



УДК 379.85+711.455
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-1-88-100

Анализ поведения туристов в условиях развития комплекса «Бирюзовая Катунь»: использование беспилотных аппаратов

Дунец А.Н., Крупочкин Е.П., Табакаева Е.М., Котельникова А.В.

Алтайский государственный университет
Россия, 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61

E-mail: dunets@mail.ru, evgeny.krupochkin@yandex.ru, tabakaevaem@mail.ru, natena-son@mail.ru

Аннотация. В статье представлен опыт использования съемки местности с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для пространственно-временного анализа туристских потоков на уровне туристского комплекса. Разработанная методика базируется на применении технологии беспилотной съемки и последующего цикла обработки с финализацией в виде локальной геоинформационной системы (ГИС), которая позволяет использовать при анализе дополнительную пространственную информацию. Апробирование методики проведено на ключевой территории в пределах туристско-рекреационной особой экономической зоны «Бирюзовая Катунь», расположенной в низкогорье Алтайского края. Для выбора участков съемки предварительно были выявлены аттракторы территории. Съемка проводилась в июле – августе 2022 года в выходные дни в течение четырех временных интервалов: с 9:00 до 12:00, с 13:00 до 14:00, с 14:00 до 15:00, с 16:00 до 18:00. Анализ тепловых карт позволил установить, что наблюдается положительная динамика числа туристов с 9:00 до 18:00, при этом наиболее резкий скачок отмечается в обеденное время в сравнении с полуднем (увеличение потока в 3,5). При анализе пространственного распределения потоков выявлено три ядра концентрации туристов в районе искусственного озера. Кроме этого, повышенная плотность туристов отмечается у бассейнов на турбазах с развитой инфраструктурой, а также в зоне сувениров и проката. Установлено, что погода в низкогорной части Алтая оказывает существенное влияние на интерес туристов к аттракторам. В этой связи для развития территории необходимо проектировать аттракторы и возможные туристские активности для разных погодных условий, в том числе межсезонья и зимнего периода.

Ключевые слова: туристская инфраструктура, туристский поток, аттракторы, туристско-рекреационное проектирование, БПЛА-съемка, ГИС

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта 22-27-00245 «Теоретико-методологические основы проектирования туристских территорий в условиях социально-экономических систем предгорных и горных территорий Алтая».

Для цитирования: Дунец А.Н., Крупочкин Е.П., Табакаева Е.М., Котельникова А.В. 2023. Анализ поведения туристов в условиях развития комплекса «Бирюзовая Катунь»: использование беспилотных аппаратов. Региональные геосистемы, 47(1) 88–100. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-88-100

Unmanned Aerial Vehicles for Analyzing the Behavior of Tourists on the "Biruzovaya Katun"

**Alexander N. Dunets, Evgeny P. Krupochkin, Evgeniya M. Tabakaeva,
Anastasiya V. Kotelnikova**

Altai State University
61 Lenin Avenue, Barnaul 656049, Russia,

E-mail: dunets@mail.ru, evgeny.krupochkin@yandex.ru, tabakaevaem@mail.ru, natena-son@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to develop a methodology for using UAVs to analyze the spatial behavior of tourists at the level of the tourist complex. The key area for testing the methodology is the territory

of the special economic zone of the tourist and recreational type "Turquoise Katun", located in the low mountains of the Altai Territory. The collection of data on the movements of visitors was carried out in July-August 2022 using UAV surveys on weekends during four time intervals: from 9:00 am to 12:00 pm, from 1:00 pm to 2:00 pm, from 2:00 pm to 3:00 pm, from 4:00 pm to 6:00 pm on the key area of the tourist complex. The territory for the UAV survey was chosen taking into account the presence of attractors. As a result of photogrammetric processing of images, a digital elevation model and a series of orthophotomaps were built in the WGS-84 coordinate system corresponding to the given observation time intervals. On the basis of the collected spatial data, heatmaps of the density of tourist flows were constructed and their analysis was carried out, incl. comparison with attractors. The obtained spatial data are integrated into the GIS project, which greatly expands the possibilities for analysis. The advantages of using this technology are spatial referencing of images (each image has its own coordinates and time); high reliability (photogrammetric processing technology provides high accuracy of spatial processing results); efficiency of the entire cycle of work. An analysis of heatmaps showed that there is a positive trend in the number of tourists from 9:00 am to 6:00 pm, with the sharpest increase observed at lunchtime compared to noon (an increase in flow of 3.5). Three spots of tourist concentration were identified in the area of the artificial lake, which is determined by the landscape attractiveness of the western and eastern shores of the lake and the presence of a beach area for families with children in the northwestern part of the lake. In addition, an increased density of tourists is observed near the pools at camp sites with developed infrastructure, as well as in the area of souvenirs and rentals. It has been established that the weather in the low-mountainous part of Altai has a significant impact on the interest of tourists in attractors. In this regard, when developing the territory of the tourist complex, it is necessary to design attractors and possible tourist activities for different weather conditions, including the off-season and the winter period.

Keywords: tourist facilities, tourist flow, attractors, tourist and recreational design, UAV survey, GIS

Acknowledgements: The work is supported by Russian Science Foundation in within the framework of the scientific project 22-27-00245 «Theoretical and methodological foundations for the design of tourist territories in the conditions of socio-economic systems of the foothill and mountainous territories of Altai».

For citation: Dunets A.N., Krupochkin E.P., Tabakaeva E.M., Kotelnikova A.V. 2023. Unmanned Aerial Vehicles for Analyzing the Behavior of Tourists on the "Biruzovaya Katun". *Regional Geosystems*, 47(1): 88–100. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-88-100

Введение

Исследование поведения туристов – один из актуальных, но недостаточно изученных вопросов в условиях развития туристско-рекреационных комплексов [Колбовский, Морозова, 2010]. Важнейшим направлением формирования индустрии является знание моделей поведения человека, что позволяет выявлять потребности в развитии туристской инфраструктуры, а также имеет большое значение при проектировании территорий [Кружалин и др., 2019]. Существуют различные подходы к изучению туристских потоков. Традиционным методом являются анкетные опросы для выявления пространственных предпочтений туристов [Мартышенко, 2011]. При всех достоинствах метод отличается определенной долей субъективности, так как получаемые ответы могут быть не всегда искренними или полными по сравнению с методом наблюдения. Среди инструментальных методов изучения туристских потоков преобладает количественный учет передвижения людей с помощью данных операторов сотовой связи [Qin et al., 2019; Калининская и др., 2021], что, безусловно, важно, но не всегда дает сведения о качественных признаках, в том числе об объектах, привлекающих людей на уровне туристской местности или комплекса. Обзор пространственных моделей маршрутов, представленный в работе [Голомидова, Чученкова, 2019], показывает, что в них перемещение посетителей рассматривается с достаточно высокой степенью обобщения (на уровне стран или городов). Однако для проектирования на уровне туристского комплекса или местности особенно важно изучение поведения туристов с точки зрения выбора ими конкретных аттракторов – объектов, представляющих для них



интерес и формирующих цели посещения. Эта задача отчасти может быть решена в процессе непосредственного визуального наблюдения туристского поведения [Джанджугазова, 2019], хотя и требует больших трудозатрат и имеет более низкую точность по сравнению с инструментальными методами наблюдения.

Значительный потенциал для применения в сфере проектирования объектов туризма имеют работы, выполненные А.Г. Большаковым и А.А. Ануфриевым [2015], который разработал методику анализа пространственного поведения людей в городской местности (на площадях, бульварах и т. д.) на основе анализа космоснимков [Нямдорж и др., 2018]. К сожалению, ее применение ограничено невозможностью углубленного анализа временных изменений поведения людей (например, в течение дня). Опыт применения БПЛА-съемки для оценки туристского потенциала территорий и других задач описан в работах [Borkowski, Młynarczyk, 2019; Sestras et al., 2020; Kandrot et al., 2022; Tumová et al., 2022].

Таким образом, целью наших исследований является разработка новой методики выявления пространственного разнообразия туристского поведения в масштабе туристского комплекса, основанной на технологии БПЛА-съемки.

Ключевые задачи:

1. Выявить границы территориального объекта исследования в рамках модельной территории особой экономической зоны туристско-рекреационного типа «Бирюзовая Катунь».

2. Разработать технологию съемки, программирования и исполнения полетного задания для БПЛА с целью получения объективных данных о распределении туристов.

3. Разработать серию ГИС-моделей в виде карт тепловых потоков на исследуемый модельный участок.

4. Выявить основные закономерности и причинно-следственные связи поведения туристов на подобных территориях.

Объекты и методы исследования

На основе ресурсного подхода развитие туристских территорий связано с выявлением и использованием участков с наибольшим рекреационным потенциалом. Считается, что наибольшую привлекательность имеют участки на стыке разных природных сред (вода – суша, горы, лес)¹. Ресурсно-географический подход позволяет соотнести ценность туристских ресурсов и их использование туристами.

Изучать туристское пространство и распределение туристских потоков можно на основе комплексного подхода. Посетители не могут быть равномерно распределены по всей территории. На пространственное размещение потока влияют туристские аттракторы, инфраструктура, психолого-поведенческие характеристики людей. Территориальная организация является важнейшей составляющей развития территориального туристского комплекса [Orperman, 1993]. Комплексный подход позволяет совершенствовать взаимосвязи между территориальными структурами [Мироненко, 2005].

На примере ключевой территории в Бирюзовой Катуне выявлялось пространственное размещение туристских ресурсов, аттракторов и потребителей туристских услуг. Для этого важно было провести исследования перемещений людей в течение суток. Для проведения работ отбирались выходные дни с хорошей погодой, что позволило выявить «ядра» притяжения туристов.

Апробированный нами метод исследования поведения людей базируется на технологии БПЛА-съемки в разные интервалы времени в пределах изучаемой территории,

¹ Кусков А.С., Иванов А.В., Яшков И.А., Ширинкин П.С. 2011. Туристское ресурсоведение. Москва, Университетская книга, 352 с.

а также последующей фотограмметрической и тематической обработке. Начало работы с БПЛА-комплексом предполагает подготовку и настройку оборудования, настройку программного обеспечения (программа управления полетным заданием) и калибровку (при необходимости). Летно-съёмочные работы производились с помощью двух аппаратов: БПЛА мультироторного типа *DJI Inspire-1*; БПЛА мультироторного типа *DJI Mini 2*. Непосредственно сам съёмочный процесс включал два вида съёмки – съёмка в свободном режиме и съёмка в режиме перекрытия в пределах указанной зоны.

Фотограмметрическая обработка снимков выполнялась *Agisoft Metashape Professional Edition* и включала пять этапов: создание фотограмметрического проекта; построение системы связующих точек для выравнивания фотографий и отбраковки плохих кадров; корректировка системы координат и оптимизация выравнивания позволяет производить измерения объема или площади поверхности, экспортировать построенные модели в ГИС; построение плотного облака точек; построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана.

Карта высот является необходимым условием для построения ортофотоплана, поскольку значения высот учитываются при ортокоррекции полученного изображения – мозаики.

Результатом фотограмметрической обработки является серия планов в системе координат WGS-84, соответствующая заданным интервалам времени. Предварительное наблюдение за потоками позволило нам экспериментальным путем выделить интервалы съёмки с 9:00 по 18:00 с учетом количественного и пространственного изменения потока туристов. Это позволило получить наборы исходных пространственных данных для ГИС, на основе которых возможны построение и анализ «тепловых потоков», т. е. плотности размещения туристов.

Результаты и их обсуждение

Инвестиционный проект Бирюзовой Катунки представляет собой вновь созданную туристскую территорию, развитие которой происходило в удаленной от существующих дорог части в нижнем течении р. Катунки. Основными характеристиками данной местности являются наличие реки со значительной скоростью течения и природного ландшафта – низкогорий, покрытых сосново-березовым лесом, и сенокосов на открытых участках горных долин. Развитие карстовых форм обусловило привлекательность этой территории для спелеотуристов и экскурсантов. Климат здесь континентальный с теплым летом и относительно холодной зимой. Средняя температура в январе (самый холодный месяц) -18°C , в июле $+19^{\circ}\text{C}$. Снег выпадает в конце ноября и устойчиво лежит до конца марта. Высота снежного покрова достигает 88 см [Харламов, 2015; Харламова, 2017]. Такие условия позволяют развивать здесь разнообразные виды туризма. Однако подобные условия имеются на большой территории в низкогорьях Алтая. Отсутствие достаточного количества водных объектов с теплой водой обусловило локализацию туристского потока в местах благоприятных для отдыха у воды и купания. Поэтому центральным объектом в Бирюзовой Катунки стал искусственно созданный водоем.

На этой территории к настоящему времени сформирован туристско-рекреационный комплекс, включающий искусственный водоем, гостиничные комплексы, парк экстремальных развлечений, выставочные помещения, магазины, кафе и др. Бирюзовая Катунка находится еще на стадии развития и важно выявить, как существующие аттракторы обеспечивают привлекательность сформированного туристского пространства. Для этого необходимо проанализировать пространственное поведение туристов на территории комплекса и оценить привлекательность существующих туристских объектов (аттракторов).



Для выявления востребованности созданной туристской инфраструктуры проведен анализ соотношения аттракторов и распределения туристов на ключевом участке Бирюзовая Катунь.

Ключевым аттрактором территории является искусственный водоем – центр притяжения туристов. На протяжении его береговой линии общей площадью акватории 4,5 га находится пляж. Более широкая полоса пляжа располагается на западной и северо-западной стороне водоема. В северной части работает аквапарк, представляющий из себя водные горки, расположенные напротив друг друга. Расширение водоема в северо-западной части в сочетании с небольшой глубиной создает условия для отдыха семей с детьми.

Водоем имеет вытянутую форму и любой его берег может использоваться как пляж. Однако сочетание аттракторов и пейзажная привлекательность, которая является одним из главных критериев эстетической привлекательности территории, влияют на распределение туристского потока [Дирин, 2007; Дирин, Попов, 2010]. Основная часть пляжа обращена в сторону Катунь и горного хребта. Открывающийся вид концентрирует в себе множество разных элементов, что дает преимущество при выборе места отдыха. Пейзажное разнообразие влияет также и на размещение кафе, которые построены на западной стороне водоема, находятся прямо за пляжем и отделены прогулочной дорожкой. На пляже расположены шезлонги, точки проката сап-досок и катамаранов, торговые точки с прохладительными напитками.

Полоса пляжа с восточной стороны чуть меньше, чем на западной стороне. Сразу за пляжем находится ограждение, отделяющее зону прогулок от берега р. Катунь. Здесь посажены деревья и кустарники, которые создают условия для более спокойного отдыха.

К юго-востоку от водоема располагаются две спортивных площадки, одна из которых – корт для большого тенниса. Площадки отделены от озера не только забором, но и посадками деревьев.

Северная часть водоема является главным входом на водный объект для посетителей, приехавших на автомобилях. Здесь находятся две крупные парковки. Одна из них – место старта мотодельтопланов и привлекает внимание посетителей.

Подходы к р. Катунь со стороны искусственного озера ограничены забором в целях безопасности. Большинство туристов подходят к реке с южной стороны озера от подвесного моста, который соединяет Бирюзовую Катунь с Чуйским трактом – основной туристической автодорогой Алтая. Малые архитектурные формы в парковой зоне в сочетании с мостом и берегом реки популярны для фотографирования, однако здесь нет постоянного потока пеших туристов.

Важным аттрактором является двухэтажная художественная галерея «Простор» в 300 м от южной части озера, где можно ознакомиться с постоянными и временными экспозициями, арт-объектами. Рядом работают ресторан и торговая зона.

Аттракторами также выступают открытые бассейны на территории гостиниц, находящихся не так далеко от озера, преимущественно на западной стороне от береговой линии водоема.

Основные объекты туристской инфраструктуры в зоне исследования показаны на фрагменте карты 2ГИС (рис. 1). Выявление аттракторов на ключевой территории исследования необходимо для определения закономерностей распределения туристского потока. В июле – августе 2022 года проведено изучение распределения туристов. Установлено, что важным фактором, влияющим на количество туристов, являются погодные условия. Выбор выходных дней для проведения БПЛА-съемки был необходимым элементом для получения достоверной информации.



Рис. 1. Ключевой участок на территории туристского комплекса «Бирюзовая Катунь» (<https://2gis.ru/>)
Fig. 1. Key section on the territory of the tourist complex "Turquoise Katun" (<https://2gis.ru/>)

Выявление аттракторов стало основой для определения территории, на которую необходимо было сделать полетное задание для БПЛА. Съемка проходила в теплые дни без осадков, при дневной температуре +25 °С.

После проведения БПЛА-съемки материалы были собраны в одном ГИС-проекте. На основе классификации и последующей ручной корректировки мозаик (ортофотопланов) созданы наборы векторных точечных слоев (вес одной точки: 1 точка = 1 человек), построена серия тепловых карт, отражающих потоки внутри ключевого участка. Все основные операции апробируемой технологии отражены на схеме (рис. 2).

При создании тепловых карт использовался алгоритм «Плотность ядер». Данный алгоритм позволяет вычислить плотность точечных объектов вокруг каждой ячейки выходного растра. По завершении эксперимента построена серия тепловых карт (пример, карта рис. 3), составлена таблица с результатами статистической обработки численности людей в пределах ОЭЗ ТРК «Бирюзовая Катунь» (табл.).

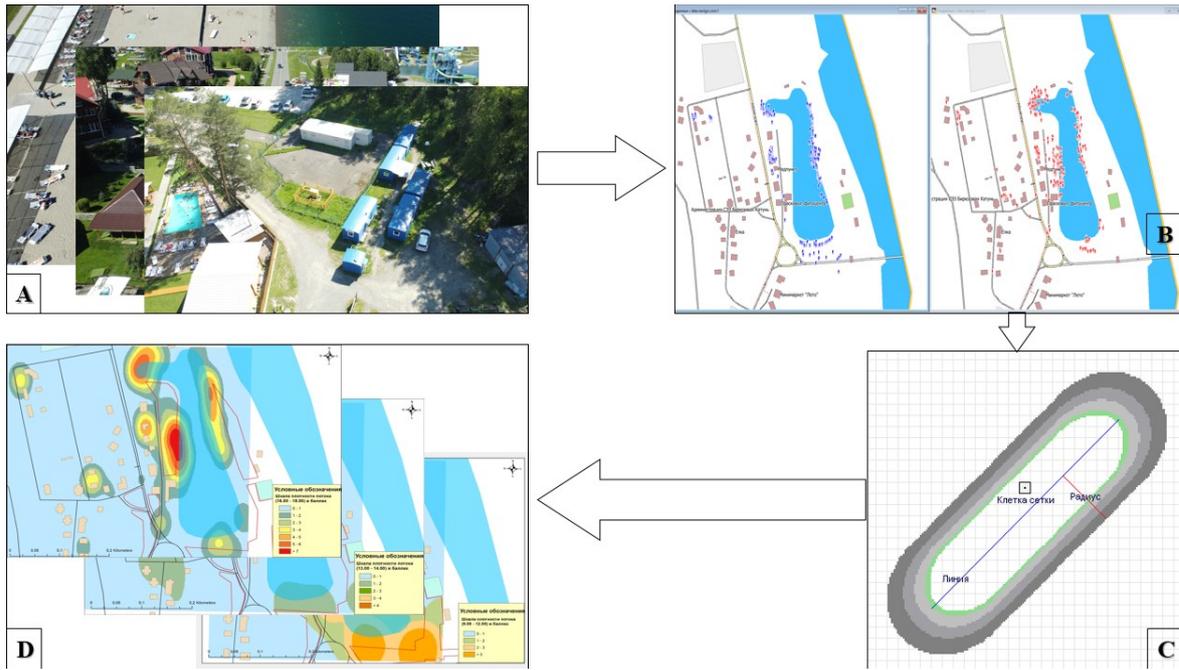


Рис. 2. Технологическая схема построения тепловых карт туристских потоков, реализованная на основе материалов БПЛА-съемки: А – исходные наборы снимков, В – примеры обработанных снимков с векторными наборами слоев точек в ГИС (1 точка = 1 человек), С – применение алгоритма «Плотность ядер», D – заключительный результат обработки

Fig. 2, Technological scheme for constructing heatmaps of tourist flows, implemented on the basis of UAV survey materials: A – initial sets of images, B – examples of processed images with vector setsof point layers in GIS (1 point = 1 person), C – application of the "Density of cores" algorithm, D – the final processing result

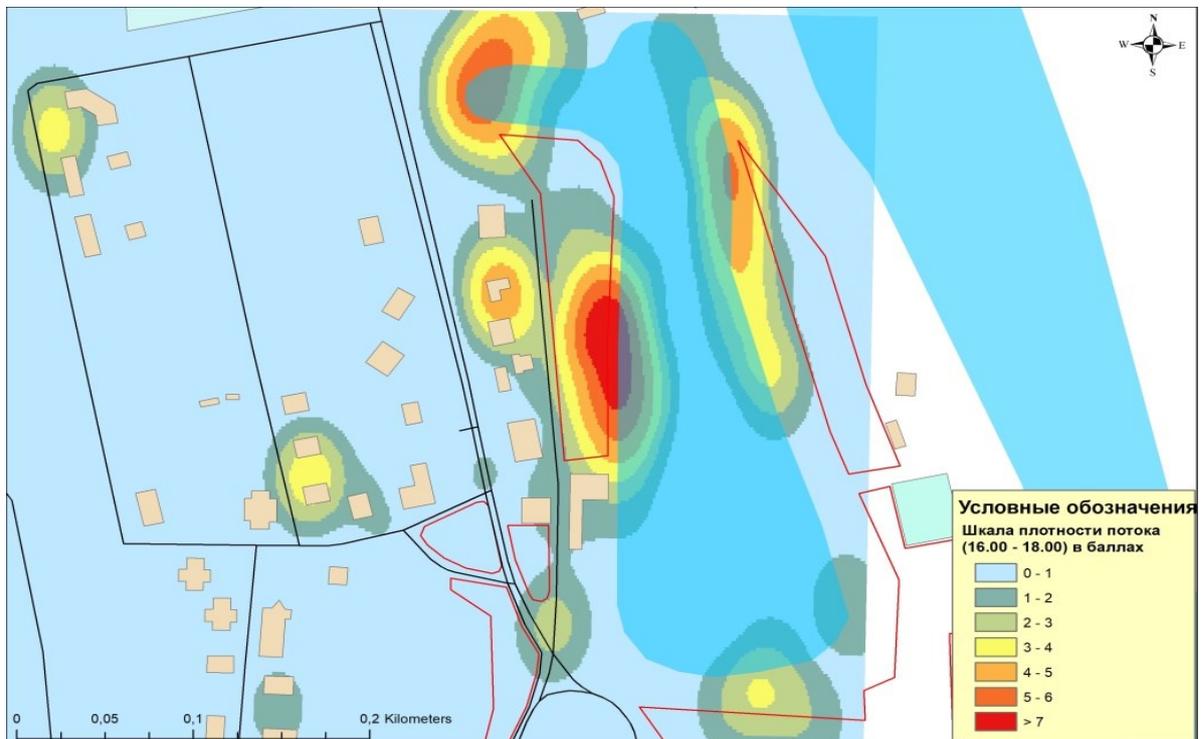


Рис. 3. Фрагмент тепловой карты для ключевого участка на территории туристского комплекса «Бирюзовая Катунь» (для интервала с 16:00 до 18:00)

Fig. 3. A fragment of a heatmap for a key section on the territory of the tourist complex "Turquoise Katun" (for the interval from 4 pm to 6 pm)

Результаты статистической обработки данных о численности людей
в пределах туристско-рекреационной особой экономической зоны «Бирюзовая Катунь»,
выявленных с помощью БПЛА-съемки
The results of statistical processing of data on the number of people within the tourist and recreational
special economic zone "Turquoise Katun" identified by UAV survey

Интервал	Число людей	Места концентрации (ядра)	География «ядер» концентрации людей
9:00–12:00	37	Пляжная зона, кафе, прогулочные дорожки	Нет явных центров, слабая концентрация
13:00–14:00	141 (прирост – 3,8)	Пляжная зона (включая водную акваторию), Зоны отдыха гостиничных комплексов, Кафе, рестораны	Формирование аттракторов вблизи гостиничных комплексов и кафе
14:00–15:00	314 (прирост – 2,2)	Пляжная зона (включая водную акваторию), зоны отдыха прибрежных и отдаленных гостиничных комплексов	Дифференциация аттракторов, формирование нескольких ядер
16:00–18:00	412 (прирост – 1,3)	Пляжная зона (включая водную акваторию), все виды гостиничных комплексов, кафе и рестораны	Общее изменение потока в сторону акватории, слияние ядер в прибрежной зоне, формирование нескольких мелких, но устойчивых ядер в западной (не прибрежной) части территории, не привязанной к озеру

Анализ тепловых карт позволил установить следующие закономерности в распределении потоков и предпочтениях туристов. Во-первых, наблюдается положительная динамика числа туристов с 9:00 до 18:00, при этом наиболее резкий скачок отмечается в обеденное время в сравнении с полуднем (увеличение потока в 3,5). Анализ разновременных снимков (сгруппированных по интервалам) позволил выявить несколько ядер концентрации. К аттракторам относятся: пляжная зона с акваторией искусственного озера; пункты питания (кафе, рестораны); бассейны и зоны отдыха, расположенные вблизи гостиничных комплексов; прогулочные дорожки около сувенирных павильонов и парковая зона с малыми архитектурными формами.

Более детальный анализ по временным интервалам позволяет обнаружить следующие пространственные закономерности: с 9:00 до полудня фиксируется наименьшее количество туристов, особенно на пляже и в парковых зонах. Преимущественно люди сосредоточены в кафе и на прогулочных дорожках, парковой зоне. В обеденное время до 14:00 наблюдается концентрация в трех локациях: особенно на берегу озера, у летних кафе и на территории некоторых гостиничных комплексов с бассейнами. В интервале до 15:00, при сохранении общей закономерности, происходит дифференциация потоков на несколько «ядер концентрации»: в пляжной зоне, гостиничной зоне отдыха в северной части территории и у сувенирных павильонов с местами проката. В интервале до 16:00 происходит дальнейшее разбиение уже выделенных «ядер концентрации» на более мелкие за счет усиления мощности потока, а также более четко выделяется новое ядро – непосредственно прибрежная акватория, особенно северо-западная точка и более линейная восточная зона озера. Данная тенденция, особенно сдвиг потока непосредственно в акваторию,



наблюдается до 18:00. При этом отмечается заполнение береговой зоны практически со всех сторон. Наряду с этим выделяется несколько небольших тепловых ядер в местах нахождения бассейнов рядом с кафе.

Таким образом, распределение туристского потока по ключевому участку определяется наличием развитой инфраструктуры пляжа в сочетании с пейзажной привлекательностью западного и восточного берегов озера, наличием пляжа для семей с детьми в северо-западной части озера. Основная зона прогулок вдоль западной части озера – от парковки до кафе и ресторанов, далее, к южной части, до сувениров и парковой зоны. Формирование ядер плотности также характерно у мест с концентрацией инфраструктуры развлечения (бассейны, беседки, игровые площадки).

Для низкогорной зоны Алтая в летний период характерна частая смена погоды. Распределение туристов на ключевом участке Бирюзовой Катуни с центром «искусственное озеро» является характерным для теплой погоды без дождя. В остальное время отдых туристов в долине Катуни связан с экскурсиями, отдыхом на турбазе (в гостинице), кратковременными прогулками по берегу реки. Скопление туристов характерно в местах основных экскурсионных объектов (Тавдинские пещеры на Бирюзовой Катуни), местах продажи сувениров, на аттракционах и в парковых зонах. Например, даже при условии солнечной погоды, но с температурой воздуха до +20 °С, картина распределения турпотока меняется. Искусственное озеро в такие периоды может посещать небольшое количество туристов и только для прогулок.

Погода в низкогорной части Алтая оказывает существенное влияние на интерес туристов в выборе аттракторов. Холодная река Катунь с быстрым течением не пользуется большой популярностью на территории ключевого участка в сравнении с другими аттракторами.

Для развития территории необходимо учитывать перечень аттракторов и возможных туристских активностей в разных погодных условиях, в том числе в межсезонье и в зимний период. Создание туристских проектов в расчете на хорошую погоду летнего периода не оправдано. Развитие туристских комплексов возможно через создание инфраструктуры, которая будет соответствовать запросам туристов в разные сезоны. Для анализа пространственно-временного поведения туристов на туристско-рекреационной территории апробирована новая методика, которая базируется на применении технологии беспилотной съемки и последующего цикла обработки с финализацией в виде локальной ГИС.

К преимуществам данной технологии относятся: пространственная привязка снимков (каждый снимок имеет свои координаты и время); высокая достоверность (технология фотограмметрической обработки дает высокую точность результатов пространственной обработки); оперативность выполнения всего цикла работ.

Заключение

В работе предложен и апробирован новый методический подход анализа поведения туристов в масштабе туристского комплекса (на примере ОЭЗ «Бирюзовая Катунь»), базирующийся на методах географии, геоинформатики и фотограмметрии. Ключевым звеном предлагаемой технологии сбора и анализа данных является применение беспилотного летательного аппарата для пространственно-временного анализа туристских потоков на уровне туристского комплекса с последующим построением моделей и соотносением их с аттракторами.

Технология пространственно-временного анализа тепловых потоков, согласно представленной схеме (см. рис. 2), основана на реализации соответствующего ГИС-проекта, функциональными задачами которого являются:

– аккумулялирование результатов БПЛА-съемки в единой системе координат в пределах указанных границ области обработки;

- подключение любой пространственной информации к проекту, облегчающему построение аналитики и выявление закономерностей;
- идентификация людей и создание набора векторных слоев (точек) в заданной системе весов;
- алгоритмизированная обработка точек для построения тепловых карт;
- создание и анализ серии тепловых карт, отражающих потоки внутри локальной туристско-рекреационной зоны.

В результате комплекса проведенных работ, прежде всего, выполнен сбор всех имеющихся данных для моделируемой территории. Собраны в одном ГИС-проекте материалы многодневных и разновременных (интервальных) наблюдений в виде набора снимков и облака точек. Далее на основе классификации и последующей ручной корректировки мозаик (ортофотопланов) созданы наборы векторных точечных слоев (вес одной точки: 1 точка = 1 человек), построена серия тепловых карт, отражающих потоки внутри туристского комплекса.

Проведенные исследования позволили выявить пространственно-временные особенности поведения туристов на ключевом участке туристско-рекреационного комплекса Бирюзовая Катунь. Выявлено три ядра концентрации посетителей в районе искусственного озера. Повышенная плотность туристов фиксируется у бассейнов на турбазах с развитой инфраструктурой, а также в зоне продажи сувениров и проката.

Основные результаты исследования:

- разработана новая методика выявления пространственного разнообразия туристского поведения в масштабе туристского комплекса, основанной на технологии БПЛА-съемки;
- в рамках предлагаемой методики апробирована технология съемки, программирования и исполнения полетного задания для БПЛА с целью получения объективных данных о распределении туристов;
- построена серия ГИС-моделей тепловых потоков, отражающих поведение туристов в пределах исследуемой территории;
- выявлены основные закономерности и причинно-следственные связи поведения туристов в разные интервалы времени;
- на основе полученных данных проведено изучение размещения аттракторов, их привлекательности для туристов, проанализированы основные перемещения туристов в течение дня.

В заключение следует отметить инновационный характер предложенного методического подхода к анализу туристских потоков и моделирования поведения туристов. К его основным преимуществам относятся:

- 1) оперативность получения новых данных;
- 2) высокая точность пространственной и временной привязки;
- 3) возможность анализа обработанных материалов в любой ГИС-системе;
- 4) возможность дополнения и соотнесения с любой количественной информацией, полученной из других источников;
- 5) возможность построения динамических моделей, таких как «тепловые потоки»;
- 6) малые материальные затраты на получение объективной информации в сравнении с классическими методами наблюдения, для которых необходимо привлечение большого количества специалистов, сил и материальных ресурсов.

Основным недостатком является зависимость от погодных условий, однако эта проблема устраняется проведением оперативной съемки, например, в промежутке между интенсивными осадками. Другим выходом из ситуации является перенесение запланированных полетов на другой день, что не требует перепрограммирования полетного задания.

Список литературы

- Большаков А.Г., Ануфриев А.А. 2015. Пространственное поведение как основа организации структуры архитектурного пространства на примере городских площадей. Вестник Иркутского государственного технического университета, 7(102): 127–148.
- Голомидова Е.С., Чученкова О.А. 2019. Отечественные и зарубежные концепции в географии туризма. Псковский регионологический журнал, 3(39): 110–127.
- Джанджугазова Е.А. 2019. Туристская привлекательность объектов культурного наследия на особо охраняемых туристских территориях. Культурологический журнал, 1(35): 1–9.
- Дирин Д.А. 2007. Оценка и рекреационное использование пейзажно-эстетических ресурсов Усть-Коксинского района Республики Алтай. Новосибирск, Издательство Сибирского отделения РАН, 206 с.
- Дирин Д.А., Попов Е.С. 2010. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор. Известия Алтайского государственного университета, 3–2(67): 120–124.
- Калинская А.В., Асеева Д.В., Добродомова Т.Н. 2021. Использование различных методов статистического сбора и анализа пространственно-временных данных в туризме как способ повышения уровня экономической безопасности государства. Научное обозрение. Экономические науки, 3: 10–14.
- Колбовский Е.Ю., Морозова В.В. 2010. Рекреационная география и территориальные аспекты формирования туристского продукта в России. Ярославский педагогический вестник, 3(3): 100–105.
- Кружалин В.И., Шабалина Н.В., Цыщук Е.А. 2019. Научно-методические подходы к туристско-рекреационному проектированию: муниципальный уровень. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 3: 9–26. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-9-26.
- Мартышенко Н.С. 2011. Оценка пространственного распределения туристов в Приморском крае в высокий сезон. Практический маркетинг, 8(174): 17–25.
- Мироненко Н.С. 2005. Эволюция моделей в рекреационной географии. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 11: 326–330.
- Нямдорж Н., Смолин Е.Е., Большаков А.Г. 2018. Пространственное поведение как основа организации благоустройства территории бульваров на примере г. Иркутска. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость, 8(1(24)): 208–221.
- Харламов С.В. 2015. Условия формирования новой туристской дестинации в постсоветский период на территории Алтайского края. Вестник Кемеровского государственного университета, 2–7(62): 130–133.
- Харламова Н.Ф. 2017. Бирюзовая Катунь. В кн.: Туристская энциклопедия регионов России. Том. 1. Алтайский край. Барнаул, Апостроф: 114–116.
- Borkowski G., Młynarczyk A. 2019. Remote Sensing Using Unmanned Aerial Vehicles for Tourist-Recreation Lake Evaluation and Development. Quaestiones geographicae, 38(1): 5–14. DOI: 10.2478/quageo-2019-0012
- Kandrot S., Hayes S., Holloway P. 2022. Applications of Uncrewed Aerial Vehicles (UAV) Technology to Support Integrated Coastal Zone Management and the UN Sustainable Development Goals at the Coast. Estuaries and Coasts, 45: 1230–1249. DOI: 10.1007/s12237-021-01001-5
- Oppermann M. 1993. Tourism Space in Developing Countries. Annals of Tourism Research, 20(3): 535–556. DOI: 10.1016/0160-7383(93)90008-Q
- Qin S., Man J., Wang X., Li C., Dong H., Ge X. 2019. Applying Big Data Analytics to Monitor Tourist Flow for the Scenic Area Operation Management. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2019: 1–11. DOI: 10.1155/2019/8239047
- Sestras P., Rosca S., Bilasco S., Nas S., Buru S.M., Kovacs L., Spalevic V., Sestras A.F. 2020. Feasibility Assessments Using Unmanned Aerial Vehicle Technology in Heritage Buildings: Rehabilitation-Restoration, Spatial Analysis and Tourism Potential Analysis. Sensors, 20(7): 2054. DOI: 10.3390/s20072054
- Tumová D., Pančíková L., Varmus M., Dikošová E. 2022. Prediction Models in The Managerial Decision-Making on The Application of UAVs in Tourism. Journal of Eastern Europe Research in Business and Economics, 2022: 1–12. DOI: 10.5171/2022.968089

References

- Bolshakov A.G., Anufriev A.A. 2015. Spatial Behavior as a Basis of Architectural Space Structure Organization for the Case of Urban Squares. Proceedings of Irkutsk State Technical University, 7(102): 127–148 (in Russian).
- Golomidova E.S., Chuchenkova O.A. 2019. Domestic and Foreign Concepts in the Geography of Tourism. Pskov Journal of Regional Studies, 3(39): 110–127 (in Russian).
- Dzhandzhugazova E.A. 2019. Tourist Attractiveness of Cultural Heritage Sites in Specially Protected Tourist Areas. Journal of cultural research, 1(35): 1–9 (in Russian).
- Dirin D.A. 2007. Otsenka i rekreatsionnoe ispol'zovanie peyzazhno-esteticheskikh resursov Ust'-Koksinskogo rayona Respubliki Altay [Assessment and Recreational Use of Landscape and Aesthetic Resources of the Ust-Koksinsky District of the Altai Republic]. Novosibirsk, Publ. Sibirskogo otdeleniya RAN, 206 p.
- Dirin D.A., Popov E.S. 2010. Evaluation of Landscape and Aesthetic Appeal of Landscapes: a Methodological Review. Izvestiya of Altai State University, 3–2(67): 120–124 (in Russian).
- Kalinskaya A.V., Aseeva D.V., Dobrodomova T.N. 2021. The Use of Different Methods of Statistical Collection and Analysis of Spatial-Time Data in Tourism as a Way to Increase the Level of Economic Security of the State. Economic sciences., 3: 10–14 (in Russian).
- Kolbovsky E.Ju., Morozova V.V. 2010. Recreational Geography and Territorial Aspects of Formating a Tourist Product in Russia. Yaroslavl Pedagogical Bulletin, 3(3): 100–105 (in Russian).
- Kruzhalin V.I., Shabalina N.V., Tsyshchuk E.A. 2019. Scientific and Methodological Approaches to Touristand Recreational Design: Municipal Level. Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences, 3: 9–26 (in Russian). DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-9-26
- Martishenko N.S. 2011. Estimation of Spatial Tourist Allocation in Primorye in High Season. Practical marketing, 8(174): 17–25 (in Russian).
- Mironenko N.S. 2005. Evolyutsiya modeley v rekreatsionnoy geografii [Evolution of Patterns in Recreational Geography]. InterKarto. InterGIS, 11: 326–330.
- Nyamdorzh N., Smolin E.E., Bolshakov A.G. 2018. Spatial Behavior as the Basis of the Organization of the Improvement of the Territory of Avenues at the Example of Avenues of the City of Irkutsk. Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate, 8(1(24)): 208–221 (in Russian).
- Kharlamov S.V. 2015. Conditions of Formation of New Tourist Destinations in the Territory of Altai Kray in the Post-Soviet Period. Bulletin of Kemerovo State University, 2–7(62): 130–133 (in Russian).
- Kharlamova N.F. 2017. Biryuzovaya Katun' [Turquoise Katun]. In: Turistskaya entsiklopediya regionov Rossii. Vol. 1. Altayskiy kray [Tourist Encyclopedia of Russian Regions. Vol. 1. Altai Territory]. Barnaul, Publ. Apostrof: 114–116.
- Borkowski G., Młynarczyk A. 2019. Remote Sensing Using Unmanned Aerial Vehicles for Tourist-Recreation Lake Evaluation and Development. Quaestiones geographicae, 38(1): 5–14. DOI: 10.2478/quageo-2019-0012
- Kandrot S., Hayes S., Holloway P. 2022. Applications of Uncrewed Aerial Vehicles (UAV) Technology to Support Integrated Coastal Zone Management and the UN Sustainable Development Goals at the Coast. Estuaries and Coasts, 45: 1230–1249. DOI: 10.1007/s12237-021-01001-5
- Oppermann M. 1993. Tourism Space in Developing Countries. Annals of Tourism Research, 20(3): 535–556. DOI: 10.1016/0160-7383(93)90008-Q
- Qin S., Man J., Wang X., Li C., Dong H., Ge X. 2019. Applying Big Data Analytics to Monitor Tourist Flow for the Scenic Area Operation Management. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2019: 1–11. DOI: 10.1155/2019/8239047
- Sestras P., Rosca S., Bilasco S., Nas S., Buru S.M., Kovacs L., Spalevic V., Sestras A.F. 2020. Feasibility Assessments Using Unmanned Aerial Vehicle Technology in Heritage Buildings: Rehabilitation-Restoration, Spatial Analysis and Tourism Potential Analysis. Sensors, 20(7): 2054. DOI: 10.3390/s20072054
- Tumová D., Pančíková L., Varmus M., Dikošová E. 2022. Prediction Models in the Managerial Decision-Making on the Application of UAVs in Tourism. Journal of Eastern Europe Research in Business and Economics, 2022: 1–12. DOI: 10.5171/2022.968089

*Поступила в редакцию 22.11.2022;
поступила после рецензирования 21.12.2022;
принята к публикации 13.02.2023*

*Received November 22, 2022.
Revised December 21, 2022.
Accepted February 13, 2023*



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дунец Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор кафедры экономической географии и картографии, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

Крупочкин Евгений Петрович, кандидат географических наук, заведующий кафедрой экономической географии и картографии, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

Табакаева Евгения Михайловна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры рекреационной географии, сервиса, туризма и гостеприимства, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

Котельникова Анастасия Владимировна, ассистент кафедры рекреационной географии, сервиса, туризма и гостеприимства, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander N. Dunets, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Economic Geography and Cartography of the Altai State University, Barnaul, Russia

Evgeny P. Krupochkin, Candidate of Geographical Sciences, Head of the Department of Economic Geography and Cartography of the Altai State University, Barnaul, Russia

Evgeniya M. Tabakaeva, Candidate of geological and mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Recreational Geography, Service, Tourism and Hospitality of the Altai State University, Barnaul, Russia

Anastasiya V. Kotelnikova, Assistant of the Department of Recreational Geography, Service, Tourism and Hospitality of the Altai State University, Barnaul, Russia