the recreational effects of willow plantings in the Volsk city Park of the Saratov region under the influence of various water sources. The research methodology was based on full-scale and visual methods of environmental analysis. The mathematical model of O.B. Sokolskaya was used to determine the recreational effect of lighting and time, followed by its improvement and saturation of data by parameters: the structure of green spaces on the banks and near reservoirs, the dynamism of water bodies, the shading

of the surface by plant objects (including aquatic ones). It was determined that the recreational effect depends on the height of the coastal vegetation, its proximity to the water, the height of the sun (i.e., the hour of the day) and the duration of the inspection. It was revealed that coastal green spaces and their shadows significantly affect the overall attractiveness of landscape objects with water spaces. It was found that the studied "Stream Zone" has a greater shade by 1.5 times, and the dynamism of streams increases at the borders of streams and ponds. The "pond zone" has a predominant recreational effect over the rest of the studied territories. The most significant extended recreational effect is owned by the "Stream Zone" – 1.2, which is 1.3-2.7 times higher than the RE of other territories. Willow crops of the genus *Salix* have a number of advantages over other green spaces.

**Keywords:** *Salix*, landscaping, urban areas, water sources, coastal areas, recreational effect, attractiveness, specific recreational potential, degrees of shading of the reservoir mirror, seasonality coefficient, degree of dynamism of the water bodies themselves

**Format of citation:** Vergunova A.A., Sokolskaya O.B., Proezdov P.N., Rozanov A.V. Assessment of the recreational effect in urban areas with water sources and species of the genus *SALIX* // *Prirodobutroystvo*. 2025. No. 2. P. 119-128. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-119-128>

**Введение.** Рекреационный эффект является результатом функционирования рекреационной системы. Его значимость определяется изменениями психофизического состояния отдыхающих, которые можно измерить количественно. Основным источником рекреационного эффекта служит рекреационный потенциал природной и антропогенной среды, а также ее наиболее активной составляющей – рекреационных ресурсов. Психологически отдыхающих привлекает любой водный источник, где можно активно или пассивно провести время и насладиться красивыми пейзажами.

Рекреационный эффект изучался в основном учеными в области наук о Земле, туризма, географии и водных ресурсов, экологии: Веденин, 1975 [1]; Эрингис, Будрюнас, 1975 [2]; Поморов, Кантеев, 1997 [3]; Николаев, 1999 [4]; Калашникова, 2003 [5]; Дирин, 2005, 2019 [6, 7]; Гуляева, 2012 [8]; Кириллова, 2012 [9]; Красовская, 2014 [10]; Корф, 2014 [11]; Назаренко, Рубан, Заяц, 2015 [12]; Чурилова, Лопина, 2021; Андреева, 2022 [13]; Часовский, Нижникова, 2023 [14]; и др.

Тем не менее в области озеленения населенных пунктов работы по рекреационному эффекту с использованием регрессионной математической модели аттрактивности уделялось большое значение О.Б. Сокольской (2006, 2014, 2021-2023) [15, 16, 18], а также А.А. Вергуновой, П.Н. Проездова (2022) [18]. Однако эти исследования были сосредоточены на общих аспектах – таких, как время осмотра, частота появления элементов, фон среды, коэффициент отражения света зелеными насаждениями и влияние окружающей растительности и городской среды, а также сезонные характеристики. Однако ранее не учитывались эффекты тени, динамика водных объектов и структура зеленых насаждений,

которые существенно влияют на аттрактивность территории, привлекая посетителей, что является актуальным для их отдыха и активизации туристического процесса.

**Цель исследований:** установление рекреационного эффекта посадок ивовых насаждений в городском парке Вольска Саратовской области под влиянием различных водных источников.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- выявить удельный рекреационный потенциал ( $R_p$ ) для исследуемых участков;
- найти зависимость коэффициента аттрактивности от удельного рекреационного потенциала, сезонного использования и времени восприятия объектов (зон исследования);
- усовершенствовать математическую модель для рекреационного эффекта и по ней определить расширенный рекреационный эффект ( $R_{\text{Э}}$ ) со значениями параметров, управляющих им;
- установить зависимость рекреационного эффекта от структуры зеленых насаждений и степени динамичности водного объекта;
- наглядно представить связь и взаимовлияние параметров расширенного рекреационного эффекта на диаграммах.

В статье показано рекреационное воздействие зеленых насаждений в населенных пунктах Приволжской возвышенности на примере Вольского городского парка с использованием регрессионной математической модели привлекательности озелененных участков, в том числе расположенных вблизи водоемов. В связи с этим было оценено качество рекреационной среды, способствующее или потенциально способное повысить рекреационный эффект для отдыхающих. Новизна наших исследований заключается

в усовершенствованном подходе, который включает в себя математическое моделирование, оценку привлекательности ландшафтно-архитектурных объектов и определение их рекреационного воздействия с водными источниками, при помощи картографических материалов, спутниковых изображений, фотографий и видеозаписей, то есть без непосредственного посещения объекта.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на базе существующего городского парка в г. Вольске Саратовской области, который имеет водные территории: пруд, ручьи, участки с близким расположением грунтовых вод. Объекты исследований – виды рода *Salix*, высаженные нами в 2018 г., а также водные пространства, рельеф местности, визуальное окружение, существующие постройки и сооружения. Природная зона – южная лесостепь Приволжской возвышенности (рис. 1).

Нами применялись топографические и спутниковые карты этой территории. На топографической карте были отображены следующие элементы: рельеф (с использованием горизонталей, что позволяет определить динамику водных объектов), зеленые насаждения и сооружения (здесь определяется коэффициент отражения света на поверхности объекта, поскольку известны материалы сооружений и состав зеленого массива, а также падающая от них тень на поверхности), стороны света (для определения направления тени от зеленых насаждений и сооружений на поверхности).

Применялись натурные и визуальные методы анализа среды. Использована математическая модель по определению рекреационного эффекта от освещения и от времени осмотра ( $\Xi_{\text{общ}}$ ) О.Б. Сокольской (1):

$$\Xi = A \cdot \rho \cdot e^{-0,5m} \int_0^T e^{-t/(K_1+K_2)} dt, \quad (1)$$

где  $A$  – коэффициент аттрактивности;  $\rho$  – коэффициент отражения светового потока поверхностью объекта: темный фон ( $0,05 < \rho < 0,20$ ); средний фон ( $0,20 < \rho < 0,45$ ); светлый фон ( $0,5 < \rho < 0,7$ );  $m$  – частота появления элементов объекта при осмотре ( $m = 0; 1; 2$ );  $T_i$  – время осмотра объекта,  $\chi$  ( $1 < T_i < 2, i = 1, 2$ );  $K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты пропорциональности, соответствующие времени осмотра  $T_1$  и  $T_2$ , где  $T_1$  – время осмотра, связанное с естественным освещением объекта,  $\chi$ ,  $T_2$  – время осмотра, связанное с увеличением времени осмотра при искусственном освещении,  $\chi$ ,  $K_1 = 0,3$ ;  $K_2 = 0,4$ .

Нами составлена оценка качества аттрактивности (привлекательности) исследуемых участков, где вес признаков определялся в пределах 0 до 1 в соответствии с методикой О.Б. Сокольской и определены показатели веса

качества для рекреационных территорий [16]. Учитывалось, что территории с разнообразными рекреационными ресурсами – такими, как леса, озера, реки, горы и равнины, обладают высокой привлекательностью благодаря мозаичным и композиционным свойствам ландшафта. Качество водных объектов и древесной растительности, включая хвойные и смешанные леса, куртины и рощи, обогащает пейзаж, цветовую гамму и создает дополнительные возможности для отдыха, повышая привлекательность ландшафтов. Эти топологические характеристики местности важны для эстетической ценности территории, которая определяется разнообразием, контрастностью и уникальностью ее ландшафтов.

В исследованиях нами использованы методы натурного обследования, математического моделирования, оценивания и испытания.

Параметр затенения поверхности растительными объектами (включая водную)  $Z$  ( $0 < Z < 1$ ) определялся по формуле (2):

$$Z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{L_{MIN}}{L_{T_i}}, \quad (2)$$

где  $L_{T_i}$  – длина тени отдельного объекта зеленого насаждения, соответствующая текущей высоте  $g_i$  Солнца над горизонтом,  $m$  (3);  $L_{MIN}$  – минимальная длина тени при наибольшей высоте Солнца в полдень,  $m$  [190, 194, 216].

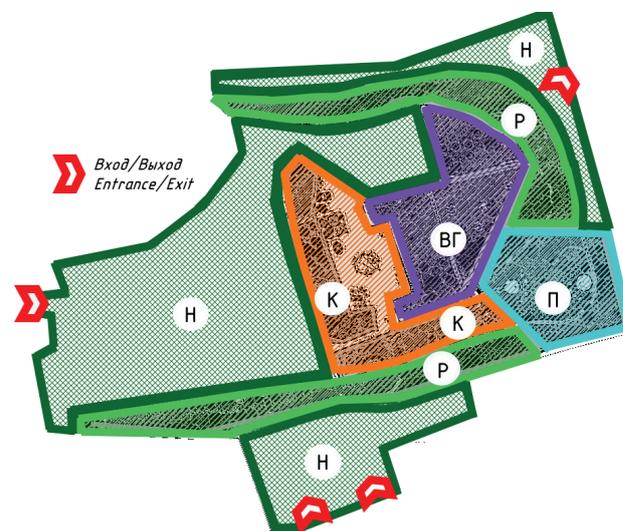


Рис. 1. Схема исследований (городской парк, г. Вольск, Саратовская обл.):  
К – зона контроля, Р – зона ручья,  
П – зона пруда, ВГ – зона грунтовых вод;  
Н – нейтральная зона, где нет водных источников и ивовых насаждений

Fig. 1. Research scheme (city park, Volsk, Saratov region)

K – control zone; P – stream zone; P – pond zone;  
VG – groundwater zone; H – neutral zone where there are no water sources. plantings (a neutral zone where there are no water sources and willow plantations)

$$L_{Ti}(g) = h/tg(g), \quad (3)$$

где  $h$  – высота объекта зеленого насаждения,  $m$ ;  $g$  – высота солнца над горизонтом, град.

Отметим, что в городском парке Вольска есть нейтральные зоны, где нет водных источников и ивовых насаждений, поэтому эти территории не входили в процесс исследования (рис. 1).

**Результаты и их обсуждение.** Нами определены весовые коэффициенты показателей качества для исследуемых участков. Сумма показателей веса качества для каждой зоны исследований составляет удельный рекреационный потенциал (Рп) (Specific recreational potential), а также зависимость коэффициента аттрактивности (А) (The coefficient of attractiveness) от удельного рекреационного потенциала, сезонного использования (Кс) (The coefficient of seasonality) и времени восприятия (Т) (Perception time) объектов (зон исследования), которые указаны в таблице.

Из данных таблицы следует, что наиболее привлекательной для рекреации территорией является «Зона ручьев» – 7,15 балла.

Рекреационный потенциал был откорректирован при помощи коэффициента сезонности (Кс) и времени пребывания на объекте (Т). Таким образом, коэффициент сезонности (Кс) был принят также для корректировки коэффициента аттрактивности (он должен быть в пределах  $0 < A \leq 1$ ). Исследуемые зоны используются или круглогодично, или в летний сезон (весна с зеленью/ лето/ до середины осени – вегетационный период), зон, эксплуатируемых только в зимний период, вообще на этом объекте нет. В данном объекте исследований две зоны имеют круглогодичное использование: К – выставка военной техники/ аттракционы/ площадка для свадебных церемоний; ВГ – прогулки/ транзит/ отдых в тени зеленых насаждений. А две зоны активно используются в летнее время: П – прогулки/ релакс/ кормление водоплавающих и рыб/ отдых у воды; Р – прогулки/ видовые перспективы/ фотозоны у воды/ водяная мельница/ водопады. Коэффициент аттрактивности – А, где учитывалась совокупность рекреационных потенциалов: удельный рекреационный потенциал (Рп), а также время восприятия в баллах (Т) (например, 1 час

Таблица. Расширенный рекреационный эффект (РЭ)\*

Table. Extended recreational effect (РЭ)\*

Рекреационный объект (Recreational object)	<sup>1</sup> РЭ	Параметры, участвующие в определении расширенного рекреационного эффекта, РЭ (Parameters involved in determining the extended recreational effect)				Параметры, участвующие в определении рекреационного эффекта, Э (Parameters involved in determining the recreational effect)		Параметры, участвующие в определении коэффициента аттрактивности, А (Parameters involved in determining the coefficient of attractiveness)		
		<sup>2</sup> Z	<sup>3</sup> Str	<sup>4</sup> Dw	<sup>5</sup> Э <sub>общ</sub>	<sup>6</sup> ρ	<sup>7</sup> A	<sup>8</sup> Кс	<sup>9</sup> Т	<sup>10</sup> Pn
Зона контроля (К) (Control area)	0,55	0,19	0,2	0,0	0,166	0,4	0,80	0,3	2,50	5,79
Зона ручьев (Р) (Stream zone)	1,2	0,5	0,3	0,15	0,250	0,5	0,91	0,2	1,40	7,15
Зона пруда (П) (Pond area)	0,93	0,30	0,1	0,30	0,230	0,5	0,86	0,2	1,30	6,02
Зона грунтовых вод (ВГ) (Groundwater zone)	0,45	0,1	0,3	0,0	0,048	0,2	0,74	0,3	0,30	3,31

\*В таблице использованы следующие обозначения: <sup>1</sup> расширенный рекреационный эффект; <sup>2</sup> параметр затенения поверхности растительными объектами (включая водную); <sup>3</sup> параметр структуры зеленых насаждений на берегах и вблизи водоемов; <sup>4</sup> параметр динамичности водных объектов; <sup>5</sup> рекреационный эффект от освещенности, от длительности осмотра с учетом А и r; <sup>6</sup> коэффициент отражения светового потока поверхностью объекта; <sup>7</sup> коэффициент аттрактивности; <sup>8</sup> коэффициент сезонности:  $Kc_1 = 0,3$  – круглогодичный;  $Kc_2 = 0,2$  – летнего сезона (весна с листьями/лето/осень до опадения листвы);  $Kc_3 = 0,1$  – зимнего сезона (поздняя осень/зима/ранняя весна). Поскольку парк используется круглогодично, Кс для зон  $Kc_1 = 0,3$ ; <sup>9</sup> время осмотра/восприятия территории; <sup>10</sup> удельный или суммарный рекреационный потенциал, зависящий от разных факторов, где расположен объект исследований.

\*Note. The following designations are used in the table: <sup>1</sup> extended recreational effect; <sup>2</sup> parameter of surface shading by plant objects (including aquatic ones); <sup>3</sup> parameter of the structure of green spaces on the banks and near reservoirs; <sup>4</sup> parameter of dynamism of water bodies; <sup>5</sup> recreational effect from lighting, from the duration of inspection taking into account A and r; <sup>6</sup> coefficient of reflection of the luminous flux by the surface of the object; <sup>7</sup> coefficient of attractiveness; <sup>8</sup> coefficient of seasonality:  $Kc_1 = 0.3$  – year-round;  $Kc_2 = 0.2$  – summer season (spring with leaves/ summer/ autumn before foliage falls;  $Kc_3 = 0.1$  – winter season (late autumn/winter/early spring). Since the park is used all year round, the Kc for zones  $Kc_1 = 0.3$ ; <sup>9</sup> time of inspection / perception of the territory; <sup>10</sup> specific or total recreational potential, depending on various factors, where the object of study is located

30 мин = 1,30 балла) в зоне рекреации и сезонный показатель ( $K_c$ ), когда наблюдалась наибольшая потребность в данных объектах рекреации.

Нами определен расширенный рекреационный эффект зеленых насаждений при помощи регрессионной математической модели аттрактивности. В этой связи оценены те качества среды, которые способствуют повышению рекреационного эффекта у посетителя, то есть помимо  $\Theta_{\text{общ}}$ , включены следующие параметры:  $Str$  – параметр структуры зеленых насаждений на берегах и вблизи водоемов ( $0 < Str < 1$ );  $Dw$  – параметр динамичности водных объектов ( $Dw = 1; 1,5; 2$ );  $Z$  – параметр затенения поверхности растительными объектами (включая водную) ( $0 < Z < 1$ ).

Таким образом, нами разработана улучшенная математическая модель для оценки рекреационного воздействия (РЭ), которая представлена в виде унифицированной формулы (4, 5):

$$РЭ = Str + Dw + Z + \Theta_{\text{общ}} \quad (4)$$

или

$$РЭ = \sum_{i=1}^K p_{\varepsilon_i}, \quad (5)$$

где  $p_{\varepsilon_1} = Str$  – параметр структуры зеленых насаждений на берегах и вблизи водоемов ( $0 < Str < 1$ );  $p_{\varepsilon_2} = Dw$  – параметр динамичности водных объектов;  $p_{\varepsilon_3} = Z$  – параметр затенения зеркала водной поверхности растительными объектами,  $p_{\varepsilon_4} = \Theta_{\text{общ}}$  – рекреационный эффект от освещения и от длительности осмотра;  $K = 4$ .

Исследования демонстрируют, что территории озеленения с высоким эстетическим и рекреационным потенциалом характеризуются наличием художественно-декоративной растительности, размещенной на живописных рельефах с водоемами (ручьями и прудами), сохраняющей различные элементы – такие, как малые архитектурные формы (МАФ) включая исторические или реконструированные объекты. Все это привлекает отдыхающих и создает комфортные условия для их пребывания на исследуемых участках.

Из данных таблицы также следует, что с учетом основных параметров расширенный рекреационный эффект больше в зоне ручьев – 1,2. Учтено, что на воде тень больше видна, чем на асфальте (плитке) и газоне, следовательно, тень на воде четче, далее идет плитка (асфальт) и только потом – газон. Например, если объект находится рядом с отражающей поверхностью, то тень может иметь отражение или оттенок от этой поверхности [16]. Они помогают придать объемность объектам и создать иллюзию их взаимодействия с окружающей средой. Формирование

тени требует учета различных факторов – таких, как источник света, форма объекта и поверхность, на которую падает тень (Щепетков Н.И. Сборник задач по архитектурной светологии. М.: АРХИ, 2011. 76 с.).

С точки зрения математики расширенный рекреационный эффект (РЭ) – это многопараметрическая функция, геометрический образ которой в многомерном пространстве параметров представлен как гиперповерхность сложной формы. На плоскость эту поверхность можно спроецировать только с использованием отдельных двумерных или трехмерных сечений.

На рисунке 2 представлена общая схема изменения площади тени, отбрасываемой прибрежными растительными объектами на водную поверхность, в зависимости от часа дня, размера водоема и высоты зеленых насаждений, которая используется для расчета расширенного рекреационного эффекта.

Аттрактивность объектов с водными пространствами и прибрежной растительностью во многом зависит от степени динамичности водного объекта  $Dw$  и структуры прибрежных зеленых насаждений  $Str$ .

Значение параметра структуры зеленых насаждений  $Str$  зависит от их структуры. Структура зеленых насаждений подразделяется на следующие виды:

- плотная, почти без просветов по всему профилю конструкция;
- ажурная конструкция, характеризующаяся мелкими и средними просветами, равномерно распределенными по всему профилю;
- продуваемая конструкция со многими крупными просветами между стволами и почти без просветов в кронах.

Для каждого типа конструкции зеленых насаждений был определен расчетным путем безразмерного параметра  $Str$ , который показывает плотность отбрасываемой тени. Например, для плотной конструкции  $Str$  равен 0,1, для ажурной – 0,2, а для продуваемой – 0,3.

Динамические свойства водных объектов ( $Dw$ ) оценивались с использованием оптических наблюдений и субъективно-статистических анализов. Эксперты определили, что ламинарное движение грунтовых вод, или «динамичность» спокойной поверхности озер и прудов, соответствует значению  $Dw$ , равному 0,1, то есть  $Dw = 0,1$ . Для переходного типа движения воды при впадении и выходе ручьев из пруда значение  $Dw$  составляет 0,3, а для турбулентного движения воды в самих ручьях на холмистой местности – 0,4.

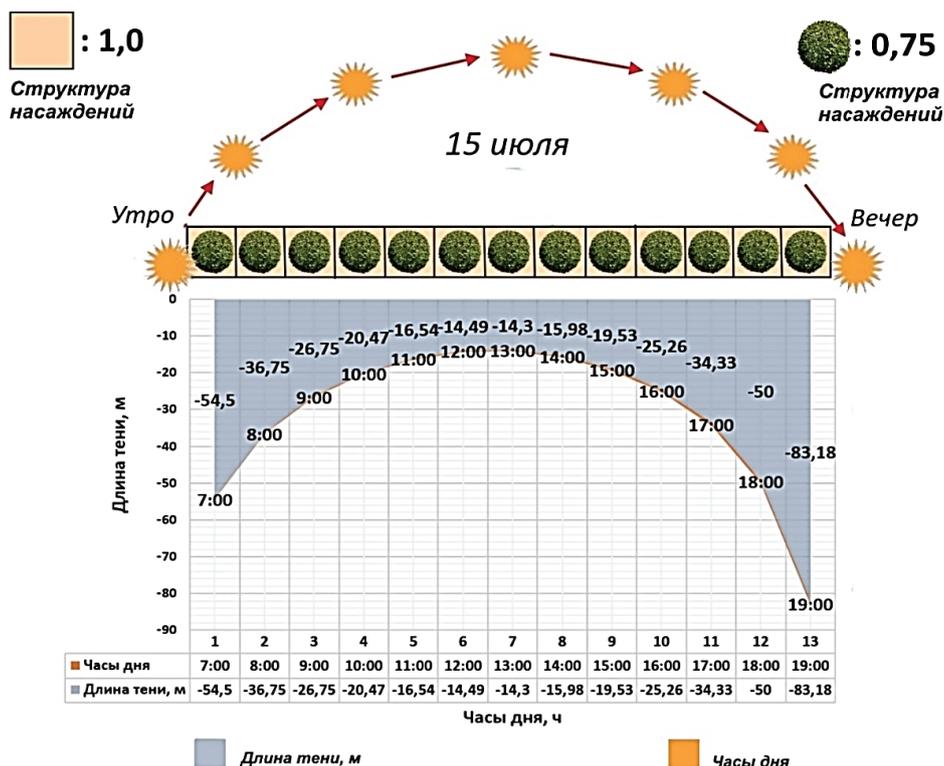


Рис. 2. Зависимости степени затенения зеркала водоема от часа дня, размера водоема и высоты зеленых насаждений

Fig. 2. Depending on the degree of shading of the reservoir mirror on the hour of the day, the size of the reservoir and the height of the green spaces

На рисунках 3-5 показаны зависимости расширенного рекреационного эффекта от структуры зеленых насаждений и степени динамичности водного объекта, рассчитанные для 8.00 утра (рис. 3), затем – для 14.00 дня (рис. 4), далее – для 20.00 часов (рис. 5).

На рисунке 4 показана зависимость рекреационного эффекта от структуры зеленых

насаждений и степени динамичности водного объекта для 14.00 дня, когда естественное освещение наиболее эффективно влияет на привлекательность при наиболее высоком положении солнца. Это обусловлено тем, что плотные тени увеличивают контрастность объектов и различимость мелких деталей на них. Кроме того, чередование теневых и светлых открытых участков

$$Z = 7,02 * Str^2 - 1,27 * Str + 0,6 * Dw + 0,026; \quad R^2 = 0,96$$

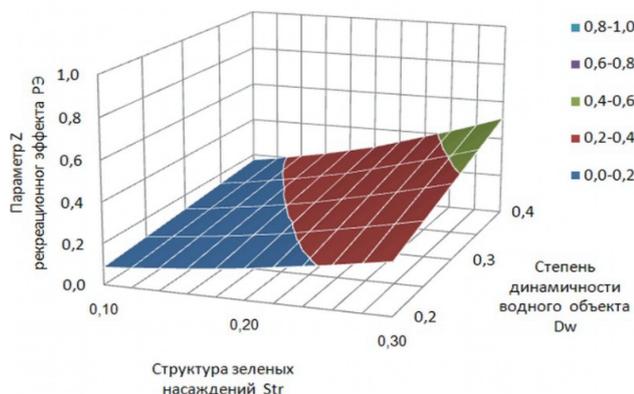


Рис. 3. Зависимость рекреационного эффекта от структуры зеленых насаждений и степени динамичности водного объекта для 8.00 утра

Fig. 3. Dependence of the recreational effect on the structure of green spaces and the degree of dynamism of the water body for 8 a.m.

$$Z = 12,87 * Str^2 - 1,97 * Str + 0,8 * Dw + 0,068; \quad R^2 = 0,97$$

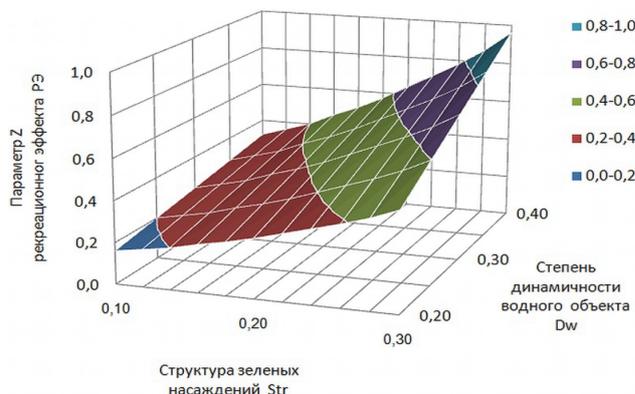


Рис. 4. Зависимость рекреационного эффекта от структуры зеленых насаждений и степени динамичности водного объекта для 14.00 дня

Fig. 4. The dependence of the recreational effect on the structure of green spaces and the degree of dynamism of the water body for 14 p.m.

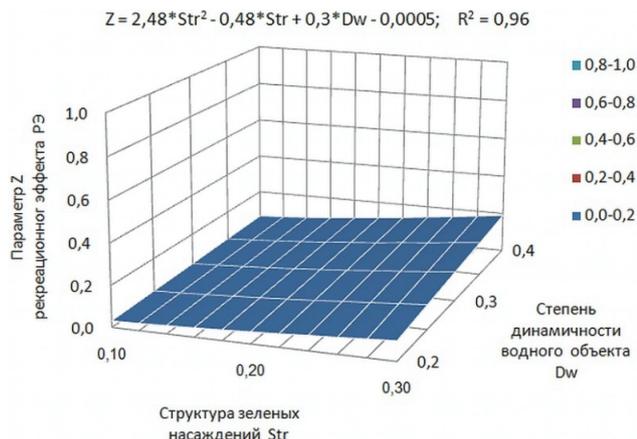


Рис. 5. Зависимость рекреационного эффекта от структуры зеленых насаждений и степени динамичности водного объекта для 20.00 часов

Fig. 5. The dependence of the recreational effect on the structure of green spaces and the degree of dynamism of the water body for 20 hours

придает ландшафту дополнительные эффекты оптического разнообразия и психологической привлекательности [15].

Таким образом, в течение светового дня период для посещения объектов ландшафтной архитектуры с водными пространствами является наиболее оптимальным. В вечернее время общая освещенность ландшафта быстро падает, контраст открытых и теневых участков заметно уменьшается, и дальнейший осмотр становится малопривлекательным, следовательно, необходима искусственная подсветка (рис. 5). Наибольших значений показатели рекреационного эффекта достигают ближе к полуденным часам. С точки зрения повышения общего рекреационного эффекта ивовые культуры обладают рядом преимуществ перед другими зелеными насаждениями. Это обусловлено тем, что их теневые участки располагаются очень близко к воде, создавая эффектную игру света и тени с элементами

и объектами отражения в водной глади, организуя тем самым яркие пейзажные картины.

С математической точки зрения расширенный рекреационный эффект РЭ представляет собой многопараметрическую функцию, геометрическим образом которой в многомерном пространстве ее параметров является гиперповерхность сложной формы. Отобразить ее на плоскости можно только с помощью отдельных двух- или трехмерных сечений. Некоторые, наиболее наглядные из них, изображены на рисунке 6 (а, б, в, г), где представлены связь и взаимовлияние параметров расширенного рекреационного эффекта.

На лепестковых диаграммах линии, соединяющие значения отдельных параметров, образуют замкнутые многоугольники, площадь которых пропорциональна величине расширенного рекреационного эффекта РЭ. Чем больше эта площадь и чем более выпуклым оказывается многоугольник, тем большее значение имеет величина рекреационного эффекта РЭ. Сопоставление диаграмм на рисунке 6 показывает, что наибольшим рекреационным эффектом обладает «Зона ручьев», на второй позиции – «Зона пруда», на третьей и четвертой позициях – «Зона контроля» и «Зона грунтовых вод» соответственно.

Чередование теневых и закрытых участков, светлых и открытых, придает эффекты разнообразия и аттрактивности (привлекательности). Несмотря на то, что тень на водоемах приглушает отражение, она подчеркивает красоту формы кроны с силуэтом, тем самым выделяя ее на фоне других зеленых насаждений включая ивовые культуры. Теневые участки должны быть рядом с водой или на самом водоеме, и не только для комфортного пребывания людей, но и для возможности разведения рыб, а также для игры света и тени с элементами и объектами отражения в водной глади, организуя яркие пейзажные картины (рис. 7).

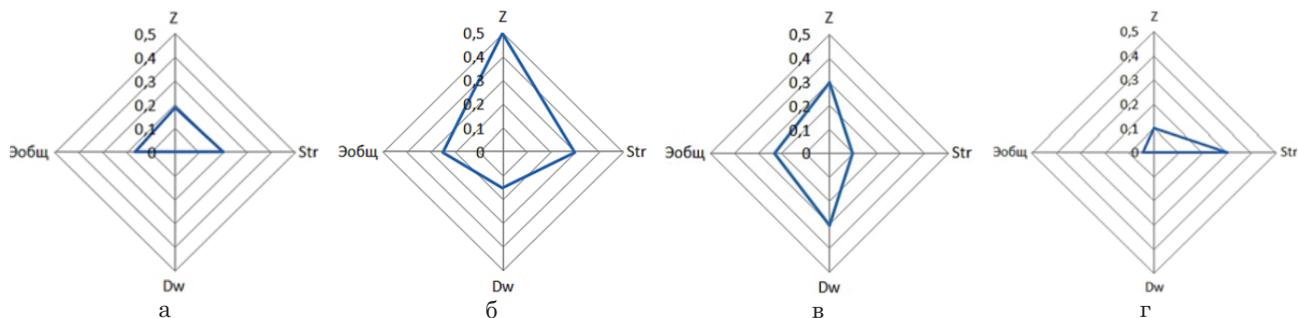


Рис. 6. Лепестковые диаграммы распределения параметров РЭ для зон:

а) контроля; б) зона ручьев; в) зона пруда; г) зона грунтовых вод  
Fig. 6. Petal diagrams of the distribution of RE parameters for zones:  
a) control, b) stream zone, c) pond zone, d) groundwater zones



Рис. 7. Аппривативность водных объектов с участием тени от зеленых насаждений  
Fig. 7. The attractiveness of water bodies with the participation of shade from green spaces

### Выводы

Таким образом, при проведении исследований выявлено, что:

1. эффект зависит от высоты прибрежной растительности, близости ее к воде, высоты солнца (то есть часа дня) и длительности прибрежные зеленые насаждения и их тени заметно влияют на общую привативность ландшафтных объектов с водными пространствами;
2. рекреационный осмотр;
3. заметное влияние на уровень привативности оказывают тип и прозрачность конструкции зеленых насаждений, а также степень динамичности самих водных объектов;
4. коэффициент привативности зависит от удельного рекреационного потенциала, времени восприятия и коэффициента сезонности, что позволяет определить наиболее ценные территории для рекреации;

### Список использованных источников

1. Веденин Ю.А. Опыт выявления и картирования ландшафтного разнообразия природных комплексов / Сборник статей. Географические проблемы организации отдыха и туризма. Вып. 2. М.: Центр. рекламно-информ. бюро «Турист», 1975, С. 39-48.
2. Эрингис К.И. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования ландшафтов / К.И. Эрингис, А.Р. Будрынас // Экология и эстетика ландшафта: (Моногр. Сборник). Вильнюс: Минтис, 1975. С. 107-159
3. Поморов С.Б. Оценка привлекательности ландшафтов / С.Б. Поморов, Д.В. Кантеев // В книге: Белокурихинская лечебно-оздоровительная местность. Барнаул: НИИ ГП, 1997. 154 с.
4. Николаев В.А. Эстетическое восприятие ландшафта // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1999. № 6. С. 10-15.
5. Калашникова О.В. Пейзажеобразующее значение элементов ландшафтной структуры / Проблемы геологии и географии Сибири: Материалы научной конференции // Вестник ТГУ, 2003. № 3. С. 90-93.
6. Дирин Д.А. Пейзажно-эстетические ресурсы горных территорий: оценка, рациональное использование и охрана (На примере Усть-Коксинского района Республики Алтай) Барнаул: АзБука, 2005. 300 с.

5. большую затененность (в 1,5 раза) имеет исследуемая «Зона ручьев», а динамичность потоков повышается на границах ручьев и пруда. «Зона пруда» обладает преимущественным рекреационным эффектом ( $\Theta_{\text{общ}}$ ) перед остальными исследуемыми территориями. Самым значимым расширенным рекреационным эффектом (РЭ) владеет «Зона ручьев» (1,2), что в 1,3-2,7 раза превышает РЭ других территорий;

6. ивовые культуры вида рода *Salix* обладают рядом преимуществ перед другими зелеными насаждениями с точки зрения повышения общего уровня психофизической привлекательности комбинированных водно-растительных ландшафтов, образуя привлекательные пейзажные картины и создавая комфортные условия.

### References

1. Vedenin Yu.A. The experience of identifying and mapping the landscape diversity of natural complexes // Geographical problems of recreation and tourism organization. M., 1975. Issue. 2. P. 39-48.
2. Eringis K.I., Budryunas A.R. The essence and methodology of a detailed ecological and aesthetic study of landscapes // Ecology and aesthetics of the landscape: (Monograph. Collection). Vilnius: Mintis, 1975. P. 107-159.
3. Pomorov S.B., Kanteev D.V. Assessment of the attractiveness of landscapes // Belokurikhinskaya health-improving area. Barnaul: Research Institute of GP, 1997. 154 p.
4. Nikolaev V.A. Aesthetic perception of the landscape // Vestn. Moscow. Univ. Ser. 5. Geogr. 1999. No. 6. P. 10-15.
5. Kalashnikova O.V. Landscape-forming significance of landscape structure elements / Problems of geology and geography of Siberia: Materials of scientific conference // Bulletin of TSU, 2003. No. 3. P. 90-93.
6. Dirin D.A. Landscape and aesthetic resources of mountain territories: assessment, rational use and protection. Barnaul: AzBuka, 2005. 260 p.
7. Dirin D.A. Methodology for assessing the recreational potential of water bodies // Geographical foundations and ecological principles of regional environmental management policy: materials of the International Scientific and Practical

7. Дирин Д.А. Методика оценки рекреационного потенциала водных объектов // Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 23-27 сент. 2019 г. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения РАН. 2019. С. 828-832.

8. Гуляева Т.С. Аппривативность ландшафтов как ключевая характеристика рекреационного потенциала территории // География и водные ресурсы. 2012. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/attractivnost-landshaf-tov-kak-klyuchevaya-harakteristika-rekreatsionnogo-potentsiala-territorii>

9. Кириллова А.В. Рельеф как фактор эстетической привлекательности ландшафта // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2012. № 2. С. 104-108.

10. Красовская Т.М. Эстетические функции ландшафтов: методические приемы оценок и сохранения // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Вып. 10, № 2. С. 51-55.

11. Корф Е.Д. Критерии оценки туристической аппривативности геологических объектов горной местности // Евразийский Союз Ученых. 2014. № 7-7. С. 149-151.

12. Назаренко О.В. Эстетическая аппривативность водных объектов (родников и водопадов) на юге России: апробация новой методики / О.В. Назаренко, Д.А. Рубан, П.П. Заяц // Географический вестник. 2015. № 3(34). С. 18-25.

13. Андреева В.Л. Оценка аппривативности ресурсов учебно-экологических троп // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). С. 94-104.

14. Часовский В.И. Содержание-анализ аппривативности туристско-рекреационных ресурсов российско-белорусского Приграничья / В.И. Часовский, А.К. Нижникова // Современные проблемы сервиса и туризма. 2023. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontent-analiz-attractivnosti-turistsko-rekreatsionnyh-resursov-rossiysko-belorusskogo-prigranichya>

15. Сокольская О.Б. Возрождение и адаптация исторических садово-парковых объектов: учебное пособие / О.Б. Сокольская, А.Н. Кузин, В.В. Степанов. Саратов: РАТА, 2009. 254 с. ISBN 978-5-91659-048-7. EDN QNOCBS.

16. Сокольская О.Б. Обоснование восстановления садово-паркового наследия России / О.Б. Сокольская. Издание второе. СПб: Издательство «Лань», 2021. 368 с. ISBN 978-5-8114-7132-4. EDN JOEPWA.

17. Сокольская О.Б. Ландшафтная архитектура. Реставрация и реконструкция объектов / О.Б. Сокольская. Изд. 3-е, СПб: Издательство «Лань», 2023. 204 с. ISBN 978-5-507-47060-0. EDN EJLRZ.

18. Вергунова А.А. Оценка аппривативности прибрежных объектов ландшафтной архитектуры Саратовской области / А.А. Вергунова, О.Б. Сокольская, П.Н. Проездов // Ландшафтная архитектура и природобустройство: от проекта до экономики – 2022: Материалы международной научно-практической конференции, Саратов, 07-08 апреля 2022 года / Под научной редакцией О.Б. Сокольской и И.Л. Воротникова. Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2022. С. 13-22. EDN HERSPG.

Conference, Irkutsk, September 23-27. 2019 Irkutsk, 2019. P. 828-832.

8. Gulyaeva T.S. Attractiveness of landscapes as a key characteristic of the recreational potential of the territory // Geography and water resources. 2012. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/attractivnost-landshaf-tov-kak-klyuchevaya-harakteristika-rekreatsionnogo-potentsiala-territorii>.

9. Kirillova A.V. Relief as a factor of aesthetic attractiveness of the landscape // Bulletin of the Udmurt University. Ser. Biology. Earth Sciences. 2012. No. 2. pp. 104-108. (In Russ.).

10. Krasovskaya T.M. Aesthetic functions of landscapes: methodological methods of assessment and conservation // Geopolitics and ecogeodynamics of regions. 2014. Issue 10, No. 2. P. 51-55.

11. Korf E.D. Criteria for assessing the tourist attractiveness of geological objects in mountainous areas // Eurasian Union of Scientists. 2014. No. 7-7. P. 149-151.

12. Nazarenko O.V., Ruban D.A., Zayats P.P. Aesthetic attractiveness of water bodies (springs and waterfalls) in the south of Russia: approbation of a new technique // Geographical Bulletin. 2015. No. 3(34). P. 18-25.

13. Andreeva V.L. Assessment of the attractiveness of educational and ecological trails resources // Trudy BSTU. Ser. 1, Forest management, nature management and reworking. renewable resources. 2022. No. 2 (258). P. 94-104.

14. Chasovsky V.I., Nizhnikova A.K. Content-analysis of the attractiveness of tourist and recreational resources of the Russian-Belarusian border area // Modern problems of service and tourism. 2023. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontent-analiz-attractivnosti-turistsko-rekreatsionnyh-resursov-rossiysko-belorusskogo-prigranichya>.

15. Sokolskaya O.B. Revival and adaptation of historical garden and park objects: a textbook / O.B. Sokolskaya, A.N. Kuzin, V.V. Stepanov; O.B. Sokolskaya, A.N. Kuzin, V.V. Stepanov. Saratov: RATA, 2009. 254 p. (Higher professional education). ISBN 978-5-91659-048-7. EDN QNOCBS.

16. Sokolskaya O.B. Justification for the restoration of the garden and park heritage of Russia / O.B. Sokolskaya. The second edition is stereotypical. St. Petersburg: Lan Publishing House, 2021. 368 p. ISBN 978-5-8114-7132-4. EDN JOEPWA.

17. Sokolskaya O.B. Landscape architecture. Restoration and reconstruction of objects / O.B. Sokolskaya. 3rd, erased.. St. Petersburg: La Publishing House, 2023. 204 p. ISBN 978-5-507-47060-0. EDN EJLRZ.

18. Vergunova A.A., Sokolskaya O.B., Proezd P.N. Assessment of the attractiveness of coastal objects of landscape architecture of the Saratov region // Landscape architecture and environmental management: from project to economy – 2022: Materials of the international scientific and practical conference, Saratov, 07-08 April 2022 / Under the scientific editorship of O.B. Sokolskaya and I.L. Vorotnikov. Saratov: LLC "Center for Social aggroinnovations of the SSAU", 2022. P. 13-22. EDN HERSPG.

### Об авторах

**Анастасия Аркадьевна Вергунова**, аспирант кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», магистр ландшафтной архитектуры; <https://orcid.org/0000-0002-0200-4721>; [aelestel@mail.ru](mailto:aelestel@mail.ru)

**Ольга Борисовна Сокольская д-р. с.-х. наук**, профессор кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»; <https://orcid.org/0000-0003-1723-1289>; [sokolskaya.olg@yandex.ru](mailto:sokolskaya.olg@yandex.ru)

**Пётр Николаевич Проездов**, д-р. с.-х. наук, профессор кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»; <https://orcid.org/0000-0001-7931-7980>; [toxa\\_19@mail.ru](mailto:toxa_19@mail.ru)

**Александр Владимирович Розанов**, канд. ф.-мат. наук, доцент кафедры «Цифровое управление процессами в АПК»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2144-4255>; [arosanov@yandex.ru](mailto:arosanov@yandex.ru)

### About the authors

**Anastasia A. Vergunova**, Postgraduate student of the department of forestry and landscape construction, master of landscape architecture; <https://orcid.org/0000-0002-0200-4721>; [aelestel@mail.ru](mailto:aelestel@mail.ru)

**Olga B. Sokolskaya**, DSc (Agro), professor of the department of forestry and landscape construction; <https://orcid.org/0000-0003-1723-1289>; [sokolskaya.olg@yandex.ru](mailto:sokolskaya.olg@yandex.ru)

**Pyotr N. Proezdov**, DSc (Agro), professor of the department of forestry and landscape construction; <https://orcid.org/0000-0001-7931-7980>; [toxa\\_19@mail.ru](mailto:toxa_19@mail.ru)

**Alexander V. Rozanov**, CSc (Phys-Math), associate professor of the department "Digital Processes Management in AIC", <https://orcid.org/0000-0002-2144-4255>; [arosanov@yandex.ru](mailto:arosanov@yandex.ru)

### Критерии авторства / Criteria of authorship

Вергунова А.А., Сокольская О.Б., Проездов П.Н., Розанов А.В. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interests

### Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 02.08.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 21.01.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 21.01.2025

Vergunova A.A., Sokolskaya O.B., Proezdov P.N., Rozanov A.V. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.