ИЗВЕСТИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА 2022, том 154, № 5–6, с. 47–58

ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА “КУЛИКОВО ПОЛЕ”)

© 2022 г. Н. Н. Калуцкова[a], *, Э. А. Лозбенева[a], **

[a]*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**E-mail: kalutskova@gmail.com*

***E-mail: elina7-sheremet@mail.ru*

Поступила в редакцию 04.05.2022 г.
После доработки 01.11.2022 г.
Принята к публикации 17.11.2022 г.

Эстетические свойства ландшафтов традиционно определяются на основе системы визуальных показателей в ходе полевых обследований по отдельным маршрутам. Возможность применения дистанционных методов в таких исследованиях зависит от согласия их результатов с полевыми данными. В статье сравниваются результаты эстетической оценки ландшафтов музея-заповедника “Куликово поле” на основе традиционных полевых методов и снимков высокого разрешения, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Исследование было проведено в мае 2021 года для экологической тропы музея протяженностью около 6 км, на которой маркированы обзорные точки с открывающимися панорамными видами, характерными для ландшафта холмисто-увалистых структурно-денудационных равнин. На примере трех показателей – глубина и разнообразие перспектив, лесистость и обилие открытых пространств в пейзаже – демонстрируется, что метод эстетической оценки ландшафтов на основе комбинированных данных DTM (разрешение 2 м) и SRTM DEM (разрешение 30 м) позволяет определить эти визуальные показатели с хорошим совпадением с полевыми результатами. В отдельных случаях требуется введение поправок на визуальное искажение, связанное с удаленностью наблюдаемых объектов. Показано, что методика эстетической оценки ландшафтов с применением ГИС-технологий, которая ранее проводилась для горных территорий, может быть использована для менее выразительных по рельефу и антропогенно освоенных равнинных ландшафтов.

Ключевые слова: эстетика ландшафта, музей-заповедник “Куликово поле”, экологическая тропа, эстетическая привлекательность, эстетические свойства ландшафтов, зона видимости

DOI: 10.31857/S0869607122050056

ВВЕДЕНИЕ

Оценка эстетических свойств ландшафтов определяется совокупностью его визуальных качеств. Традиционно эстетическая оценка проводится в ходе полевых обследований с использованием балльной системы оценки тех элементов ландшафта, которые определяют эстетическую ценность характерных для него пейзажей [2, 6, 8, 11, 12, 15, 18]. Главное достижение первых полевых исследований заключалось в демонстрации того, что субъективность оценки эстетического качества территории может быть

элиминирована за счет разложения восприятия на все более элементарные составляющие.

Во многих подобных работах соотношение понятий “пейзажа”, т.е. то, что поддается непосредственному восприятию наблюдателя в некой точке на территории, и самой территории, к которой относится пейзаж, не было прояснено. В самых первых “пейзажных” работах российских географов (А.П. Нечаев, А.А. Борзов, В.П. Семенов-Тян-Шанский), подразумевалось, что научному исследованию подлежит не всякий пейзаж, а наиболее характерный для данного типа ландшафта (моренный, речной и т.д.) [20]. Делая это различение, географы пытались преодолеть устойчивую коннотацию термина “пейзаж” с сугубо индивидуалистским субъективным восприятием пространства. Согласно В.А. Николаеву, ландшафт также представляет собой территорию, обладающими своими эстетическими качествами, т.е. разные типы ландшафтов характеризуются разными эстетическими свойствами [13]. В данной работе мы придерживаемся традиционной точки зрения: каждый ландшафт может быть представлен типичными для него пейзажами, которые описываются совокупностью элементарных визуальных параметров. Пейзаж в таком понимании поддается научному толкованию, что важно для усиления образовательной составляющей в экологическом туризме.

В последнее время широкое распространение в исследовании визуальных качеств ландшафтов получили данные высокого пространственного разрешения, полученные в процессе обработки аэрофотоснимков с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [19, 21–23]. Внедрение этих методов позволяет проводить обработку массивного объема пространственных данных с использованием ГИС, что открывает широкие возможности в визуализации пространственных данных для наглядного отображения полученных результатов в целом [1, 4, 5, 7, 9, 14]. Принципиальным элементом исследования является валидация дистанционных данных с результатами полевых обследований.

В данной работе рассмотрены результаты оценки отдельных эстетических свойств ландшафтов музея-заповедника “Куликово поле” как традиционным полевым методом, так и автоматизированными методами ГИС-анализа. Равнинные территории не часто служат объектом пейзажных исследований в силу их меньшей выразительности и большей антропогенной освоенности по сравнению с горными территориям. На территории заповедника имеется экологическая тропа “Часовня–Конный Двор–Музей” протяженностью около 6 км, на которой маркированы обзорные точки с открывающимися панорамными видами, характерными для ландшафта холмисто-увалистых структурно-денудационных равнин (рис. 1). В ходе полевого обследования обзорные точки оценивались по своим визуальным качествам по методике К.И. Эрингиса и А.Р. Будрюнаса в отношении 3 параметров: глубина и разнообразие перспектив, общая лесистость пейзажа и обилие открытых пространств в пейзаже [18]. Данные полевой оценки сопоставлялись с результатами съемки местности с помощью БПЛА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данном исследование были задействованы следующие данные:

1. Данные полевых исследований: GPS-трек вдоль экологической тропы, точные координаты обзорных точек, результаты оценки эстетических показателей с обзорных точек.

2. Пространственные данные аэрофотосъемки с высоты 150 м с использованием БПЛА DJI Mavic Pro: плотное облако точек, ортофотоплан и цифровая модель местности DTM (разрешение 2 м).

3. Цифровая модель рельефа SRTM DEM (разрешение 30 м).

4. Космические снимки со спутника Landsat-8 OLI (разрешение 30 м).

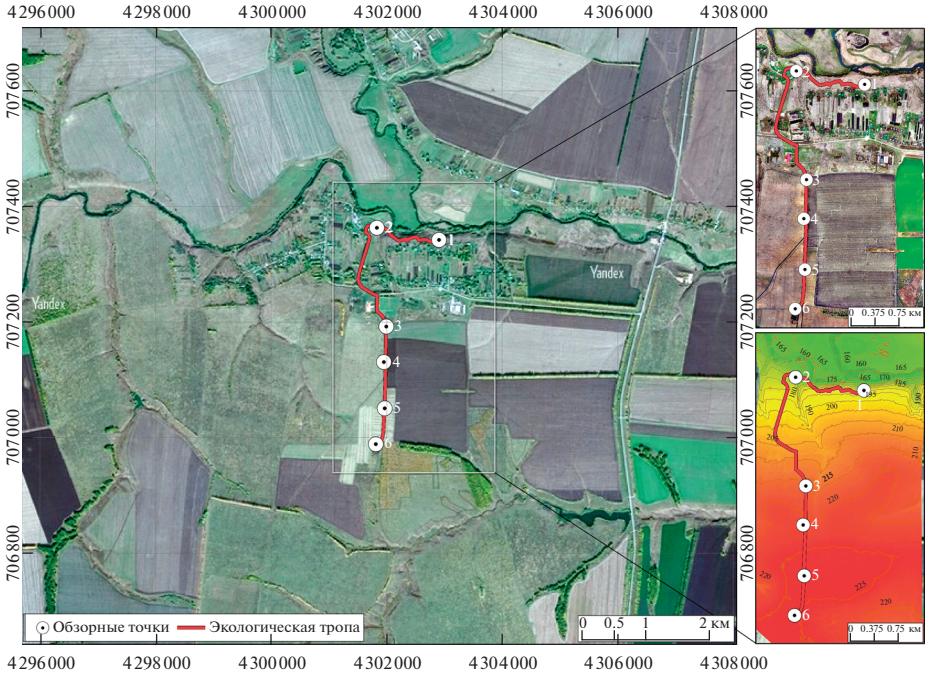


Рис. 1. Экологическая тропа на территории природного музея-заповедника “Куликово поле”: сверху – детальный ортофотоплан, снизу – ЦММ на основе данных аэрофотосъемки с БПЛА.

Fig. 1. Ecological trail on the territory of the Nature Museum-Reserve “Kulikovo pole”: from above—detailed orthophotomap, from below—DTM based on aerial photography from a UAV.

5. Ландшафтная карта на территорию музея-заповедника “Куликово поле” (масштаб 1 : 50 000).

Для предварительной обработки аэрофотоснимков с БПЛА и создания цифровой модели использовалось программное обеспечение Agisoft Metashape. Анализ основного массива пространственных данных проводился в программе ArcMap 10.3. В статье представлена оценка общей зоны видимости со всех обзорных точек. В качестве примеров детально представлены показатели – “Глубина и разнообразие перспектив”, “Общая лесистость пейзажа” и “Обилие открытых пространств в пейзаже”.

Функциональный алгоритм построения зоны видимости с каждой обзорной точки и оценки одного из предлагаемых показателей “Глубины и разнообразия перспектив” представлен следующей последовательностью операций (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Построение зон видимости. На основе данных аэрофотосъемки с БПЛА был построен ортофотоплан и цифровая модель местности (DTM/Digital Terrain Model) с разрешением 1 м, охватывающие территорию, по которой проходит экологическая тропа. Эти данные обеспечили высокую точность открывающихся зон видимости в ближней и средней перспективе. Совместив полученную DTM с данными радарной топографической съемки SRTM DEM была построена базовая модель, которая обеспечила охват территории вплоть до линии горизонта в радиусе 15–16 км от тропы.

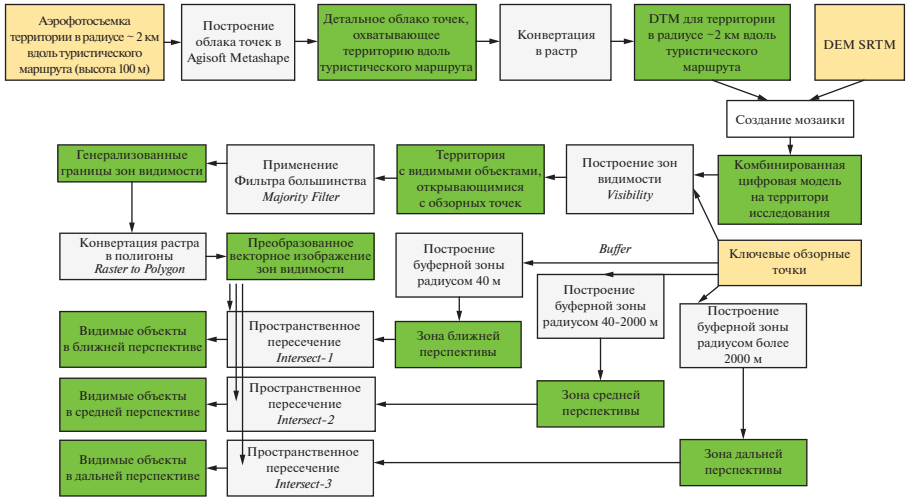


Рис. 2. Пример функционального алгоритма для построения зон видимости и оценки показателя “Глубины и разнообразия перспектив” в ArcGIS 10.3.
Fig. 2. An example of a functional algorithm for constructing visibility zones and evaluating the “Depth and Diversity of Perspectives” indicator in ArcGIS 10.3.

Комбинированная DTM была взята за основу оценки визуального восприятия территории с учетом высоты форм рельефа. Построение зон видимости осуществлялось с помощью группы инструментов *Visibility*, которые позволили определить участки территории, открывающиеся с обзорных точек. Совмещение полученных результатов со всех обзорных точек позволило создать общую панораму видимости для экологической тропы целиком (рис. 3).

Ландшафтные комплексы “Куликова поля” в зоне видимости экологической тропы. Проецируя зоны видимости со всех обзорных точек на ландшафтную карту “Куликово поля”, мы оценили репрезентативность экологической тропы в отношении природной структуры территории музея-заповедника (рис. 4).

В левобережном ландшафте структурно-денудационных волнисто-увалистых равнин хорошо просматриваются практически все урочища приречного ландшафтного уровня, а именно хорошо дренированные уплощенные плакоры (5) придолинные покатости (6), увалистые поверхности II надпойменной террасы (7). Наличие широких плоских плакорных поверхностей является отличительной особенностью всей территории Куликова поля [3]. В балочных формах, выделяются только склоны, из-за значительной расчлененности днища балок не просматриваются. Поверхности же междуречного уровня просматриваются гораздо слабее.

Зона видимости в пределах ландшафта полого-увалистых структурно-денудационных равнин (междуречье рр. Дона и Непрядвы) в общих чертах повторяет зону видимости предыдущего ландшафта. Здесь также хорошо просматривается приречный ландшафтный уровень, который охватывает урочища дренированных придолинных покатостей (17) и покато-увалистых поверхностей II надпойменной террасы (18). Урочища междуречий (14) просматриваются фрагментарно.

С обзорных точек отлично видна пространственная структура левобережной части ландшафта террасированных речных долин Дона и Непрядвы. Очень хорошо просматриваются поверхности I надпойменной террасы, высокой, средней и низкой пойм. На низкой пойме видны даже старицы и западины.

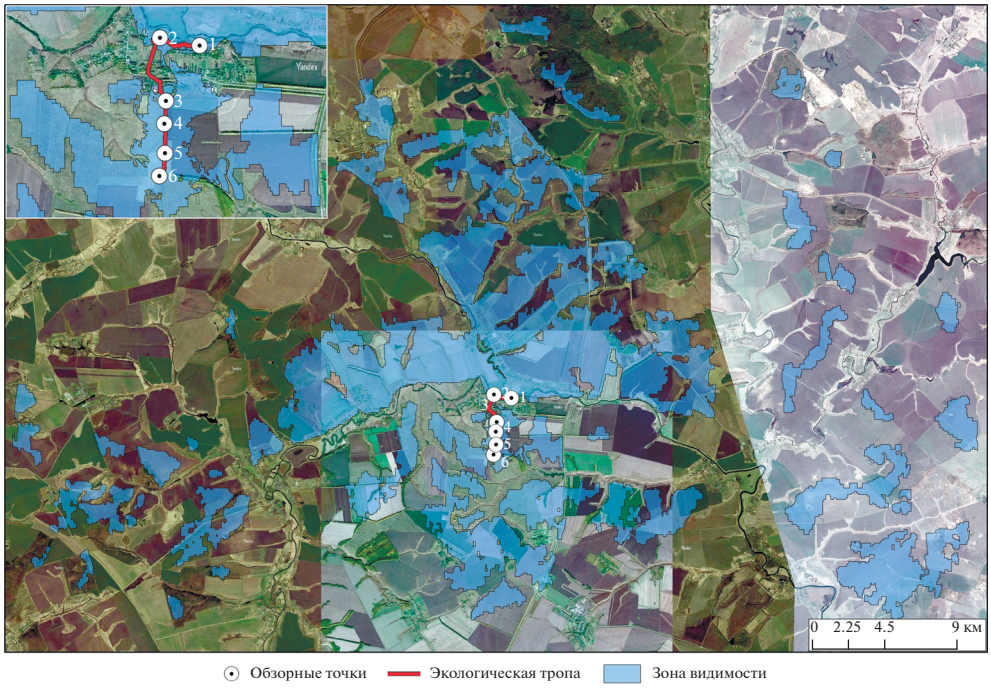


Рис. 3. Зона видимости с обзорных точек в пределах экологической тропы, полученная с использованием ГИС-анализа.

Fig. 3. Visibility zone from observation points within the ecological trail, obtained using GIS analysis.

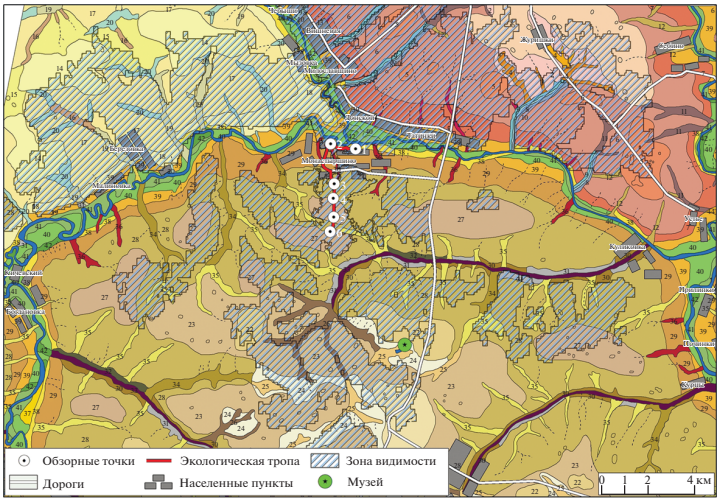
В зону видимости ландшафта полого-увалистых структурно-денудационных равнин (правобережье Непрядвы и Дона) попадают как урочища междуречий (23), так и урочища приречного ландшафтного уровня – слабовыпуклые плакоры (27) и придолинные покатости (28). Поверхности II надпойменной террасы, а также балочные формы в зону видимости не попадают.

Таким образом, в зону видимости экологической тропы попадает большинство типичных урочищ 4-х ландшафтов “Куликова поля”, что повышает научно-образовательную значимость данного маршрута.

Валидация результатов дистанционной съемки экологической тропы. Сравнение результатов полевой оценки эстетических свойств ландшафтов и результатов, полученных при использовании высокодетальных снимков и ГИС-анализа мы провели на примере трех показателей: глубина и разнообразие перспектив, общая лесистость пейзажа и обилие открытых пространств в пейзаже.

На примере двух контрастных точек – №№ 2 и 6 – проиллюстрируем процесс валидации результатов дистанционной съемки экологической тропы. Обзорная точка № 1 находится на пологонаклонной поверхности I надпойменной террасы (высота 162 м н.у.м.), обзорная точка № 6 расположена на слабопокатой междуречной поверхности (высота 208 м н.у.м.). Показатели оценивались по балльной системе согласно методике [18].

Глубина и разнообразие перспектив. Для определения средней и дальней перспектив была создана серия буферных зон вокруг обзорных точек. Средняя перспектива определялась от 40 до 2000 м, дальняя перспектива – от 2000 м до линии горизонта. При



А - Ландшафт волнисто-увалистых, структурно-денудационных равнин, сложенных покровными лёссовидными суглинками с комплексом серых лесных почв под широколиственными лесами, преимущественно сведенными

I - Междуречный ландшафтный уровень

1 Плоские междуречные поверхности слабодренированные с многочисленными суффозионными западинами

2 Прилощинные склоны слабодренированные

3 Лощины с широкими нечетко выраженными днищами

4 Короткие ложбины с четкими бровками

II - Приречный ландшафтный уровень

5 Уплощенные плакоры относительно хорошо дренированные

6 Придолинные покатости хорошо дренированные

7 Увалистые поверхности II надпойменной террасы

III - Балочный ландшафтный уровень

8 Задернованные склоны сложных балок

9 Эрозионно-расчлененные склоны сложных балок

10 Балочные поймы

11 Средние балки с нерасчлененным комплексом склонов и днищ

12 Мелкие балки с нерасчлененным комплексом склонов и днищ

13 Эрозионные рытвины

Б - Ландшафт полого-увалистых структурно-денудационных равнин, сложенных покровными лёссовидными суглинками, с комплексом серых лесных почв и чернозёмов под широколиственными лесами и злаково-разнотравными степями, преимущественно распаханными

IV - Междуречный ландшафтный уровень

14 Слабовыпуклые плакоры относительно хорошо дренированные

15 Слабонаклонные междуречья, местами слабодренированные, с единичными суффозионными западинами

16 Ложбины с четкими бровками

V - Приречный ландшафтный уровень

17 Придолинные покатости хорошо дренированные

18 Покато-увалистые поверхности II надпойменной террасы

VI - Балочный ландшафтный уровень

19 Крупные балки с нерасчлененным комплексом склонов и днищ

20 Мелкие балки

В - Ландшафт холмисто-увалистых структурно-денудационных равнин, сложенных покровно лёссовидными суглинками под злаково-разнотравными степями

VII Междуречный ландшафтный уровень

21 Водораздельные останцы хорошо дренированные

22 Выпуклые останцовые плакоры хорошо дренированные

23 Волнистые междуречья, слабодренированные, с большим количеством суффозионных западин и единичными карстовыми формами

24 Прилощинные склоны, слабодренированные

25 Узкие лощины с четкими бровками

26 Узкие ложбины с четкими бровками

VIII Приречный ландшафтный уровень

27 Слабовыпуклые плакоры хорошо дренированные

28 Придолинные покатости хорошо дренированные

29 Овражно-увалистые поверхности II надпойменной террасы

X - Балочный ландшафтный уровень

30 Полого-покатые склоны сложных балок

31 Сильно эродированные склоны сложных балок

32 Склоны сложных балок, часто крутые, с выходами известняков

33 Балочные поймы

34 Средние балки с нерасчлененным комплексом склонов и днищ

35 Мелкие балки с нерасчлененным комп-м склонов и днищ

36 Эрозионные рытвины

Г - Ландшафт террасированных речных долин, сложенных аллювиальными отложениями, местами перекрытыми покровными суглинками, под пойменными лесами и лугами, преимущественно распаханными

37 Сильно эродированные уступы

38 Эродированные уступы с выходами известняков

39 Плоские поверхности I надпойменной террасы

40 Плоские поверхности высокой поймы

41 Плоские поверхности средней поймы

42 Поверхности низкой поймы со старицами и западинами

43 Устья сложных балок

44 Устья мелких балок

Эрозионные потяжины

Суффозионные западины

Рис. 4. Ландшафтные комплексы в зоне видимости (выделены штриховкой) с обзорных точек экологической тропы музея-заповедника “Куликово поле” (Ландшафтная карта составлена В.Н. Солнцевым и Н.Н. Калуцковой, 1989 г.).
Fig. 4. Landscape complexes in the visibility zone (highlighted by hatching) from observation points of the ecological trail of the Museum-Reserve “Kulikovo pole”. (Landscape map compiled by V.N. Solntsev and N.N. Kalutskova, 1989).

помощи инструмента пространственного пересечения *Intersect* в пределах каждой буферной зоны выделялись видимые природные объекты (рис. 5).

Результаты полевых исследований и данные автоматизированной обработки дали возможность установить корреляцию показателей. С двух рассматриваемых обзорных точек открываются все три перспективы: ближняя, средняя и дальняя. Таким образом, при оценке данного показателя и в полевой оценке, и в дистанционной оценке был поставлен максимальный балл (2).

Общая лесистость пейзажа. Показатель общей лесистости определяется отношением площади лесных массивов к общей площади зоны видимости вплоть до линии горизонта [18]. Так как территория исследования относится к лесостепной зоне, было решено адаптировать методику оценки и присвоить оценочные баллы исходя из рассчитанной доли лесных насаждений следующим образом: для низкой степени лесистости – до 15% – присваивалось 0 баллов, для средней степени, т.е. от 15 до 25%, оценка составляла 1 балл, для высокой степени – более 25% – 2 балла.

Оценка показателя лесистости пейзажа проводилась на основе ортофотоплана вдоль экологической тропы, за пределами аэрофотосъемки с БПЛА для оценки использовались безоблачные спутниковые снимки с более низким пространственным разрешением Landsat-8 OLI за 2018–2021 гг. Лесные массивы идентифицировались с помощью классификации типов ландшафтного покрова. В данном случае классификация осуществлялась посредством метода минимального расстояния (Minimum Distance Classification), осуществляемой на основании сравнения расстояний между пикселями изображения и средними значениями классов яркости в многофункциональном пространстве. Полученное растровое изображение было генерализовано с целью

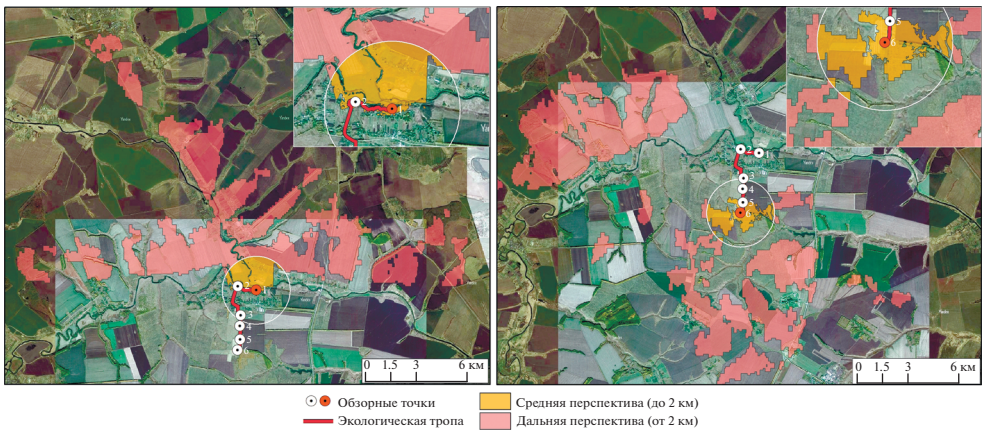


Рис. 5. Видимые природные объекты, открывающиеся в средней и дальней перспективах с обзорных точек № 1 (слева) и № 6 (справа).
Fig. 5. Visible natural objects within the medium and long-range perspectives from observation points No. 1 (left) and No. 6 (right).

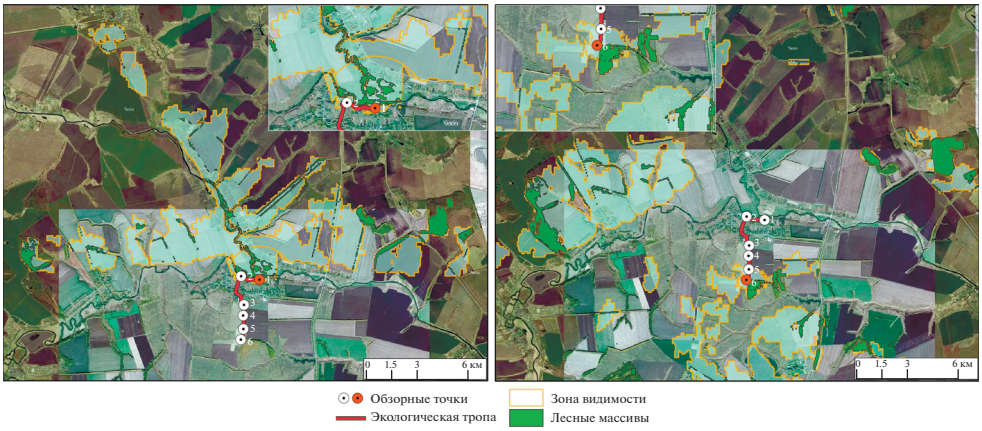


Рис. 6. Залесенные территории в пределах зон видимости для обзорных точек №1 (слева) и № 6 (справа).
Fig. 6. Forest areas within the visibility zones for observation points No. 1 (left) and No. 6 (right).

устранения ошибочных данных растра при помощи инструмента *Majority Filter*, а затем преобразовано из растрового в векторное – инструмент *Raster to Polygon*. Из полученного векторного слоя был извлечен отдельный класс с лесными насаждениями. При помощи совмещения данных – инструмент *Intersect* – было произведено вычисление площади и доли лесных насаждений в пределах зон видимости с обзорных точек (рис. 6).

Сравнивая результаты полевых исследований с полученными данными ГИС-анализа, можно отметить, что оценки довольно близки. Так, доля залесенных территорий для обзорной точки № 1 составляет 10.2%, что соответствует низкой степени лесистости пейзажа. Такая же оценка была дана в полевых условиях. Для обзорной точки № 6 доля залесенных территорий выше и составляет 19.7%. Такой показатель оценивается как средняя степень лесистости пейзажа, что совпадает с полевой оценкой.

Обилие открытых пространств в пейзаже. На территории Куликова поля открытыми пространствами служат многочисленные поля. Они усложняют восприятие пейзажа, тем самым повышая его аттрактивные качества. В полевых условиях оценка проводится путем подсчета видимых открытых пространств, а затем согласно их количеству присваивается определенный балл. Согласно исследованиям К.И. Эрингиса, выделение повышенного числа однородных объектов в пределах определенного угла наблюдения может привести к занижению эстетической оценки [18]. Оцениваемые нами обзорные точки имеют панорамный и циркорамный угол обзора (от 180 до 360 градусов). В данном случаем было установлено оптимальное пороговое значение – не более 12 объектов, после превышения которого оценочный балл показателя снижается. С применением ГИС данный показатель оценивался путем совмещения отдельного класса с сельскохозяйственными полями с соответствующими зонами видимости.

Следует отметить, что при прямом подсчете количество открытых пространств получается несколько ниже, чем при дистанционной оценке с применением ГИС-анализа. В ближней и средней перспективах открытые пространства воспринимаются наблюдателем достаточно четко. В дальней перспективе поля теряют очертание своих границ и начинают сливаться между собой. Автоматизированная оценка несколько завышает результаты, что связано с использованием исходных данных высокого пространственного разрешения. Нами было проведено агрегирование близкорасположенных открытых пространств в группы при помощи инструмента *Aggregate Polygon*. В

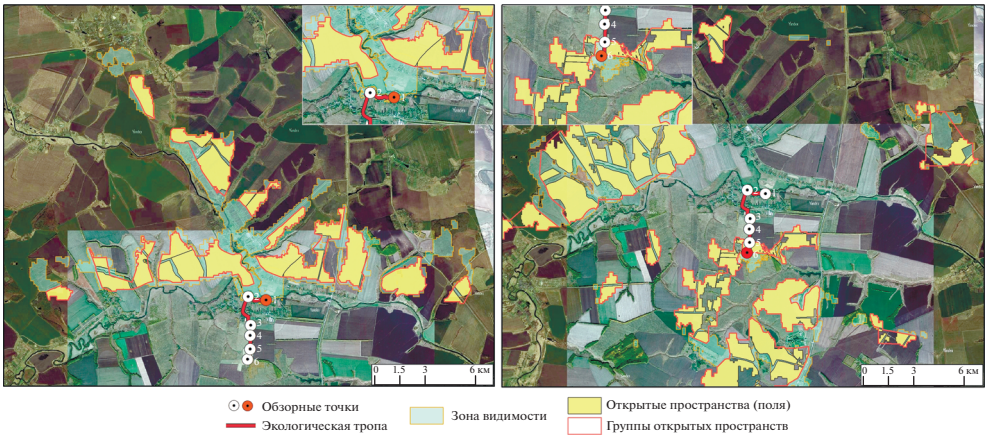


Рис. 7. Агрегирование открытых пространств в группы для обзорных точек № 1 (слева) и № 6 (справа).
Fig. 7. Aggregation of open spaces into groups for observation points No. 1 (left) and No. 6 (right).

пределах средней перспективы нами объединялись поля, которые находятся на расстоянии менее 0.5 км, в пределах дальней перспективы – на расстоянии менее 2 км (рис. 7).

Таким образом, при прямом подсчете в полевых условиях на обзорной точке № 1 количество открытых пространств составило 9 полей, при автоматизированной обработке данных – 11. На обзорной точке №6 при прямом подсчете выделено 13 полей, при автоматизированном – 17. При переводе количественных показателей в баллы об-

Таблица 1. Сравнение данных полевой оценки и результатов дистанционной съемки в отношении эстетических свойств ландшафтов в зоне видимости обзорных точек экологической тропы
Table 1. Comparison of field assessment data and remote survey results regarding the aesthetic properties of landscapes in the zones of sight of the observation points of the ecological trail

№ обзорной точки	Эстетические параметры пейзажа в зоне видимости					
	глубина и разнообразие перспектив		*общая лесистость*		*обилие открытых пространств (полей)*	
	полевая оценка	ГИС-оценка	полевая оценка	ГИС-оценка	полевая оценка	ГИС-оценка
1	с, д (2)	с, д (2)	>15% (0)	10.2% (0)	9 ед. (4)	11ед. (4)
2	с, д (2)	с, д (2)	>15% (0)	10.5% (0)	8 ед. (4)	9 ед. (4)
3	с, д (2)	с, д (2)	>15% (0)	14.5% (0)	7 ед. (3)	9 ед. (4)
4	с, д (2)	с, д (2)	15–25% (1)	15.4% (1)	8 ед. (3)	12 ед. (4)
5	с, д (2)	с, д (2)	15–25% (1)	15.4% (1)	10 ед. (4)	14 ед. (3)
6	с, д (2)	с, д (2)	15–25% (1)	19.6% (1)	13 ед. (3)	16 ед. (3)

Глубина и разнообразие перспектив: ближняя перспектива выделяется всегда – 0 баллов, средняя (с) – 1 балл, дальняя (д) – 1 балл, сочетание обеих (с, д) – 2 балла. Общая лесистость пейзажа: низкая (Н) – до 15% – 0 баллов, средняя (С) – от 15 до 25% – 1 балл, высокая (В) – более 25% – 2 балла. Обилие открытых пространств (полей) в пейзаже: до 1–2 единиц – 1 балл, 3–4 – 2 балла, 5–7 – 3 балла, 8–12 – 4 балла.

зорной точке № 1 было присвоено 4 балла, а обзорной точке № 6 – 3 балла. Можно отметить, что и для этого показателя мы получили хорошее соответствие результатов полевых исследований с данными ГИС-анализа.

Подобным образом сделана оценка всех обзорных точек (табл. 1), которая показывает, что дистанционная съемка может быть использована для симуляции восприятия наблюдателем в любой точке.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый подход ранее был опробован нами в горной территории Северо-Западной Болгарии на примере двух показателей – глубины и разнообразия перспектив и общей лесистости пейзажа [16, 17]. В этой работе мы показываем, что подобную оценку с применением ГИС-технологий можно проводить на менее выразительных и более антропогенно освоенных равнинных территориях. Для территории музея-заповедника “Куликово поле” были исследованы три параметра эстетической оценки – глубина и разнообразие перспектив, общая лесистость пейзажа и обилие открытых пространств пейзажа. Первые два параметра показали хорошее соответствие с данными полевых наблюдений, а третий параметр потребовал введение небольших поправок для дальних перспектив. В целом, полученные результаты ГИС-оценки подтверждают, что данный метод оценки позволяет производить расчеты ряда эстетических показателей с высоким уровнем точности, сопоставимым с данными полевых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бибаева А.Ю., Макаров А.А.* Применение ГИС для расчета комплексных показателей эстетической оценки ландшафтов // Изв. Иркутского гос. ун-та. Серия Науки о Земле. 2018. Т. 24. С. 17–33. https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.24.17
2. *Бредихин А.В.* Эстетическая оценка рельефа при рекреационно-геоморфологических исследованиях // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2005. № 3. С. 7–13.
3. *Бурова О.В.* Опыт картографирования трансформации исторического ландшафта Куликова Поля: методы и результаты // Изв. Тульского гос. ун-та. Серия Естественные науки. 2019. С. 109–118.
4. *Вдовюк Л.Н., Мотошина А.А.* Методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов Тюменской области // Вестник Тюменского гос. ун-та. 2013. № 4. С. 58–66.
5. *Горбунова Т.Ю., Горбунов Р.В., Ключкина А.А.* Оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма // Ученые записки Крымского фед. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия: География. Геология. 2017. Т. 3 (69). № 3. Ч. 2. С. 237–249.
6. *Горбунов Р.В., Табунщик В.А., Горбунова Т.Ю.* Нерешенные теоретические и методологические вопросы при эстетической оценке ландшафтов // Географический вестник. 2020. № 3(54). С. 6–22. https://doi.org/10.17072/2079-7877-2020-3-6-22
7. *Дирин Д.А.* Оценка и рекреационное использование пейзажно-эстетических ресурсов Усть-Коксинского района Республики Алтай. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд. РАН. 2007. 206 с.
8. *Калашникова О.В.* Пейзажеобразующее значение элементов ландшафтной структуры // Проблемы геологии и географии Сибири: материалы науч. конф. Вестник Томского гос. ун-та. 2003. № 3. С. 90–93.
9. *Колбовский Е.Ю., Медовикова У.А.* Оценка эстетических свойств ландшафтов для управления территориями выдающейся культурно-исторической и природной ценности // Известия РГО. 2016. Т. 148. № 3. С. 61–75.
10. *Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В.* Оценка эстетического потенциала ландшафтов // Юг России: экология и развитие. 2007. № 4. С. 25–34. https://doi.org/10.18470/1992-1098-2007-4-25-34
11. *Мухина Л.И.* Опыт разработки методики рекреационной оценки природных комплексов // Географические проблемы организации отдыха и туризма. М.: 1975. Вып. 2. С. 3–13.
12. *Назаров Н.Н., Постников Д.А.* Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов Пермской области для целей туризма и рекреации // Известия РГО. 2002. Вып. 4. С. 3–18.
13. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение: эстетика и дизайн. Учебное пособие // М.: Аспект Пресс. 2005. 176 с.

14. *Ротанова И.Н., Васильева О.А.* Оценка эстетической привлекательности ландшафтов проектируемого природного парка “Предгорье Алтая” с применением геоинформационных технологий // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 2017. Вып. 7(5). С. 29–36.
15. *Фролова М.Ю.* Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5: География. 1994. № 24. С. 27–33.
16. *Шеремет Э.А., Дехнич В.С., Калуцкова Н.Н.* Возможности применения ГИС-технологий для оценки визуальных свойств ландшафтов при организации геопарков // Известия РГО. 2020. Т. 152. № 6. С. 69–78.
https://doi.org/10.31857/S0869607120060063
17. *Шеремет Э.А., Калуцкова Н.Н., Дехнич В.С.* Визуальные свойства ландшафтов и методы их оценки с применением ГИС (на примере Белоградчишских скал (Болгария)) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. С. 191–204.
https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-2-27-191-204
18. *Эрингис К.И., Будрюнас А.-Р.А.* Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. Вильнюс: Минтис, 1975. С. 107–170.
19. *Cwiakala P., Kocierz R., Puniach E., Nedzka M., Mamczarz K., Niewiem W., Wiacek P.* Assessment of the possibility of using unmanned aerial vehicles (UAVs) for the documentation of hiking trails in Alpine areas // Inter. Journ. Sensors by MDPI. 2017. V. 18. Iss. 1. P. 1–28.
https://doi.org/10.3390/s18010081
20. *Dronin N., Kalutskova N., Dekhnich V., Sheremet E.* History Of Scenery Studies in Russian Geography// 9th Conference of the European Society for the History of Science. Visual, Material and Sensory Cultures of Science, Università di Bologna, 2020. pp. 183–184.
21. *Hackney C., Clayton A.* Unmanned aerial vehicles (UAVs) and their application in geomorphic mapping // Geomorphological Techniques. 2015. Chap. 1. Sec. 1.7. P. 1–15. ISSN 2047-0371.
22. *Shaoyu L., Weijie D., Yongbo Y.* Application of UAV oblique photograph modeling technology in mountain tourism planning // 3rd International Symposium on EEEMS. Francis Academic Press. 2018. P. 240–245.
https://doi.org/10.25236/eeems.2018.047
23. *Shiou Y., Chengju D., Zhihui C., Hao W., Kailang G., Yirong L., Yongjie C., Wenyan L., Qiang F., Wenbo L.* Assessing safety and suitability of old trails for hiking using ground and drone surveys // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020. V. 9 (4). P. 221–238.
https://doi.org/10.3390/ijgi9040221

Evaluation of the Aesthetic Properties of Plain Landscape by Remote Earth Sounding Methods (Case Study of the Museum-Reserve “Kulikovo Pole”)

N. N. Kalutskova[1], * and E. A. Lozbeneva[1], **

[1]*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**E-mail: kalutskova@gmail.com*

***E-mail: elina7-sheremet@mail.ru*

Abstract—The aesthetic properties of landscapes are traditionally determined on the basis of a system of visual indicators in the course of field surveys along individual routes. The possibility of using remote methods in such studies depends on the agreement of their results with field data. The article compares the results of the aesthetic assessment of the landscapes of the museum-reserve “Kulikovo pole” based on traditional field methods and high-resolution images obtained from unmanned aerial vehicles (UAVs). The study was carried out in May 2021 for the museum’s ecological trail, about 6 km long, on which observation points with panoramic views are marked, typical for the landscape of hilly-ridged structural-denudation plains. Using the example of three indicators—depth and variety of perspectives, forest coverage and abundance of open spaces in the landscape—it is demonstrated that the method of aesthetic assessment of landscapes based on the combined data of DTM (2 m resolution) and SRTM DEM (30 m resolution) allows you to determine these visual indicators with good match with field results. In some cases, it is required to use corrections because of visual distortion associated with the remoteness of the observed objects. It is shown that the method of aesthetic assessment of landscapes using GIS technologies, which was previously carried out for mountainous areas, can be used for less expressive relief and anthropogenically transformed flat landscapes.

Keywords: aesthetics of the landscape, museum-reserve “Kulikovo pole”, ecological trail, aesthetic attractiveness, aesthetic characteristics of the landscape, visibility deepness

REFERENCES

1. Bibaeva A.Yu., Makarov A.A. Primenenie GIS dlya rascheta kompleksnyh pokazatelej esteticheskoj ocenki landshaftov // Izv. Irkutskogo gos. un-ta. Seriya Nauki o Zemle. 2018. T. 24. S. 17–33. https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.24.17
2. Bredihin A.V. Esteticheskaya ocenka rel'efa pri rekreacionno-geomorfologicheskih issledovaniyah // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5: Geografiya. 2005. № 3. S. 7–13.
3. Burova O.V. Opyt kartografirovaniya transformacii istoricheskogo landshafta Kulikova Polya: metody i rezul'taty // Izv. Tul'skogo gos. un-ta. Seriya Estestvennye nauki. 2019. S. 109–118.
4. Vdovyuk L.N., Motoshina A.A. Metodicheskie priemy ocenki esteticheskih svojstv landshaftov Tyumenskoj oblasti // Vestnik Tyumenskogo gos. un-ta. 2013. № 4. S. 58–66.
5. Gorbunova T.Yu., Gorbunov R.V., Klyuchkina A.A. Ocenka pejzazhno-esteticheskoj cennosti landshaftov Yugo-Vostochnogo Kryma // Uchenye zapiski Krymskogo fed. un-ta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. Geologiya. 2017. T. 3 (69). № 3. Ch. 2. S. 237–249.
6. Gorbunov R.V., Tabunshchik V.A., Gorbunova T.Yu. Nereshennye teoreticheskie i metodologicheskie voprosy pri esteticheskoj ocenke landshaftov // Geograficheskij vestnik. 2020. № 3(54). S. 6–22. https://doi.org/10.17072/2079-7877-2020-3-6-22
7. Dirin D.A. Ocenka i rekreacionnoe ispol'zovanie pejzazhno-esteticheskih resursov Ust'-Koksinskogo rajona Respubliki Altaj. Novosibirsk: Izd-vo Sib. otd. RAN, 2007. 206 s.
8. Kalashnikova O.V. Pejzazheobrazuyushchee znachenie elementov landshaftnoj struktury // Problemy geologii i geografii Sibiri: materialy nauch. konf. Vestnik Tomskogo gos. un-ta. 2003. № 3. S. 90–93.
9. Kolbovskij E.Yu., Medovikova U.A. Ocenka esteticheskih svojstv landshaftov dlya upravleniya territoriyami vydayushchejsya kul'turno-istoricheskoj i prirodnoj cennosti // Izvestiya RGO. 2016. T. 148. № 3. S. 61–75.
10. Kochurov B.I., Buchackaya N.V. Ocenka esteticheskogo potenciala landshaftov // Yug Rossii: ekologiya i razvitie. 2007. № 4. S. 25–34. https://doi.org/10.18470/1992-1098-2007-4-25-34
11. Muhina L.I. Opyt razrabotki metodiki rekreacionnoj ocenki prirodnyh kompleksov // Geograficheskie problemy organizacii otdyha i turizma. M.: 1975. Vyp. 2. S. 3–13.
12. Nazarov N.N., Postnikov D.A. Ocenka pejzazhno-esteticheskoj privlekatel'nosti landshaftov Permskoj oblasti dlya celej turizma i rekreacii // Izvestiya RGO. 2002. Vyp. 4. S. 3–18.
13. Nikolaev V.A. Landshaftovedenie: estetika i dizajn. Uchebnoe posobie // M.: Aspekt Press. 2005. 176 s.
14. Rotanova I.N., Vasil'eva O.A. Ocenka esteticheskoj privlekatel'nosti landshaftov proektiruemogo prirodnogo parka "Predgor'e Altaya" s primeneniem geoinformacionnyh tekhnologij // Nauka i turizm: strategii vzaimodejstviya. Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta. 2017. Vyp. 7(5). S. 29–36.
15. Frolova M.Yu. Ocenka esteticheskih dostoinstv prirodnyh landshaftov // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5: Geografiya. 1994. № 24. S. 27–33.
16. Sheremet E.A., Dekhnich V.S., Kaluckova N.N. Vozmozhnosti primeneniya GIS-tekhnologij dlya ocenki vizual'nyh svojstv landshaftov pri organizacii geoparkov // Izvestiya RGO. 2020. T. 152. № 6. S. 69–78. https://doi.org/10.31857/S0869607120060063
17. Sheremet E.A., Kaluckova N.N., Dekhnich V.S. Vizual'nye svojstva landshaftov i metody ih ocenki s primeneniem GIS (na primere Belogradchishskih skal (Bolgariya)) // InterKarto. InterGIS. 2021. T. 27. S. 191–204. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-2-27-191-204
18. Eringis K.I., Budryunas A.-R.A. Sushchnost' i metodika detal'nogo ekologo-esteticheskogo issledovaniya pejzazhej // Ekologiya i estetika landshafta. Vil'nyus: Mintis, 1975. S. 107–170.
19. Cwiakala P., Kocierz R., Puniach E., Nedzka M., Mamczarz K., Niewiem W., Wiacek P. Assessment of the possibility of using unmanned aerial vehicles (UAVs) for the documentation of hiking trails in Alpine areas // Inter. Journ. Sensors by MDPI. 2017. V. 18. Iss. 1. P. 1–28. https://doi.org/10.3390/s18010081
20. Dronin N., Kalutskova N., Dekhnich V., Sheremet E. History Of Scenery Studies in Russian Geography// 9th Conference of the European Society for the History of Science. Visual, Material and Sensory Cultures of Science, Università di Bologna, 2020. pp. 183–184.
21. Hackney C., Clayton A. Unmanned aerial vehicles (UAVs) and their application in geomorphic mapping // Geomorphological Techniques. 2015. Chap. 1. Sec. 1.7. P. 1–15. ISSN 2047-0371.
22. Shaoyu L., Weijie D., Yongbo Y. Application of UAV oblique photograph modeling technology in mountain tourism planning // 3rd International Symposium on EEEMS. Francis Academic Press. 2018. P. 240–245. https://doi.org/10.25236/eeems.2018.047
23. Shiou Y., Chengju D., Zhihui C., Hao W., Kailang G., Yirong L., Yongjie C., Wenyan L., Qiang F., Wenbo L. Assessing safety and suitability of old trails for hiking using ground and drone surveys // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020. V. 9 (4). P. 221–238. https://doi.org/10.3390/ijgi9040221