

УДК 911.9:338.48(292.471)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ
РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ КРЫМСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ)**

Гуров С. А.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: gurrov@mail.ru*

Статья посвящена методике определения предельных допустимых рекреационных нагрузок с помощью геоинформационных (ГИС) технологий. Алгоритм исследования рассматривается на примере Главной гряды Крымских гор. В статье конкретизируется понятие «допустимая рекреационная нагрузка». Главный акцент в определении допустимых рекреационных нагрузок делается на пространственных операциях совмещения полигональных слоев устойчивости ландшафта и рекреационной дигрессии в ГИС.

Ключевые слова: допустимая рекреационная нагрузка, ГИС, рекреационная дигрессия, устойчивость ландшафта, полигональный слой.

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы (ГИС) становятся одним из главных инструментов исследования в рекреационной географии и базисом «зеленого» туристского менеджмента в информационном обществе. Важным направлением использования ГИС является определение рекреационных нагрузок на ландшафт, в частности допустимых нагрузок. Проблема оптимизации рекреационных нагрузок на природные территории становится все более острой из-за увеличивающихся масштабов туристской деятельности и ею обусловленной деградации ландшафтов.

При достаточно большом количестве работ, посвященных рекреационным нагрузкам, применение ГИС-технологий в определении предельно допустимых нагрузок исследовано недостаточно. Методическими аспектами использования ГИС в выявлении рекреационных нагрузок занимались Каширина Е. С., Новиков А. А. [1], Ананич Ю. В. [2], коллектив географического факультета Таврической академии КФУ имени В. И. Вернадского [3].

Целью данной статьи является изучение методических аспектов определения допустимых рекреационных нагрузок с помощью геоинформационных систем на примере крымского среднегорья и составления алгоритма подобных исследований.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Ввиду того, что в научной литературе укоренились различные подходы относительно понимания сущности рекреационных нагрузок, для установления алгоритма их измерения необходимо конкретизировать сам термин «рекреационная нагрузка». Согласно «Временной методике определения рекреационных нагрузок на

природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок», рекреационная нагрузка – это интегрированный показатель рекреационного воздействия, определяемый количеством отдыхающих на единице площади, временем их пребывания на объекте рекреации и видом отдыха [4]. В настоящее время в рекреационно-экологической литературе большое распространение получили два сходных понятия «допустимая рекреационная нагрузка» и «предельно допустимая рекреационная нагрузка». Дефиниции данных категорий подробно раскрыты в экологических словарях [5, 6].

Так, в соответствии с Экологическим энциклопедическим словарем, предельно допустимая рекреационная нагрузка – это количество посетителей, отнесенное к единице рекреационной площади (обычно лесной) и к отрезку времени, позволяющее в течение длительного времени относительно безопасное для окружающей природы использование природного комплекса для массового отдыха населения [5].

Согласно Снакину В. В., под допустимой рекреационной нагрузкой следует понимать число посещений населением в единицу времени на единицу площади, при котором сохраняется устойчивость природного комплекса, обеспечиваются природный комфорт и рациональные условия эксплуатации культурно-исторических памятников [6].

Таким образом, понятия «допустимая рекреационная нагрузка» и «предельно допустимая рекреационная нагрузка» вполне можно считать синонимами. В данной статье мы будем использовать термин «допустимая рекреационная нагрузка» (ДРН). Единицей измерения ДРН примем количество человеко-суток на 1 гектар рекреационной территории (чел.-сут./га).

В алгоритме определения ДРН с помощью ГИС выделим два этапа:

1. Полевые исследования (получение исходных данных для ГИС-обработки);
2. Работа в ГИС.

Этап полевых исследований должен включать ряд подэтапов:

1. Выделение границ объекта для определения рекреационной нагрузки. Границы объекта могут выделяться либо по нормативному принципу – в соответствии с границами данного объекта ООПТ, либо по физико-географическому принципу – в соответствии с границами данного ландшафта или его морфологических единиц (урочище, местность и др.), либо по рекреационно-географическому принципу – в соответствии с границами используемой в туристско-рекреационной деятельности территории.

2. Составление топографической карты рекреационной территории на основе аэрокосмических снимков, ранее разработанных топографических карт, собственных полевых исследований. Полевые исследования необходимо проводить с использованием GPS-приемника для уточнения географических координат, определения площади рекреационной территории, составления или корректировки ее картографического отображения в ГИС.

3. Определение типа ландшафта, его морфологических единиц и степени их устойчивости. ДРН в ГИС будет определяться в зависимости от типа ландшафта,

его устойчивости и стадии рекреационной дигрессии. Степень рекреационной устойчивости будет определяться главным образом по крутизне склонов, наличию эрозионных процессов, высоте насаждений, влажности растительных условий, санитарному состоянию насаждений, экологическим группам растений (гигрофиты, мезогигрофиты, мезофиты, ксеромезофиты, ксерофиты) и др. Каждый параметр в ГИС может быть отдельным полигональным слоем, а степень устойчивости – результативным слоем, построенным по матрице пересечения вышеуказанных параметров. Как правило, выделяется 5 степеней устойчивости ландшафта (первая – максимальная). Обозначаются они цифрами [7] или качественно [8]: «крайне слабая», «слабая», «средняя», «высокая», «очень высокая». Например, для крымского среднегорья степень устойчивости будет определяться главным образом по преобладающему типу древесных пород, категории земель и крутизне склонов (Табл. 1). Как видно из таблицы 1, лиственные леса потенциально будут обладать наибольшей степенью устойчивости, а ландшафтные поляны – наименьшей. Каждой степени устойчивости в ГИС должен соответствовать свой тип полигона с заданным значением (1–5).

Таблица 1.

Зависимость степени устойчивости различных ландшафтов крымского среднегорья от крутизны склонов (составлено по [7])

Преобладающие породы деревьев / категории земель	Степени устойчивости в зависимости от крутизны склонов, градусы				
	5	4	3	2	1
Твердолиственные (дуб, бук, граб, ясень, клен)	более 25	16–25	11–15	6–10	менее 6
Хвойные (сосна)	более 20	11–20	6–10	0–5	–
Ландшафтные поляны	–	–	более 10	6–10	менее 6
Яйлы	более 15	6–15	0–5	–	–

4. Определение стадий рекреационной дигрессии в пределах исследуемой территории. Стадия рекреационной дигрессии является одним из главных параметров в вычислении ДРН. Она определяется в зависимости от степени нарушения природного ландшафта, которая зависит от фактических рекреационных нагрузок, определяемых по нескольким группам методик [9]. Одним из показателей определения стадии рекреационной дигрессии является коэффициент рекреации. Он определяется по формуле:

$$K = \frac{T}{S} \times 100\% \quad (1),$$

где: Т – площадь тропинок и вытоптаных мест рекреационной территории, S – площадь рекреационной территории.

Первой стадии рекреационной дигрессии соответствует $K = 5\%$, второй – $K = 6–10\%$, третьей – $K = 11–30\%$, четвертой – $K = 31–60\%$, пятой – $K = 61\%$ и больше. Первая стадия рекреационной дигрессии указывает на полную сохранность растительного покрова, и, наоборот, 5 стадия обозначает его деградацию и преобладание рудеральных растений. После определения стадии рекреационной дигрессии необходимо перейти к непосредственной ГИС-обработке полученных данных путем наложения полигонов устойчивости на полигоны дигрессии. Матрица определения рекреационной нагрузки для крымского среднегорья по данным показателям приведена в таблице 2.

Таблица 2.

Зависимость допустимой рекреационной нагрузки в пределах крымского среднегорья от степени устойчивости ландшафта и стадии рекреационной дигрессии (составлено по [7]).

Тип ландшафта	Степень устойчивости	Допустимая рекреационная нагрузка в зависимости от стадии дигрессии, чел.-сут./га				
		I	II	III	IV	V
лесной	1	12,7	6,7	2,8	0,8	0,4
	2	7,9	4,2	1,8	0,5	0,3
	3	6,4	3,3	1,4	0,4	0,2
	4	4,7	2,5	1,0	0,3	0,1
	5	4,1	2,2	0,9	0,3	0,1
нелесной	1	8,8	4,6	2,0	0,6	0,3
	2	5,5	2,9	1,2	0,3	0,2
	3	4,4	2,3	1,0	0,3	0,1
	4	3,3	1,7	0,7	0,2	0,1
	5	3,5	1,8	0,8	0,2	0,1
парковый	1	36,1	19,0	8,0	2,3	1,1
	2	22,6	11,9	5,0	1,4	0,7
	3	18,1	9,5	4,0	1,1	0,6
	4	13,4	7,0	3,0	0,8	0,4
	5	11,6	6,1	2,6	0,7	0,4

Этап работы в ГИС должен включать, на наш взгляд, следующие подэтапы:

1. Выбор программы, в которой будут определяться допустимые рекреационные нагрузки. Лучше всего подходят для этих задач программы американской компании ESRI – ArcGIS (последняя версия 10.3.0.4322), в меньшей степени – ArcView. В этих программах есть возможность определения какого-либо показателя, в данном случае – рекреационной нагрузки, в результате наложения слоев ряда факторных показателей (устойчивость данного ландшафта, дигрессия).

2. Создание в выбранной программе полигонального слоя по степени устойчивости ландшафта. Строится 15 типов полигонов. Каждый тип соответствует определенной степени ландшафтной устойчивости лесного, нелесного или паркового ландшафта (5 типов полигонов для каждого из трех типов рекреационных территорий). В базе данных (параллельно с построением полигонального слоя) автоматически создается таблица степени устойчивости ландшафта.

3. Создание полигонального слоя стадии рекреационной дигрессии территории. Создается 5 типов полигонов. Каждый тип соответствует определенной стадии рекреационной дигрессии. В базе данных (параллельно с построением полигонального слоя) автоматически создается таблица стадий рекреационной дигрессии.

4. Создание в ArcGIS модели, которая выполняет геометрическое пересечение двух слоев, затем добавляет к слою дополнительное поле, в которое модель записывает сочетание устойчивости ландшафта и рекреационной дигрессии каждого получившегося полигона. Затем модель по коду сочетания устойчивости и дигрессии (матрица 5×5 или 15×5) записывает в поле «нагрузка» значение в чел.-сут./га. В качестве картографического результата получаем слой *peresechenie* со значениями рекреационной нагрузки в чел.-сут./га (Рис. 1)

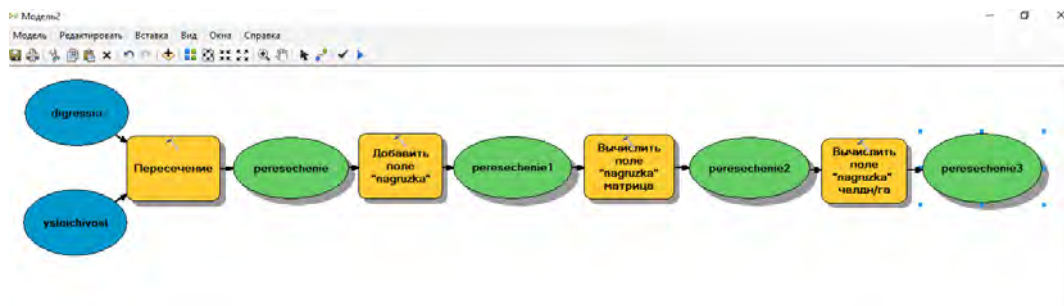


Рис. 1. Пример модели определения допустимой рекреационной нагрузки в программе ArcGis.

В качестве примера применения модели представим типичные природные условия западной части южного макросклона Главной гряды Крымских гор.

Предположим, что в одной из местностей буки и сосны произрастают до кромки яйлы с крутизной склона 16–20°, что при отсутствии эрозионных процессов и прочих негативных факторов дает 4 степень устойчивости ландшафта (Табл. 1). Стадия рекреационной дигрессии в нижней части букового леса – I, в верхней части – II, причем полигон II стадии рекреационной дигрессии включает и насаждения сосны, которые произрастают выше. В соответствии с созданной моделью в программе ArcGIS будут построены новые результативные полигоны и рассчитаны показатели рекреационной нагрузки: для нижней части букового леса – полигоны со значением 4,7 чел.-сут./га, для верхней части букового леса и сосновых насаждений – объединенный полигон со значением 2,5 чел.-сут./га (Табл. 2).

Упрощенные операции по определению ДРН можно осуществлять и в программе ArcView. В ней имеется модуль «Пространственные операции», который дает возможность объединять две полигональные темы, на основании чего можно получить микрополигоны территорий с различной ДРН. Схема определения ДРН в ГИС с помощью наложения полигональных слоев ландшафтной устойчивости и стадии дигрессии представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Упрощенная схема определения допустимой рекреационной нагрузки в ГИС (составлено автором).

ВЫВОД

Основой управления развитием туристско-рекреационной деятельности на природных территориях становятся ГИС. Одним из направлений их использования является определение ДРН. Лучше всего для этой цели подходит программа американской компании ESRI – ArcGIS.B. В данной программе имеется возможность определения ДРН в результате наложения полигональных слоев ряда факторных показателей (устойчивость ландшафта, рекреационная дигрессия). Модель, разработанная в публикации, может использоваться для любых рекреационных территорий.

Научные результаты получены в ходе реализации академической мобильности на базе Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева Российского государственного аграрного университета (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Центр «ГЕО- И ГИДРОИНФОРМАТИКА» [ЦГГИ]) в рамках сети академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов».

Список литературы

1. Каширина Е. С., Новиков А. А. Использование ГИС для расчета рекреационных нагрузок на особо охраняемых природных территориях // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2016. Т. 22. № 2. С. 174–181.
2. Ананич Ю. В. Применение ГИС-технологий в области картографирования лесной растительности и расчёта рекреационной нагрузки // Фундаментальные и прикладные научные исследования в XXI веке / Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Научное (непериодическое) электронное издание / под ред. А. И. Вострцова. Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2016. С. 147–158.
3. Туристско-рекреационный ресурсный потенциал Республики Крым и г. Севастополь / под ред. Яковенко И. М. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. 408 с.
4. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневногo отдыха и временные нормы этих нагрузок. М.: Изд-е Госкомлеса СССР, 1987. 34 с.
5. Экологический энциклопедический словарь / сост. Дедю И. М. Кишинев, 1989. 406 с.
6. Снакин В. В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / под ред. А. Л. Яншина. М.: Academia, 2000. 384 с.
7. Методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження природних комплексів і об'єктів у межах природно-заповідного фонду України за зонально-регіональним розподілом. К.: Либядь, 2003. 43 с.
8. Чижова В. П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с.
9. Гуров С. А. Методики формализации в определении фактических рекреационных нагрузок // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 220-летию выдающегося русского мореплавателя, географа, вице-председателя Русского географического общества Ф. П. Литке в рамках XIII Большого географического фестиваля. СПб: Свое издательство, 2017. С. 950–953.

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF DETERMINING ADMISSIBLE
RECREATIONAL LOADS USING GEOGRAPHIC INFORMATION
SYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF THE CRIMEAN MOUNTAINS)**

Gurov S. A.

Taurida Academy of V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation.

E-mail: gurrov@mail.ru

Geographic information systems (GIS) have become one of the main tools of research in recreational geography. The definition of recreational pressure on the landscape (in particular the allowable) is an important area of GIS application. The problem of optimization of recreational load on nature areas is becoming more acute because of the growing scope of tourist activities. The purpose of this article is to study the methodological aspects of determining allowable recreational loads with the help of geographic information systems on the example of the Crimean mountains and the compilation algorithm such studies.

The article were specified the term «admissible recreational load». To determine the allowable recreational loads with the help of GIS it is necessary to perform two stages of research:

1. Field research (obtaining source data for the GIS processing);
2. Work in GIS.

The phase of the field research should include a number of sub-steps:

1. The allocation of object boundaries to determine the recreational load.
2. The development of topographic maps of recreation areas on the basis of space images, topographic maps previously developed, own field research.
3. The definition of the type of landscape, its morphological units and their degree of sustainability.
4. The definition of the stages of recreational digression within the study area.

Stage of work in the GIS should include the following sub-steps:

1. The choice of the program, which will define the allowable recreational load. The program of the American company ESRI – ArcGIS is best suited for this purpose.
2. Creating a polygon layer of the sustainability of the landscape in the selected program.
3. Creating a polygon layer stage of recreational digression of the territory.
4. The creation of an ArcGIS model that performs a geometric intersection of the two layers (the sustainability of the landscape and recreational digression) and determines allowable recreational load.

Scientific results were obtained during the implementation of the academic mobility on the basis of the Russian state agrarian University (Moscow, Center «GEO - and HYDROINFORMATICS») within the Network of academic mobility «GIS-Landscape – Technologies and methods for the formation of geoportals modern landscapes of the regions».

Keywords: admissible recreational load, GIS, recreational digression, the stability of the

landscape, the polygon layer.

References

1. Kashirina E. S., Novikov A. A. Ispol'zovanie GIS dlya rascheta rekreacionnyh nagruzok na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah (Using GIS for calculation of recreational loads on specially protected natural territories). InterKarto/InterGIS, 2016, V. 22, no. 2, pp. 174–181 (in Russian).
2. Ananich Yu. V. Primenenie GIS-tehnologij v oblasti kartografirovaniya lesnoj rastitel'nosti i raschyota rekreacionnoj nagruzki (Application of GIS technologies for mapping forest vegetation and calculation of recreational load). Fundamental'nye prikladnye nauchnye issledovaniya v XXI veke. Materialy Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoj konferencii. Nauchnoe (neperiodicheskoe) ehlektronnoe izdanie / under ed. A.I. Vostrecova. Neftekamensk: Scientific and Publishing Center "World of Science" (Publ.), 2016, pp. 147–158 (in Russian).
3. Turistsko-rekreacionnyj resursnyj potencial Respubliki Krymi g. Sevastopol' (Tourism and recreational resource potential of the Republic of Crimea and Sevastopol). under ed. Yakovenko I. M. Simferopol': IT «ARIAL» (Publ.), 2015, 408 p. (in Russian).
4. Vremennaya metodika opredeleniya rekreacionnyh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizacii turizma, ehskursij, massovogo povsednevnogo otдыha i vremennye normyehutih nagruzok. (Temporary methodology for determination of recreational pressure on natural complexes in the organization of tourism, sightseeing, mass daily rest and time standards of these loads) Moscow: Goskomles SSSR (Publ.), 1987, 34 p. (in Russian).
5. Ekologicheski jehnciklopedicheskij slovar' (Environmental encyclopedia). under ed. Dedyu I. M. Kishinev, 1989, 406 p. (in Russian).
6. Snakin V. V. Ekologiya i ohranaprirody. Slovar'-spravochnik (Ecology and conservation. The dictionary-directory) . under ed. A. L. Yanshina. Moscow: Academia (Publ), 2000, 384 p. (in Russian).
7. Metodichni rekomendacii shchodoviznachennya maksimal'nogo rekreacijnogo navantazheny a prirodnih kompleksiv iob'ektiv u mezhahprirodno-zapovidnogo fondu Ukraїni zazonal'no-regional'nim rozpodilom (Methodical recommendations on determination of the maximum recreational loading of natural complexes and objects in borders of natural-reserved Fund of Ukraine in the zonal-regional distribution). Kiev: Libiat, 2003, 43 p. (in Ukrainian).
8. Chizhova V. P. Rekreacionnye landshafty: ustojchivost', normirovanie, upravlenie. (Recreational landscapes: sustainability, regulation, governance) Smolensk: Ojkumena (Publ), 2011. 176p. (in Russian).
9. Gurov S. A. Metodiki formalizacii v opredelenii fakticheskikh rekreacionnyh nagruzok (Techniques of formalization in defining the actual recreational load) . Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Teoriya i praktika sovremennyh geograficheskikh issledovanij», posvyashchennoj 220-letiyu vydavushchego syarussskogomoreplavatelya, geografa, vice-predsdatelya Russkogogeograficheskogo obshchestva F.P. Litke v ramkah XIII Bol'shogo geograficheskogo festivalya. SPb: Svoe izdatel'stvo, 2017, pp. 950–953. (in Russian).

Поступила в редакцию 17.06.2017