

## Расчёт туристской нагрузки на экологические тропы в ООПТ

*Д. О. Чавес<sup>1</sup>, О. Н. Николаева<sup>2,3</sup> \**

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: onixx76@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам организации экологического туризма – одного из актуальных современных направлений внутреннего туризма РФ. Рассмотрены особенности организации экологического туризма в особо охраняемых природных территориях (ООПТ), открытых для посещения (национальных и природных парках). Предложено использование экологических троп (экотроп) как основного средства для перемещения туристов по ООПТ. Подчеркнута необходимость оценки максимальной туристской нагрузки на экотропы ООПТ, поскольку они подвергаются гораздо более интенсивному антропогенному воздействию, чем прилегающая территория ООПТ. Отмечено отсутствие единой общепринятой методики подобной оценки, и большое разнообразие авторских методик. Детально рассмотрен методический аппарат для оценки туристской нагрузки на экотропы, предложенный ученым М. Сифуэнтосом (Коста-Рика). Несмотря на то, что данная методика разрабатывалась в стране Латинской Америки, ее основные постулаты базируются на учете физико-географических и инфраструктурно-организационных особенностей ООПТ, характерных для охраняемых территорий любой точки земного шара, поэтому она может быть использована и для оценки экотроп России. В статье описаны основные этапы оценки физико-географических, климатических и инфраструктурно-организационных характеристик экотропы, приведены расчетные формулы и представлен пример расчета. Сделаны выводы о необходимости использования ГИС для более оптимального изучения пространственной структуры территории, занятой экотропами.

**Ключевые слова:** экологические тропы, экотропы, экологический туризм, особо охраняемые природные территории, туристская нагрузка, расчет туристской нагрузки

## Assessment of the Tourism Carrying Capacity of Ecopathes In Protected Areas

*D. O. Chaves<sup>1</sup>, O. N. Nikolaeva<sup>2,3</sup> \**

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Institute of Amelioration, water management and construction named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation, e-mail: danychavs@gmail.com

<sup>2</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: \* e-mail: onixx76@mail.com

**Abstract.** The article deals with organization of ecological tourism - one of the topical types of domestic tourism in modern Russia. Features of the organization of tourism in protected areas open to the public

(national and natural parks) are considered. The role of ecological paths (ecopaths) as the main means of tourists' exploration of protected areas is emphasized. A necessity of preliminary assessment of the Tourism Carrying Capacity (TCC) of ecopaths of protected areas is stated, since they experience a higher level of anthropogenic stress than the other territory. The absence of a conventional method for such an assessment, and a wide variety of author's methods, is noted. The methodological apparatus for assessing the TCC of ecopaths, proposed by the scientist M. Cifuentes (Costa Rica), is considered in detail. Despite the fact that this methodology was developed in a Latin America, its main postulates are based on taking into account the geographical and infrastructural features of protected areas that are typical for such objects worldwide, so it can also be used to assess Russia's ecopaths. The main stages of assessing the geographical, climatic and infrastructural characteristics of ecopaths, formulas and an example of calculation are presented. Conclusions are made about the need to use GIS for a wider study of the structure of the territory occupied by ecotrails.

**Keywords:** ecological paths, ecopaths, ecological tourism, ecotourism, protected areas, conservative areas, Tourism Carrying Capacity, TCC, assessment

### *Введение*

Экологические тропы, или экотропы, – это новый вид объектов экологического туризма. Они представляют собой специально оборудованные маршруты, по которым перемещаются посетители, не причиняя вред окружающей среде [1–3]. К организации экотроп предъявляются особые требования [1, 4].

Экотропы являются удобным вариантом организации экологического туризма в особо охраняемых природных территориях (ООПТ), которые разрешены для посещения (заказники, национальные и природные парки, ботанические сады и дендрарии). Они позволяют повысить популярность ООПТ и экологически бережливого подхода к жизни, регулируют и организуют поток посетителей [1, 5, 6]. Однако надо учитывать, что на территорию, по которой проходит экотропа, оказывается повышенное антропогенное воздействие. Поэтому при проектировании экотропы надо правильно рассчитать туристскую нагрузку на нее. Цель этой процедуры состоит в том, чтобы учесть физические, климатические и социальные условия конкретной ООПТ и определить максимальную нагрузку от туристической деятельности, которую ООПТ может выдержать, таким образом, чтобы обеспечивалась устойчивость и благополучие окружающей среды в ООПТ, и ее посещение было бы интересным и приятным для туристов.

Для расчета максимальной туристской нагрузки на экотропу в ООПТ надо разработать формулы, которые учитывают, физические, климатические и социальные условия ООПТ связанные друг с другом и с количеством посещений в день, которые может выдержать определенная ООПТ. На сегодняшний день единой методики такого расчета не существует, и различными исследователями предлагаются авторские методики [1, 2, 7, 8]. Далее в статье будет описан процесс расчета, произведенный на основе методологии коста-риканского ученого Мигуэля Сифуентеса [9, 10], суть которого заключается в определении максимального числа посещений охраняемой территории на основе физических, биологических и управленческих условий, сложившихся на данной территории на момент исследования.

Согласно [9], расчет максимальной туристской нагрузки на экотропу состоит из трех уровней:

– расчет физической нагрузки ( $\Phi uH$ );

- расчет фактической нагрузки ( $\Phi aH$ );
  - расчет эффективной нагрузки ( $\mathcal{E}H$ ).
- Эти три уровня нагрузки связаны следующим образом:

$$\Phi uH \geq \Phi aH \geq \mathcal{E}H. \quad (1)$$

Для выполнения расчетов этих нагрузок будут заданы следующие условия:

- посетители будут перемещаться по экотропе только в одном направлении;
- среднее пространство для комфортного перемещения человека по экотропе составляет  $1 \text{ м}^2$  (или  $1 \text{ м}$ , если ширина тропы меньше  $2 \text{ м}$ );
- экотропа открыта для посещений  $8$  часов в день.

### *Материалы и методы*

Рассмотрим порядок расчета и формулы, используемые для определения максимальной туристской нагрузки на экотропу.

#### **1. Расчет физической нагрузки ( $\Phi uH$ )**

Это наиболее простой из всех расчетов. Он устанавливает взаимосвязь между физическими показателями, такими как общая длина тропы, длина тропы, которую занимает один отдельный посетитель, общее время посещений в день, и продолжительность одного тура по тропе. Результат расчета показывает максимальное количество людей, которые могли бы посетить охраняемую территорию за один день. Это может быть выражено так:

$$\Phi uH = \frac{L}{l} \cdot n, \quad (2)$$

где  $L$  – общая длина тропы;

$l$  – длина, занимаемая одним человеком (предлагается принять равным  $1$  метру);

$n$  – количество посещений (количество раз, когда тропа может быть посещена одним и тем же человеком за один день);

Количество посещений рассчитывается по формуле (3):

$$n = \frac{T}{t}, \quad (3)$$

где  $T$  – общее количество часов, в которые экотропа открыта для посещения (предлагается принять равным  $8$  часам);

$t$  – время, в среднем затрачиваемое посетителем на один тур.

#### **2. Расчет фактической нагрузки ( $\Phi aH$ )**

Этот расчет направлен на то, чтобы ввести в ранее рассчитанную физическую нагрузку поправки, которые учитывают особые природные условия каждой конкретной ООПТ. Вносимые поправки обозначим корректирующим коэффициентом  $\Phi$ . Некоторыми из особых природных условий являются социальный фактор ( $\Phi_{\text{соц}}$ ), фактор разрушения почвы ( $\Phi_{\text{раз}}$ ), доступность территории ( $\Phi_{\text{дос}}$ ), кли-

математический фактор ( $\Phi_{кли}$ ), осадки ( $\Phi_{оса}$ ), солнечная яркость ( $\Phi_{сол}$ ), сезонное закрытие ООПТ ( $\Phi_{зак}$ ), наводнения ( $\Phi_{нав}$ ) и т.д. Каждый коэффициент может быть рассчитан с помощью следующего математического отношения:

$$(4) \quad \Phi_x = 1 - \frac{m_x}{M_x},$$

где  $\Phi_x$  – коррекционный коэффициент по учитываемому природному условию  $x$ ;  
 $m_x$  – ограничивающее значение природного условия  $x$ ;  
 $M_x$  – общее значение природного условия  $x$ .

Окончательный расчёт фактической нагрузки ( $\Phi_{аН}$ ) выполняется по формуле (5):

$$R\Phi_{аН} = R\Phi_{иН} \cdot (\Phi_{соц} \cdot \Phi_{раз} \cdot \Phi_{дос} \cdot \Phi_{кли} \cdot \Phi_{оса} \cdot \Phi_{сол} \cdot \Phi_{зак} \cdot \Phi_{нав}) \quad (5)$$

Если какой-либо фактор не стоит учитывать, его значение опускается в вычислениях (то есть принимается равным единице). Этот расчет может быть скорректирован с учетом конкретных характеристик ООПТ, зависимости от их влияния на ООПТ.

### 3. Оценка управляемости ООПТ (У)

При расчёте туристической нагрузки, которую может выдержать ООПТ, важно учитывать ее управляемость, которая может быть определена как наилучшее состояние или условия, которые администрация ООПТ должна иметь для успешного развития ООПТ и достижения цели ее создания. Для расчета управляемости мы предлагаем учитывать три важные переменные: инфраструктура, оборудование и персонал. Материально-техническое обеспечение экотропы обеспечивает комфортное и безопасное пребывание посетителей на территории [11]. В то же время специально подготовленный персонал (гиды, экологические педагоги) позволяет посетителям не только безопасно перемещаться по территории, но и получать экологические знания. Критерии оценки, на основе которых будет описана каждая из этих переменных: количество, состояние, локализация и функциональность. Однако для переменной «Персонал» будет учитываться только коэффициент количества, поскольку остальные 3 критерия определить для нее трудно. Оценка каждой переменной будет выполнена в соответствии с шкалой от 0 (неудовлетворительно) до 4 (оптимально).

При расчетах учитываются общие оценки по каждому компоненту и сравниваются в процентах с идеальным (оптимальным) случаем для каждого. Таким образом, учитывая факторы трех переменных, управляемость может быть выражена следующей формулой:

$$У = \frac{\text{Инфраструктура} + \text{Оборудование} + \text{Персонал}}{3} \cdot 100. \quad (6)$$

#### 4. Расчет эффективной нагрузки (ЭН)

Эффективная нагрузка представляет собой максимальное количество посетителей в день, которые могут быть разрешены в ООПТ, чтобы свести к минимуму воздействие на её естественное состояние, а также обеспечить качественный отдых людей.

Если в ООПТ имеется более одной экотропы для туристов, то фактическая нагрузка для всей зоны должна рассчитываться с учётом минимального фактического значения нагрузки всех троп в зоне, что считается критическим ограничением. Эффективная нагрузка рассчитывается с учётом управляемости и фактической нагрузки следующим образом:

$$\text{ЭН} = \Phi_{\text{аН}} \cdot \text{У}. \quad (7)$$

#### *Результаты и обсуждение*

Рассмотрим пример расчета некоторых факторов, определяющих максимальную туристскую нагрузку на экотропу с использованием формул, описанных выше.

Оценка социального фактора ( $\Phi_{\text{соц}}$ )

Этот корректирующий коэффициент учитывает оптимальное количество людей в экскурсионной группе и пространство, которое должно существовать между группами. Этот фактор рассматривается как средство обеспечения комфорта и здоровья посетителей. Так, например, можно рассматривать группы из 15 человек, и расстояние в 50 м между соседними группами. Принимая что человек занимает 1 м экотропы, то общее пространство, занимаемое группой, составляет 65 м. Тогда количество групп, которые могут одновременно находиться на экотропе, определяется по формуле (8):

$$N_{\text{групп}} = \frac{L}{l_{\text{групп}}}, \quad (8)$$

где  $L$  – общая длина тропы;

$l_{\text{групп}}$  – длина, занимаемая одной группой (в данном случае принята равной 65 м).

Таким образом, имеется:

$$N_{\text{групп}} = \frac{L}{65\text{м}}. \quad (9)$$

Можно вычислить общее количество людей  $P$ , которые могут находиться одновременно на тропе:

$$P = N_{\text{групп}} \cdot 15 \frac{\text{чел}}{\text{групп}}. \quad (10)$$

Чтобы вычислить коэффициент социальной коррекции, необходимо установить ограничивающий параметр, в качестве которого будет выступать свобод-

ное пространство между группами, следующими по экотропе. Это рассчитывается следующим образом (формула 11):

$$m_l = L - P[\text{м}], \quad (11)$$

где  $P[\text{м}]$  – количество метров экотропы, используемых общим количеством людей, посещающих тропу одновременно.

С учетом того, что один человек занимает 1 м экотропы, выражение (11) будет выглядеть следующим образом:

$$m_l = L - \left( N_{\text{групп}} \cdot 15 \frac{\text{чел}}{\text{групп}} \right) [\text{м}] \quad (12)$$

Таким образом, коэффициент социальной коррекции будет вычисляться по формуле (13):

$$\Phi_{\text{соц}} = 1 - \frac{m_l}{M_L}, \quad (13)$$

где  $M_L$  - общая величина длины тропы “L”.

Оценка фактора разрушения почвы ( $\Phi_{\text{раз}}$ )

Этот фактор рассматривает в качестве ограничителей участки местности, которые показывают признаки эрозии почв. Его можно вычислить следующим образом (формула (14)):

$$\Phi_{\text{раз}} = 1 - \frac{m_{\text{раз}}}{M_L}, \quad (14)$$

где  $m_{\text{раз}}$  – протяженность участков тропы (в метрах) с эродированными почвами;  
 $M_L$  – общая величина длины тропы “L”.

В случаях, когда отсутствует конкретная информация о том, на каком участке экотропы имеются эродированные почвы, можно рассматривать уклон как косвенную характеристику риска эрозии местности и разрушения почвы. Предлагается следующая шкала, представленная в таблице 1:

Таблица 1

Оценка риска эрозии почв в зависимости от уклона местности

Уклон	Риск разрушения почвы
<10°	Низкий
10° – 20°	Средний
>20°	Высокий

В расчетах стоит учитывать зоны со средней и высокой степенью разрушения почвы. Так как высокая степень разрушения почвы имеет более высокое воз-

действие на окружающую среду, то она будет учтена в этом расчёте с весом 1,5; а средняя степень – с весом 1. Таким образом, коррекционный коэффициент разрушения почвы может быть рассчитан следующим образом:

$$\Phi_{\text{раз}} = 1 - \frac{[(l_{\text{сред}} \cdot 1) + (l_{\text{выс}} \cdot 1,5)]}{M_L}, \quad (15)$$

где  $l_{\text{сред}}$  – общая длина участков тропы со средним риском разрушения почвы;  
 $l_{\text{выс}}$  – общая длина участков тропы с высокой степенью разрушения почвы;  
 $M_L$  – общая величина длины тропы “L”.

Оценка климатического фактора ( $\Phi_{\text{кли}}$ )

Этот фактор учитывает число месяцев в году, когда экотропы остаются закрытыми из-за неблагоприятных погодных условий. Его можно выразить формулой (16):

$$\Phi_{\text{кли}} = 1 - \frac{d}{D}, \quad (16)$$

где  $d$  – количество дней в году, когда тропы остаются закрытыми;

$D$  – общее количество дней в году, принятое равным 365.

Чтобы осуществить подобный расчёт максимальной туристской нагрузки для любой ООПТ России, требуется сначала выполнить картографирование ООПТ, чтобы установить количество и длину экотроп, которые уже существуют или могут быть в ней организованы, а также такие характеристики экотроп, как их уклон, растительный покров, микроклимат региона, распределение и количество туристского оборудования, инфраструктура и природные условия ООПТ. Эти параметры будут определять, каким образом можно согласовать количество туристов, посещающих ООПТ, с максимальной туристской нагрузкой, которую ООПТ может выдержать, и, таким образом свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. Затем необходимо будет создать различные типы карт, послойно описывающие данную ООПТ, исходя из разных параметров классификации собранной информации. Эти карты могут быть созданы с помощью геоинформационных систем. Использование современных технологий компьютерной графики и виртуальной реальности позволит реализовать виртуальные туры по экотропам, что также способствует популяризации экотуризма и снижению туристской нагрузки на ООПТ [12, 13].

### **Заключение**

Максимальная туристская нагрузка определяет пропускную способность ООПТ, разрешенных для посещения широким кругом людей. Фактически она устанавливает, сколько посещений может выдержать определенная ООПТ в день без ущерба для ее природной среды. Это означает, что при соблюдении этой нагрузки негативное воздействие на экосистему ООПТ будет оптимально све-

дено к минимуму, а туристическая деятельность сможет развиваться устойчиво и экономически эффективно.

Расчет максимальной туристской нагрузки необходимо проводить с учетом законодательства РФ по каждой категории ООПТ и согласно принципам управления туризмом, установленным для разных категорий ООПТ. В процессе расчета необходимо учесть и обработать большое количество природных и экономических данных, что подразумевает использование геоинформационных систем. Разработка принципов и правил создания карт для оценки максимальной туристской нагрузки на экотропы внутри ООПТ является дальнейшей целью данного исследования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цекина М. В., Батуев М. С. «Экотропа как основа развития экологического туризма в национальных парках Бурятии» // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2016. - №. 1 (32), – С. 248-255.

2. Бровцына В. С., Шабалина Н. В., Каширина Е. С., Зелинская А. Б. Создание и обустройство экотроп как необходимое условие развития экологического туризма (пример Большой севастопольской тропы) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. – 2021. - Т. 7, №. 1. – С. 3-14.

3. Оборин М. С. Формирование системы экологических троп для развития местного эколого-просветительского туризма // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2010. - №. 4. – С. 26-30.

4. Чижова В.П., Грязин И.В., Хилько К.Ю. Вопросы проектирования экологических троп для природных парков (на примере парка "Ергаки", западный Саян) // Географический вестник. – 2018. - №. 1 (44). – С. 138-144.

5. Путрик Ю. С., Первунин С. Н. Туристская тропа как эффективное средство освоения территории и составная часть туристской инфраструктуры региона // Российские регионы: взгляд в будущее. – 2016. - №. 2 (7). – С. 86-91.

6. Абалаков А. Д., Дроков В. В., Панкеева Н. С., Седых С. А. Сеть экологических троп в Прибайкальском национальном парке как инструмент организации туристской деятельности // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2013. - №. 1. – С. 48-58.

7. Майорова Ю.А., Жуковская И. П. Опыт использования результатов рекреационного мониторинга в управлении туристско-рекреационной деятельностью в национальном парке "Куршская коса" // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича/ - 2021. - № 28. – С. 342-349.

8. Моисеева Т. А., Виссарионова Л. В. Применение метода анализа иерархий к характеристике экотроп в Национальном парке «Паанаярви» // Принципы экологии. – 2014. - №. 1 (9). – С. 15-24.

9. Cifuentes, M. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. – Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1992. – 23 с.

10. Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica M. Cifuentes Arias, C. B. Mesquita, J. Méndez [и др.]. – Turrialba, Costa Rica: WWF, 1999. – 60 с.

11. Серко Н. В., Берёзко О. М, Зельвович И. К. Тематическое информационное обеспечение и дополнительное оборудование для экологических троп // Эпоха науки. – 2019. - № 20. – С. 64-70. doi:10.24411/2409-3203-2019-12013.

12. Корбут В. В., Тульская Н. И., Цекина М. В. Виртуальные экологические маршруты и тропы в природно-культурных геосистемах и экологическое воспитание // Арктика и Север. – 2014. - № 14. – С. 148-157.



13. Корбут В.В., Цекина М. В. Виртуальные маршруты в экологическом просвещении // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2014. - № 3. – С. 10-15.

© Д. О. Чавес, О. Н. Николаева, 2022