

М.В. Грибок<sup>1</sup>, Т.Ю. Горбунова<sup>2</sup>

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ГИС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

### АННОТАЦИЯ

Применение геоинформационных технологий открывает обширные возможности для исследований эстетической ценности ландшафтов. Целью данной работы является разработка концепции и описание основных функций ГИС, предназначенной для поддержки исследований эстетической ценности природных ландшафтов. Апробация функций проектируемой ГИС осуществляется на примере территории Юго-Восточного Крыма, где ранее одним из авторов проведена оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов с использованием опросных данных.

На основе результатов анализа алгоритма и этапов собственного исследования, а также анализа других отечественных и зарубежных научных работ по теме оценки эстетических свойств ландшафтов с использованием геоинформационных технологий определён набор базовых функций проектируемой ГИС. Первый блок функций предназначен для формирования информационного базиса для исследования эстетической ценности ландшафта. Второй блок включает непосредственно функции оценки эстетической ценности ландшафта. В зависимости от имеющихся данных, пользователь сможет выбрать или самостоятельно сформировать из отдельных параметров оценочную шкалу, задать способы оценки и пороговые значения по каждому параметру. В случае выбора способа оценки на основе опросных данных, система обеспечит поддержку доступа экспертов к анкете и материалам для оценки, а также сбор и анализ данных анкетирования. И, наконец, блок визуализации обеспечит функцию наглядного отображения результатов оценки эстетической ценности ландшафта, локализованных в точках или на площадях.

Разрабатываемая ГИС сможет оказывать геоинформационную поддержку на всех этапах исследования – от ввода базовых слоёв и выбора контрольных точек до визуализации результатов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эстетическая ценность, эстетическая привлекательность, ГИС, ландшафт, геоинформационная поддержка

Marina V. Gribok<sup>3</sup>, Tatiana Yu. Gorbunova<sup>4</sup>

## DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF GIS FOR RESEARCH OF THE AESTHETIC VALUE OF NATURAL LANDSCAPES

### ABSTRACT

The use of GIS technologies opens up extensive opportunities for research on the aesthetic value of landscapes. The aim of this work is to develop a concept and description of the main functions of GIS, designed to support the study of the aesthetic value of natural landscapes. Testing

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: [gribok.marina@gmail.com](mailto:gribok.marina@gmail.com)

<sup>2</sup> Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, 299011, просп. Нахимова, д. 2, 299011, Севастополь, Россия, *e-mail*: [gorbunovatyu@gmail.com](mailto:gorbunovatyu@gmail.com)

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail*: [gribok.marina@gmail.com](mailto:gribok.marina@gmail.com)

<sup>4</sup> The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, 299011, 2 Nakhimov ave., 299011, Sevastopol, Russia, *e-mail*: [gorbunovatyu@gmail.com](mailto:gorbunovatyu@gmail.com)

of functions of the projected GIS is carried out on the example of the South-Eastern Crimea, where earlier one of the authors assessed the aesthetic value of landscapes using polling data.

Based on the results of the analysis of stages and the algorithm of their own research, as well as the analysis of other domestic and foreign scientific works on the evaluation of aesthetic properties of landscapes using GIS technologies defined set of basic functions of the projected GIS. The first block of functions is designed for creation of the information basis for the study of the aesthetic value of landscapes. The second block includes functions of assessing the aesthetic value. Depending on the available data, user will be able to choose or independently form an evaluation scale from individual parameters, set evaluation methods and thresholds for each parameter. If the method of evaluation is chosen on the basis of polling data, the system will support the access of experts to the questionnaire and materials for evaluation, as well as the collection and analysis of survey data. Finally, the visualization block will provide a function of visual display of the assessment results, localized in points or in areas.

The developed GIS will be able to provide geographic information support at all stages of the study – from the input of the base layers and the selection of control points to the visualization of results.

**KEYWORDS:** aesthetic value, aesthetic appeal, GIS, landscape, GIS support

## ВВЕДЕНИЕ

Различные методы оценки эстетической привлекательности ландшафта в настоящее время активно применяются для решения разнообразных задач, связанных в основном с рекреационной деятельностью. Это может быть разработка туристических маршрутов, размещения туристской инфраструктуры, проектирование строительства объектов, нарушающих или подчёркивающих эстетическую ценность ландшафта, или другие задачи [Дирин, 2004].

Обширные возможности для исследований в данной области открывает применение геоинформационных технологий. С их помощью может осуществляться обеспечение инструментами сбора и хранения исходных данных, которые могут использоваться при оценке эстетической ценности, анализ данных с применением различных оценочных шкал и алгоритмов, а также наглядная визуализация результатов исследования.

Целью данной работы является разработка концепции и описание основных функций ГИС, предназначенной для поддержки исследований эстетической ценности природных ландшафтов на разных масштабных уровнях. Апробация функций проектируемой ГИС осуществляется на примере территории Юго-Восточного Крыма, где в 2015 году одним из авторов [Горбунова и др., 2017] проведена оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов с использованием опросных данных.

В исследованиях эстетической ценности ландшафтов выделяется два основных подхода: *объективистский*, предполагающий выявление объективных критериев эстетической привлекательности через анализ физиономических характеристик ландшафта, и *субъективистский*, при котором объектом для анализа становятся не элементы ландшафта, а эстетические предпочтения групп людей [Дирин, Попов, 2010]. Выбор подходов, способов оценки и оценочных шкал зависит от имеющихся данных на исследуемую территорию, возможностей их сбора, индивидуальных особенностей местности, задач исследования и многих других факторов.

Подходы к оценке эстетической ценности ландшафтов существенно различаются при исследованиях на разных масштабных уровнях. Как отмечают Б.И. Кочуров и Н.В. Буцацкая [2007], «существуют два основных направления при изучении эстетических ресурсов. Первый – это оценка пейзажей на ограниченной территории, в основном при маршрутном движении, где используется множество показателей, не только характеризующих свойства ландшафта, но часто включающих эмоциональную составляющую. Такая методика оценки

применима для небольших территорий, в основном полифункциональных, имеющих различный природоохранный статус, где большой упор делается на природную составляющую ландшафта. <...> Второе направление – это, по сути, инвентаризационный анализ больших территорий, которые включают в себя не только природную составляющую, но и существующую реальность преобразованного человеком ландшафта (элементы антропогенного ландшафта). Данное направление даёт возможность применить геоэкологический подход к эстетической оценке территории и планированию тех или иных видов деятельности, позволяет производить комплексную визуально-эстетическую оценку ландшафтов с учётом природных и этнокультурных особенностей территории».

На основе анализа отечественных и зарубежных работ по методике исследований эстетических свойств природных ландшафтов выявлены следующие алгоритмы оценки эстетической ценности отдельных параметров ландшафта:

1. Оценка проводится программным методом при помощи определённого алгоритма, параметрами которого являются свойства ландшафта на заданной площади или в заданной точке (например, высота, экспозиция склона, площадь обзора, залесённость и так далее).
2. Оценка проводится с привлечением опросных данных – как правило, по предоставленным респондентам фотографиям местности.
3. Оценка проводится с использованием как объективистского, так и субъективистского подхода. Они могут применяться для оценки разных параметров исследуемого ландшафта либо для контроля оценки одних и тех же параметров.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения базового набора функций проектируемой ГИС рассмотрим исследование пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма, проведённое ранее [Горбунова и др., 2017].

Оцениваемые параметры ландшафта выбраны согласно шкале, разработанной Д.А. Дириным [2004] для горных территорий, с некоторой корректировкой набора параметров в связи с особенностями исследуемой местности. Таким образом, в оценочную шкалу включены следующие 10 параметров:

1. Плотность границ между визуально различимыми урочищами в пределах ландшафтного выдела;
2. Разнообразие структурно- и вещественно-разнородных элементов;
3. Цветовая гамма;
4. Наличие и количество пейзажно-композиционных узлов;
5. Наличие и количество пейзажно-композиционных осей;
6. Наличие пейзажных кулис;
7. Глубина и разнообразие перспектив;
8. Залесённость территории;
9. Наличие водных объектов;
10. Антропогенная трансформация.

В качестве основной оцениваемой единицы выступал пейзаж – визуальная картина, открывающаяся из определённой точки местности. Для выделения оцениваемых пейзажей в пределах каждого ландшафтного контура исследуемой территории закладывались «контрольные точки». Обозреваемое из этих точек пространство соответствует оцениваемым пейзажам. Оценка, полученная для точки, распространяется на весь ландшафтный контур, в котором находится данная точка. Выбор точек основывался на оценке зоны видимости при помощи инструмента Viewshed в программе ArcGIS 10.2. Фрагмент базы данных, сформированной по результатам проведённого исследования, представлен на рис. 1.



**1. Ввод, хранение и обеспечение доступа к данным**



**2. Оценка эстетической ценности ландшафта**



**3. Визуализация результатов оценки**

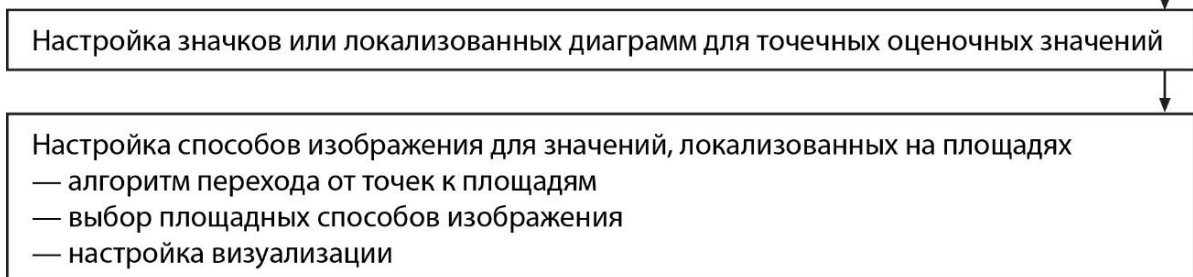


Рис. 2. Функциональная схема проектируемой ГИС для поддержки исследований эстетической ценности природных ландшафтов

Fig. 2. Functional scheme of the projected GIS for support the research of aesthetic value of natural landscapes

Первый блок функций ГИС предназначен для формирования информационного базиса для исследования эстетической ценности ландшафта. Он включает прежде всего загрузку базовых и дополнительных слоёв, которые будут использоваться для оценки: цифровую модель рельефа, данные дистанционного зондирования, другие растровые слои (например, отсканированную ландшафтную или топографическую карту), базовые

векторные слои (растительность, гидрография, дорожная сеть, границы ООПТ и другие). Отдельно отметим такие данные, как геолокализованные фотографии (в том числе это могут быть ссылки на внешние источники – например, Яндекс-панорамы), а также локализации пользователей соцсетей или других ресурсов, включая содержащие отзывы или какие-либо записи о точках посещения. В последние несколько лет данные такого рода активно используются для оценки эстетической и туристической привлекательности территорий [Figueroa Alfaro, Tang, 2017; García-Palomares et al., 2015; Грибок, 2018].

**Второй блок** включает непосредственно функции оценки эстетической ценности ландшафта. При этом пользователь, в зависимости от имеющихся данных, загруженных в предыдущем блоке, сможет выбрать или самостоятельно сформировать из отдельных параметров оценочную шкалу, задать способы оценки и пороговые значения по каждому параметру. В случае выбора способа оценки на основе опросных данных система обеспечит поддержку доступа экспертов к анкете и материалам для оценки (фотографиям или другим данным), а также сбор и анализ данных анкетирования.

И, наконец, **блок визуализации** обеспечит функцию наглядного отображения результатов оценки эстетической ценности ландшафта, локализованных в точках или экстраполированных на площади. Алгоритм перехода от точек к площадям также должен быть задан пользователем. Результатом визуализации оценочных значений эстетической ценности ландшафта станет геоинформационная модель, которая сможет служить наглядным материалом для дальнейшего анализа и инструментом поддержки принятия решений для рекреационных, природоохранных и других задач с позиции устойчивого развития территорий.

## ВЫВОДЫ

При разработке проекта универсального геоинформационного обеспечения, предназначенного для оценки и анализа эстетической ценности ландшафтов, необходимо учитывать высокий уровень вариативности в проведении анализа для разных масштабов, типов территорий, имеющихся исходных данных и возможностей их сбора, а также разных решаемых задач. Предлагаемая функциональная схема является первым этапом разработки ГИС, предназначенной для поддержки широкого круга исследований эстетической ценности ландшафтов.

Разрабатываемая ГИС сможет оказывать геоинформационную поддержку на всех этапах исследования – от ввода базовых слоёв и выбора контрольных точек до визуализации результатов. При этом пользователь, в зависимости от типа территории и конкретных задач исследования, сможет выбирать необходимые исходные данные, составляющие оценочной шкалы, способы и алгоритмы оценки, регулировать пороговые значения оцениваемых параметров, а также способы визуализации.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 18-35-00160.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, № 18-35-00160.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биббаева А.Ю., Макаров А.А. Применение ГИС для расчёта комплексных показателей эстетической оценки ландшафтов. Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле, 2018. Т. 24. С. 17–33. DOI: 10.26516/2073-3402.2018.24.17.
2. Гармс Е.О., Хромых В.В., Сухова М.Г. Использование ГИС в оценке геоморфологических ресурсов для целей рекреации (на примере трансграничного горного Алтая). Современные

- проблемы науки и образования, 2013. № 6. Электронный ресурс: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11209> (дата обращения 28.02.2019).
3. Горбунова Т.Ю., Горбунов Р.В., Ключкина А.А. Оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма. Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология, 2017. Т. 3 (69). № 3–2. С. 237–249.
  4. Грибок М.В. О возможности использования данных о геолокациях фотографий в исследованиях туристической привлекательности придорожных ландшафтов (на примере Чуйского тракта). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. Т. 24. Ч. 1. С. 588–595. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-588-595.
  5. Дирин Д.А. Подходы к оценке эстетических ресурсов горных ландшафтов (на примере бассейна р. Мульта). Ползуновский вестник, 2004. № 2. С. 67–75.
  6. Дирин Д.А., Попов Е.С. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор. Известия Алтайского государственного университета, 2010. № 3. С. 120–124.
  7. Колбовский Е.Ю. Эстетическая оценка ландшафтов: проблемы методологии. Ярославский педагогический вестник, 2011. № 4. Т. 3 (Естественные науки). С. 161–166.
  8. Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафтов. Юг России: экология, развитие, 2007. Т. 2. № 4. С. 25–34. DOI: 10.18470/1992-1098-2007-4-25-34.
  9. Павлова А.Ю., Черкашин А.К. Системно-геоинформационный анализ эстетического образа ландшафта (на примере Байкала). Информационные и математические технологии в науке и управлении: труды XIV Байкальской Всеросс. конф. Иркутск: Институт систем энергетики имени Л.А. Мелентьева СО РАН, 2009. Т. 2. С. 52–63.
  10. Саранча М.А. Визуально-эстетическая ценность ландшафтов Удмуртии: оценка с использованием ГИС. Географический вестник, 2010. № 2. С. 24–28.
  11. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
  12. *Figuerola Alfaro R.W., Tang Zh.* Evaluating the aesthetic value of cultural ecosystem services by mapping geo-tagged photographs from social media data on Panoramio and Flickr. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2017. V. 60. Iss. 2. P. 266–281. DOI: 10.1080/09640568.2016.1151772.
  13. *Fourie R.* Applying GIS in the evaluation of landscape aesthetics. Thesis. Master of arts (Geography and Environmental Studies). Stellenbosch, 2005. 70 p.
  14. *Frank S., Fürstb C., Koschkea L., Witta A., Makeschin F.* Assessment of landscape aesthetics – Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators*, 2013. V. 32. P. 222–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026.
  15. *García-Palomares J. C., Gutiérrez J., Mínguez C.* Identification of tourist hot spots based on social networks: a comparative analysis of European metropolises using photosharing services and GIS. *Applied Geography*, 2015. V. 63. P. 408–417.
  16. *Othman J.* Assessing scenic beauty of nature-based landscapes of Fraser’s Hill. *Procedia Environmental Sciences*, 2015. No 30. P. 115–120. DOI: 10.1016/j.proenv.2015.10.020.
  17. *Roth M., Gruehn D.* Visual landscape assessment for large areas – using GIS, internet surveys and statistical methodologies in participatory landscape planning or the federal state of mecklenburg-western Pomerania, Germany. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section A: Human and Social Sciences*, 2012. P. 129–142.
  18. *Vargues P., Loures L.* Using Geographic Information Systems in Visual and Aesthetic Analysis: the case study of a golf course in Algarve. *Wseas transactions on environment and development*, 2008. Iss. 9. V. 4. P. 774–783.
  19. *Ward K., Snoberger N.* Assessment of landscape scenic quality in the Angelina National Forest, Texas using GIS and high-resolution digital imagery. San Antonio 2009 ASPRS-MAPPS

Fall Conference Proceedings, 2009. Электронный ресурс: <https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/Ward.pdf> (дата обращения 18.02.2019).

20. Wu Y., Bishop I., Hossain H., Sposito V. Using GIS in landscape visual quality assessment. *Applied GIS*, 2006. V. 2. No 3. P. 18.1–18.20.

## REFERENCES

1. Bibaeva A.Yu., Makarov A.A. Using GIS to calculate complex indices of aesthetic assessment of landscapes. *Proceedings of the Irkutsk state University. Earth Science series*, 2018. V. 24. P. 17–33. DOI: 10.26516/2073-3402.2018.24.17 (in Russian).
2. Dirin D.A. Approaches to the evaluation of aesthetic resources of mountain landscapes (on the example of the river basin Multi). *Polzunovsky Bulletin*, 2004. No 2. P. 67–75 (in Russian).
3. Dirin D.A., Popov. E.S. Assessment of landscape and aesthetic attractiveness of landscapes: methodological review. *News of the Altai state University*, 2010. No 3. P. 120–124 (in Russian).
4. Figueroa Alfaro R.W., Tang Zh. Evaluating the aesthetic value of cultural ecosystem services by mapping geo-tagged photographs from social media data on Panoramio and Flickr. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2017. V. 60. Iss. 2. P. 266–281. DOI: 10.1080/09640568.2016.1151772.
5. Fourie R. Applying GIS in the evaluation of landscape aesthetics. Thesis. Master of arts (Geography and Environmental Studies). Stellenbosch, 2005. 70 p.
6. Frank S., Fürstb C., Koschkea L., Witta A., Makeschin F. Assessment of landscape aesthetics – Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators*, 2013. V. 32. P. 222–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026.
7. García-Palomares J.C., Gutiérrez J., Mínguez C. Identification of tourist hot spots based on social networks: a comparative analysis of European metropolises using photosharing services and GIS. *Applied Geography*, 2015. V. 63. P. 408–417.
8. Garms E.O., Khromikh V.V., Sukhova M.G. The use of GIS in the assessment of geomorphological resources for recreation (on the example of the transboundary Altai mountains). *Modern problems of science and education*, 2013. No 6. Web resource: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11209> (accessed 28.02.2019) (in Russian).
9. Gorbunova T.Yu., Gorbunov R.V., Cluckina A.A. Assessment of landscape and aesthetic value of landscapes of South-Eastern Crimea. *Scientific notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*, 2017. V. 3 (69), No 3–2. P. 237–249 (in Russian).
10. Gribok M.V. On the possibility of using data on geolocated photos in the research of tourist attractiveness of roadside landscapes (exemplified by the Chuya highway). *InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International conference. Petrozavodsk: KRC RAS*, 2018. V. 24. Part 1. P. 588–595. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-588-595 (in Russian, abs English).
11. Kochurov B.I., Buchatskaya N.V. Assessment of aesthetic potential of the landscape. *South of Russia: ecology, development*, 2007. V. 2. No 4. P. 25–34. DOI: 10.18470/1992-1098-2007-4-25-34 (in Russian).
12. Kolbovsky E.Yu. Aesthetic evaluation of landscapes: issues of methodology. *Yaroslavl pedagogical Bulletin*, 2011. No 4. V. 3 (Natural Sciences). P. 161–166. (in Russian).
13. *Modern landscapes of the Crimea and adjacent waters*. Ed. by E.A. Pozachenyuk. Simferopol: Business-Inform, 2009. 672 p. (in Russian).
14. Othman J. Assessing scenic beauty of nature-based landscapes of Fraser’s Hill. *Procedia Environmental Sciences*. 2015. 30. P. 115–120. DOI: 10.1016/j.proenv.2015.10.020.
15. Pavlova A.Yu., Cherkashin A.K. System-geoinformation analysis of the aesthetic image of the landscape (on the example of lake Baikal). *Information and mathematical technologies in science and management: Proceedings of the XIV Baikal All-Russian Conf. Irkutsk: Institute of Energy Systems named after L.A. Melentyev SB RAS*, 2009. V. 2. P. 52–63 (in Russian).
16. Roth M., Gruehn D. Visual landscape assessment for large areas – using GIS, internet surveys and statistical methodologies in participatory landscape planning or the federal state of



- mecklenburg-western Pomerania, Germany. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section A: Human and Social Sciences, 2012. P. 129–142.
17. *Saranča M.A.* Visual and aesthetic value of Udmurtia landscapes: assessment using GIS. Geographical Bulletin, 2010. No 2. P. 24–28 (in Russian).
18. *Vargues P., Loures L.* Using Geographic Information Systems in Visual and Aesthetic Analysis: the case study of a golf course in Algarve. Wseas transactions on environment and development, 2008. Iss. 9. V. 4. P. 774–783.
19. *Ward K., Snoberger N.* Assessment of landscape scenic quality in the Angelina National Forest, Texas using GIS and high-resolution digital imagery. San Antonio 2009 ASPRS-MAPPS Fall Conference Proceedings, 2009. Web resource: <https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/Ward.pdf> (accessed 18.02.2019).
20. *Wu Y., Bishop I., Hossain H., Sposito V.* Using GIS in landscape visual quality assessment. Applied GIS, 2006. V. 2. No 3. P. 18.1–18.20.
-