УДК 91:004(06)

ГИС-АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТКА МАРШРУТА EUROVELO-2

А. А. Хританькова
кафедра почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, г. Минск, anastasica06.10@gmail.com

Н. В. Ковальчик
к.г.н., доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета

Н. В. Жуковская
к.г.н., доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета

Использование геоинформационных технологий в системе планирования туристических маршрутов способствует обеспечению комфортного отдыха туристов. Критерии эффективности маршрута изучались с применением методов ГИС-анализа. Оценка туристической эффективности участка веломаршрута выполнялась с помощью экспертной бальной оценки и метода иерархий Саати. С целью повышения эффективности предложены дополнительные ответвления веломаршрута. Выявлено, что рассматриваемый маршрут на территории Беларуси в достаточной мере подходит для велотуризма, так как не сложен, проходит по живописной местности, комфортен с точки зрения наличия инфраструктуры и туристических объектов. Участок Минск – Борисов является наиболее туристически эффективным (31,54%) по выделенным критериям.

Ключевые слова: веломаршрут; Eurovelo-2; ГИС-анализ; оценка туристической привлекательности; эффективность маршрута.

Географические информационные технологии (ГИС) достаточно долгое время используются для создания карт. Но возможности использования ГИС значительно шире. В частности, используя аналитические методы ГИС можно выявлять, какими факторами обусловлено местоположение объектов, какие между ними существуют связи и др. ГИС-анализ является процессом поиска пространственных закономерностей в распределении данных и взаимосвязей между объектами [1]. Использование методов результативно и при исследовании туристского потенциала территорий.

Маршрут Eurovelo-2 на протяжении 600 км проходит по территории Беларуси [2]. Целью исследования было дать обзорную характеристику белорусского участка, оценить его туристическую эффективность с использованием методов ГИС-анализа и предложить дополнительные ответвления веломаршрута. Под оценкой туристической эффективности маршрута понимается то, насколько комфортно, безопасно, познавательно, с наименьшей затратой физических усилий велосипедист может его преодолеть [3]. В предлагаемой методике учитываются критерии

оценки: сложность прохождения, безопасность, удобство и комфорт прохождения, туристическая привлекательность. Сложность прохождения маршрута зависит от неровностей земной поверхности и качества покрытия на участках дорог. Безопасность определяется исходя из показателей интенсивности автомобильного движения на дорогах маршрута, освещения, наличия пунктов для ремонта велосипеда, пунктов специальных служб (милиция, скорая помощь). Удобство и комфорт прохождения маршрута зависят от доступности необходимых объектов инфраструктуры (точки питания, банкоматы, жилье и др.). Привлекательность маршрута оценивается по достаточному количеству точек туристического интереса [4]. Дополнительные варианты участков предлагаются исходя из оценки эффективности маршрута.

В рамках данной работы рассматриваются участки маршрута Минск – Борисов (разработанный) и Борисов – граница с РФ (предварительный вариант). Туристическая оценка эффективности участка веломаршрута Eurovelo-2 от г. Минска до границы с РФ выполнялась двумя способами: экспертной бальной оценки и методом иерархий Саати.

Туристическая оценка эффективности участка с помощью экспертной бальной оценки. Для выполнения оценки были использованы данные: цифровая модель рельефа WorldDEM™ от Airbus, слой маршрута Eurovelo-2, взятый с открытого ресурса OpenStreetMap (OSM) [5]. Чтобы оценить уклоны местности по маршруту, были использованы цифровая модель рельефа Беларуси и линейный объект маршрута и выполнены операции с помощью инструментария ArcGIS: перевод линейного объекта в точечный, извлечение значений абсолютных высот из растра в точки, определение уклонов [6]. В основном для анализируемых участков уклоны не превышают 30˚, что относит их к маршрутам I категории сложности. Чтобы определить качество дорог, выполнена типизация покрытия автодорог по данным OSM. Также учитывались велодорожки, жилые зоны, улицы между жилых зон. На изучаемом отрезке маршрут проходит преимущественно по автодорогам регионального и местного значения, на территории городов используются велодорожки вне жилых зон. Для оценки безопасности маршрута была определена средняя интенсивность транспортного движения по дорогам представленных типов: primary (34% маршрута), secondary (36% маршрута), tertiary (24%), то есть большая часть маршрута проходит по автомобильным дорогам с интенсивностью движения от 200 до 6000 авт./сутки. Эта величина соответствует среднему уровню интенсивности движения на автодорогах. Специальные службы (скорая медицинская помощь, милиция) локализованы в основном в городах, расстояния между которыми иногда превышают 60 км, что снижает уровень безопасности маршрута. Велосипедные сервисы распространены преимущественно в Минске, что также снижает уровень безопасности. В целом уровень безопасности маршрута можно оценить, как ниже среднего. Для оценки удобства и комфорта прохождения маршрута было проанализировано местоположение объектов инфраструктуры и точек туристического интереса. За показатель максимального отклонения от пути была

принята 5-ти километровая буферная зона, в ее пределах оценено размещение объектов. Основными ядрами маршрута с объектами инфраструктуры являются гг. Минск, Логойск, Борисов, Толочин, Орша, Дубровно. В пределах пригородной зоны г. Минска тоже хорошо развита сеть инфраструктурных объектов.

Далее полученные результаты были сведены бальным методом в общую оценку эффективности маршрута. Баллы оценки по отдельным критериям были определены экспертным методом, где: 0 – критерий не выражен; 1 – критерий выражен слабо; 2 – критерий выражен ниже среднего; 3 – критерий выражен средне; 4 – критерий выражен выше среднего; 5 – критерий выражен сильно. Результаты экспертной бальной оценки приведены в таблице 1. На основе выполненного анализа было предложено 3 варианта дополнительных ответвлений от установленного пути: Логойск – Жодино – Зембин; Борисов – Березинский заповедник – Холопеничи; Селява – биологический заказник Денисовичский для насыщения маршрута объектами туризма и сервиса.

Оценка туристической эффективности участка с помощью метода иерархий Саати. Так как данный метод относится к классу критериальных, он может совместить измеренные количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки [7]. С помощью метода выполнялся поиск самого туристически эффективного участка Evrovelo-2 на отрезке от г. Минска до границы с РФ. В качестве альтернатив были рассмотрены участки: Минск – Борисов; Борисов – Толочин; Толочин – Орша; Орша – Граница с РФ. В качестве критериев были выбраны: наличие неровностей земной поверхности; тип покрытия дорог; интенсивность движения; удобство инфраструктуры; туристическая привлекательность маршрута.

Матрица попарных сравнений была создана на основе таблицы оценки эффективности, созданной экспертным методом (таблица 1). Из матрицы попарных сравнений по критериям сделан вывод, что 45,09% влияния на эффективность веломаршрута приходится на критерий «Рельеф», затем 19,35% и 18,78% влияния – на критерии «Инфраструктура» и «Туризм» соответственно.

Наименьшая доля влияния приходится на критерии «Покрытие» и «Безопасность» (таблица 2). Далее были определены веса альтернатив с помощью умножения матрицы весов альтернатив по каждому критерию на вектор веса критериев. Полученные результаты расчетов приведены в таблице.

В итоге с помощью метода иерархий Саати было выявлено, что, несмотря на самый сложный рельеф, участок Минск – Борисов является наиболее туристически эффективным (31,54%) по выделенным критериям среди альтернативных участков маршрута (таблица 3).

Таблица 1 – Общая туристическая оценка эффективности участка веломаршрута Eurovelo-2 от г. Минска до границы с РФ

Критерий / Участок	Сложность прохождения маршрута, балл	Безопасность маршрута, балл	Удобство и комфорт прохождения, балл	Туристическая привлекательность маршрута, балл	Сумма баллов из 20
1. Минск – Борисов	**2** (большие перепады абсолютных высот и уклон земной поверхности больше 30˚, хорошее покрытие дорог)	**2** (большая интенсивность движения транспорта на дорогах 14000–6000 авт./сут.)	**5** (большая концентрация инфраструктурных объектов)	**5** (туристические объекты столицы, Прилепский ландшафтный заказник, Дубровинское вдхр., биологический заказник по воспроизводству беловежских зубров, родники Логойска)	**14**
2. Борисов – Толочин	**4** (небольшие перепады высот, хорошее дорожное покрытие)	**3** (средняя интенсивность транспорта 6000–200 авт./сут.)	**3** (средняя концентрация инфраструктурных объектов, небольшие расстояния между ними для велосипедов)	**3** (маршрут проходит через ландшафтный заказник «Селява»)	**13**
3. Толочин – Орша	**4** (небольшие перепады высот, хорошее дорожное покрытие)	**3** (средняя интенсивность транспорта 6000–200 авт./сут.)	**2** (слабая концентрация инфраструктурных объектов между ядрами)	**2** (маршрут не имеет объектов ООПТ республиканского значения, имеются геологические памятники природы местного значения)	**11**
4. Орша – Дубровно – граница с РФ	**4** (небольшие перепады высот, хорошее дорожное покрытие)	**2** (большая интенсивность движения транспорта на дорогах 14000–6000 авт./сут.)	**3** (средняя концентрация инфраструктурных объектов, проблемы с инфраструктурой рядом с границей)	**1** (маршрут не имеет значимых объектов ООПТ)	**10**

Таблица 2 – Итоговая матрица попарных сравнений по критериям

Критерий	Рельеф	Покрытие	Интенсивность	Инфраструктура	Туризм	Весовой коэффициент
Рельеф	0,48	0,24	0,20	0,66	0,66	0,4509
Покрытие	0,16	0,08	0,20	0,03	0,04	0,1026
Интенсивность	0,16	0,03	0,07	0,04	0,03	0,0652
Инфраструктура	0,10	0,41	0,20	0,13	0,13	0,1935
Туризм	0,10	0,24	0,33	0,13	0,13	0,1878

Таблица 3 – Итоговые веса альтернатив

Участок маршрута	Вес в долях	Вес в %
Минск-Борисов	0,32	31,54%
Борисов-Толочин	0,20	20,21%
Толочин-Орша	0,19	18,93%
Орша-Дубровно-граница с РФ	0,29	29,33%

Рисунок 1 – Оценка эффективности участка Eurovelo-2 «Минск – граница с РФ»

Выполненная оценка веломаршрута показала, что наиболее эффективным участком Eurovelo-2 является Минск – Борисов, хотя одновременно является самым сложным с точки зрения рельефа (рисунок 1). Туристической эффективности данного участка способствует большое количество инфраструктурных объектов, а также повышенная туристическая привлекательность как основная цель проекта Eurovelo-2 (Маршрут столиц).

В целом, рассматриваемый маршрут в достаточной мере подходит для велотуризма, так как не сложен в прохождении, наполнен красотой белорусских ландшафтов и комфортен с точки зрения наличия инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Митчелл Э. Руководство по ГИС-анализу. Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи. 2009. 171 с.
2. Eurovelo-2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eurovelo.by.
3. Шелмаков С.В., Галышев А.Б. Оценка безопасности и качества веломаршрута в районе Мякинино // Экономика. Экология. Безопасность: матер. Междунар. научно-практ. конференции; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа : РИК УГАТУ, 2020. 295 с.
4. Шелмаков С.В., Галышев А.Б. Оценка эффективности, безопасности и качества велосипедного и пешеходного маршрута: метод. указ. к практ. занятиям по курсу «Экотранспорт» М.: МАДИ, 2019. 60 с.
5. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.openstreetmap.org.
6. Курлович Д.М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси // Земля Беларуси. 2013. № 4. С. 42–48.
7. Курлович Д.М. ГИС-анализ и моделирование : учеб.-метод. пособие. Минск : БГУ, 2016. 168 с.g