

УДК 911.52:911.6

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАНДШАФТОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Дорофеев

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Некоторые количественные характеристики ландшафтов Тверской области подверглись анализу с помощью современной компьютерной программы. Результаты электронной обработки данных приведены в нескольких информативных таблицах.

Ключевые слова: ландшафт, корреляция, кластеризация, количественная характеристика.

В самом начале 2000-х гг. нами в результате полевых и камеральных работ составлена ландшафтная карта Тверской области. В частности, были выделены и нанесены на карту 211 индивидуальных ландшафтов, которые относятся к 14 родам, 27 под родам и 76 видам. Результаты этих исследований отражены в ряде публикаций и в диссертации автора [2-4]. В ходе анализа выделенных ландшафтов по крупномасштабным топографическим картам были определены некоторые количественные характеристики, которые использовались для их описания и классификации. Впоследствии данные о свойствах ландшафтов использовались для оценки эколого-туристского потенциала территории Тверской области. Также на основе количественных характеристик составлена электронная база данных, получившая официальную сертификацию [5].

В числе количественных характеристик, полученных в результате картометрических работ, были:

- площадь ландшафта, измеряемая в квадратных километрах;
- озерность ландшафта – отношение площади акватории озер к площади ландшафта, выраженная в процентах;
- заболоченность ландшафта – отношение площади болот к площади ландшафта, выраженное в процентах;
- лесистость ландшафта – отношение площади, покрытой лесной растительностью, к площади ландшафта, выраженное в процентах;
- вертикальное расчленение – разница между максимальной и минимальной высотой территории в пределах квадрата гауссовой сети (площадь – 4 км²), усредненная для всей площади ландшафта. Измеряется в метрах;
- обводненность ландшафта – средняя длина речных водотоков на одном квадратном километре ландшафта. Измеряется в км/км²;

- количество фокусных пунктов – измеряется количеством единиц (штук) на 100 км². Под фокусным пунктом понималась возвышающаяся над общей поверхностью открытая точка (вершина высокого холма, увала, гряды, бровка крутого обрыва и т.п.), с которой открываются широкие и далекие виды (пейзажи);
- сельскохозяйственная освоенность – отношение площади сельскохозяйственных угодий к площади ландшафта, выраженное в процентах;
- густота дорожной сети – средняя суммарная протяженность дорог в пределах одного квадратного километра площади ландшафта. Измеряется в км/км².
- плотность населенных пунктов – среднее количество населенных пунктов всех типов на 100 км² площади ландшафта.

Как видно, некоторые используемые характеристики являются исключительно природными показателями, другие – отражают хозяйственную освоенность территории.

В ходе подготовки данной статьи вышеуказанные количественные показатели подверглись интеллектуальному анализу, который проводился в среде пакета IBM SPSS Statistics Base v.23.0. В сегодняшнее время эта программа является самой распространенной и, очевидно, наиболее действенной для обработки статистической информации [1]. Однако мы не стали использовать весь мощный потенциал SPSS, ограничившись для обработки количественной информации лишь методами описательной статистики, корреляционным и кластерным анализом. Некоторые результаты этой работы приведены в таблицах настоящей публикации.

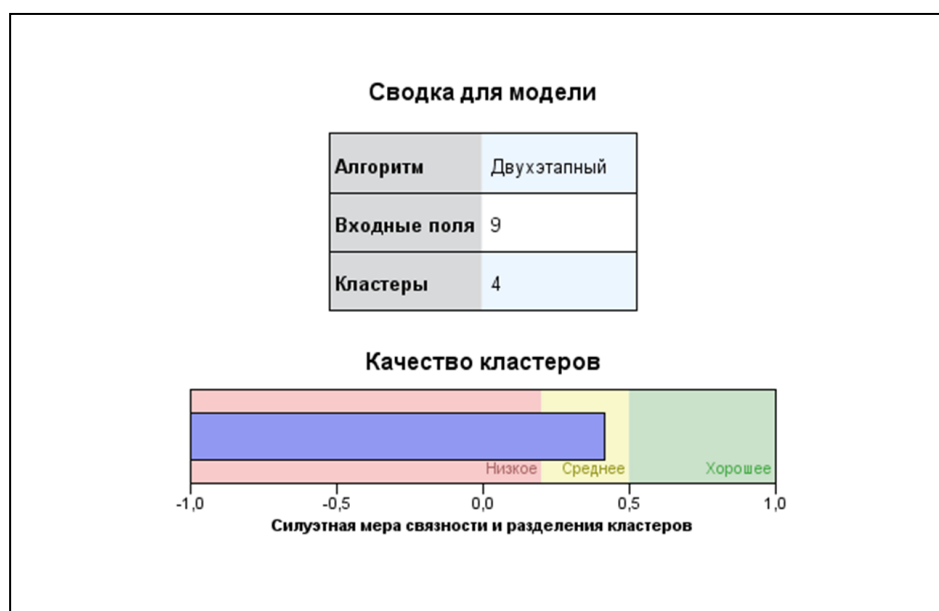
Для проведения количественного анализа все 211 ландшафтов Тверской области были сгруппированы в зависимости от главного генетического фактора формирования литогенной основы в шесть групп: конечно-моренные, моренные, зандровые, озерно-ледниковые, аллювиальные и болотные. Количественному анализу подверглись только первые четыре группы (табл.1). Аллювиальные и болотные ландшафты не рассматривались по двум причинам. Во-первых: по многим из этих ландшафтов набор количественных характеристик был неполным. Во-вторых: эти ландшафты принципиально отличались от других групп по своим морфометрическим характеристикам (размеры, форма, структура и т.д.). В результате весь массив обрабатываемых объектов составил 183 единицы.

Впоследствии в ходе компьютерного анализа массив данных был подвергнут кластеризации с учетом всех использовавшихся количественных показателей. В ходе кластерного анализа была подтверждена правильность проведенной ранее разбивки ландшафтов на соответствующие генетические группы. Как показывает рисунок, воспроизведенный самой программой SPSS, качество разделения кластеров (групп) довольно высокое – выше среднего. Этот факт имеет, на наш взгляд,

важное географическое значение – он косвенно подтверждает логичность разделения природных территориальных комплексов на группы в зависимости от генезиса литогенной основы.

Таблица 1
Группы ландшафтов, подвергшиеся количественному анализу

Название группы	Количество объектов	Доля объектов
Конечно-моренные	17	9,3%
Моренные	57	31,1%
Зандровые	49	26,8%
Озерно-ледниковые	60	32,8%
Всего	183	100%



Р и с .1. Иллюстрация достоверности разделения ландшафтов на четыре кластера

С помощью пакета IBM SPSS Statistics Base v.23.0 прежде всего были определены минимальные, максимальные и средние значения всех количественных показателей по 183 ландшафтам всех четырех групп. Результаты поиска и расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные количественные характеристики ландшафтов

Характеристики	Кол-во ландшафтов	Минимум	Максимум	Среднее	Среднеквадратическое отклонение
Площадь ландшафта, км ²	183	50,0	1434,0	437,03	257,8551
Озерность, %	183	0,0	43,0	2,31	5,3487
Заболоченность, %	183	0,0	33,0	4,48	5,7696
Лесистость, %	183	7,0	96,0	67,36	17,8073
Вертик. расчленение ландшафта, м	183	1,3	24,6	9,63	5,1969
Обводненность, км/км ²	183	0,03	0,70	0,177	0,09820
Количество фокус. пунктов, шт/100 км ²	183	0,0	7,8	1,90	1,3103
Сельскохозяйственная освоенность, %	183	1,0	92,0	25,16	20,2425
Дороги, км/км ²	183	0,03	0,76	0,29	0,13752
Нас. пункт., шт/на 100 км ²	183	0,0	20,7	8,19	4,1682

Затем подсчеты минимальных, максимальных и средних значений были проведены в каждой из скомплектованных групп, что позволило получить интересную информацию, характеризующую ландшафты, различающиеся по генезису. Результаты анализа приведены в табл. 3. Отметим, что большинство подсчитанных показателей справедливо отражает общие природные особенности ландшафтов.

Как видно из табл. 3, самыми большими по размерам оказались моренные ландшафты (530,5 км²), а самыми маленькими – конечно-моренные (346,4 км²). Высокая озерность – в среднем 4,70 % – характерна для озерно-ледниковых ландшафтов, что вполне логично, учитывая их происхождение и геологическую историю. Меньше всего этот показатель в конечно-моренных ландшафтах (0,26%). Озерно-ледниковые ландшафты выделяются самой высокой заболоченностью – в среднем 6,85 %. Здесь плоский рельеф резко замедляет дренирование территории. В то же время наименьшая заболоченность характерна для конечно-моренных ландшафтов (0,83%), что объясняется их сильной расчлененностью, способствующей дренированию. Самая большая

средняя лесистость также отмечена среди ландшафтов озерно-ледниковой группы (69,79 %), а наименее залесенными оказались конечно-моренные ландшафты (61,19 %). Вполне естественно то, что конечно-моренные ландшафты оказались наиболее расчлененными. Среднее вертикальное расчленение составило 19,1 м, в то время как в наименее расчлененных озерно-ледниковых ландшафтах этот показатель измерялся величиной 7,27 м. Ситуация с обводненностью ландшафтов оказалась прямо противоположной. Наиболее обводненными стали озерно-ледниковые ландшафты – 0,21 км/км², а конечно-моренные ландшафты были наименее обводненными – всего 0,10 км/км². По показателю количество фокусных пунктов опять лидером оказалась группа конечно-моренных ландшафтов, в которых в среднем было по 4,2 пункта на 100 км². Несомненно, этот факт объясняется особенностями расчлененного рельефа этих ландшафтов. Наоборот, плоские поверхности озерно-ледниковых ландшафтов обладали наименьшим количеством фокусных пунктов – всего 1,4 шт. на 100 км². Точно такая же закономерность наблюдалась и в отношении сельскохозяйственной освоенности территории ландшафтов. Наиболее освоенными были конечно-моренные ландшафты, где средняя цифра сельскохозяйственной освоенности составила 36,9 %, в то время как в озерно-ледниковых ландшафтах она измерялась величиной 17,2 %. С освоенностью всегда тесно связана густота дорожной сети. Именно поэтому показатель густоты дорожной сети самым высоким вновь оказался в конечно-моренных ландшафтах – 0,40 км/км². Самая редкая дорожная сеть оказалась в озерно-ледниковых ландшафтах, всего 0,24, почти в два раза меньше. Наконец, выявленную закономерность подтвердило количество населенных пунктов в ландшафтах. Больше всего поселений в среднем на 100 км² встречалось в конечно-моренных ландшафтах. Здесь их было (без учета людности) 13,2 шт. на 100 км². В группе озерно-ледниковых ландшафтов присутствовало лишь 6,69 населенного пункта на 100 км².

Статистическая обработка и анализ большого ряда количественных показателей ярко подтвердили известное каждому ландшафтоведу предположение – конечно-моренные и озерно-ледниковые ландшафты являются, вследствие их генезиса и коренных особенностей природы, явными антиподами. Из приведенных нами расчетов видно, что во всех случаях эти группы ландшафтов оказывались на противоположных полюсах. Ландшафты двух других групп (моренные и зандровые) всегда попадали в середину шкалы ранжирования. Причем моренные ландшафты, как правило, по количественным значениям характеристики были ближе к конечно-моренным, а зандровые – к озерно-ледниковым.

Таблица 3

Характеристики ландшафтов по генетическим группам

Основные характеристики		Мин.	Макс.	Среднее
Конечно-моренные	Площадь ландшафта, км ²	83,0	645,0	346,4
	Озерность, %	0	1,5	0,26
	Заболоченность, %	0	5,0	0,83
	Лесистость, %	15,0	93,0	61,19
	Вертикальное расчленение ландшафта, м	12,4	24,6	19,10
	Обводненность, км/ км ²	0,03	0,28	0,10
	Количество фокусных пунктов, шт/на 100 км ²	1,8	7,8	4,2
	Сельскохозяйственная освоенность, %	5,0	84,0	36,9
	Дороги, км/ км ²	0,16	0,76	0,40
	Нас.пунк., шт/на 100 км ²	3,7	19,7	13,2
Моренные	Площадь ландшафта, км ²	50,0	1379,0	530,5
	Озерность, %	0	11,0	1,18
	Заболоченность, %	0	8,0	1,41
	Лесистость, %	7,0	93,0	65,82
	Вертикальное расчленение ландшафта, м	4,5	21,4	14,15
	Обводненность, км/ км ²	0,03	0,70	0,15
	Количество фокусных пунктов, шт/на 100 км ²	0,7	5,4	2,32
	Сельскохозяйственная освоенность, %	4,0	92,0	31,19
	Дороги, км/ км ²	0,04	0,73	0,33
	Нас.пунк., шт/на 100 км ²	2,5	20,7	9,15
Зандровые	Площадь ландшафта, км ²	67,0	976,0	419,25
	Озерность, %	0	16,0	2,15
	Заболоченность, %	0	16,8	4,56
	Лесистость, %	14,0	91,0	69,75
	Вертикальное расчленение ландшафта, м	3,0	13,5	8,33
	Обводненность, км/ км ²	0,04	0,50	0,19
	Количество фокусных пунктов, шт/на 100 км ²	0	4,1	1,57
	Сельскохозяйственная освоенность, %	3,0	84,0	23,02
	Дороги, км/ км ²	0,11	0,52	0,30
	Нас.пунк., шт/на 100 км ²	1,4	14,9	7,79
Озерно-ледниковые	Площадь ландшафта, км ²	50,0	1434,0	413,09
	Озерность, %	0	43,0	4,70
	Заболоченность, %	0	33,0	6,85
	Лесистость, %	28,0	96,0	69,79
	Вертикальное расчленение ландшафта, м	1,3	14,3	7,27
	Обводненность, км/ км ²	0,07	0,52	0,21

Количество фокусных пунктов, шт/на 100 км ²	0,2	5,9	1,44
Сельскохозяйственная освоенность, %	1,0	71,0	17,23
Дороги, км/ км ²	0,03	0,66	0,24
Нас.пунк., шт/на 100 км ²	0	18,6	6,69

На третьем этапе интеллектуального анализа был произведен расчет коэффициента корреляции Пирсона для всех количественных показателей (кроме площади ландшафта), характеризующих ландшафты между собой. Результаты этих подсчетов приведены в табл. 4. Коэффициенты корреляции, имеющие относительно высокую и высокую значимость, в таблице выделены полужирным шрифтом и отмечены двумя звездочками. Одной звездочкой отмечены значения, иллюстрирующие слабую связь между показателями. Все другие рассчитанные коэффициенты указывали на отсутствие видимых связей.

Вполне естественно и абсолютно логично, что самая тесная связь, выражающаяся величиной $-0,907$, оказалась между лесистостью и сельскохозяйственной освоенностью территории ландшафтов. Обе характеристики являются составными частями одного целого – общей площади поверхности ландшафта, поэтому уменьшение одного из показателей сразу же приводит к увеличению другого.

Второй по силе (тесноте) связи оказалась пара «вертикальное расчленение – количество фокусных пунктов» ($+0,608$). Эта ситуация также является логичной – чем больше амплитуда между высокими и низкими отметками поверхности, тем больше шансов встретить возвышающиеся над общей поверхностью обзорные точки.

Как показали расчеты, достаточно высокая взаимосвязь наблюдается между группой критериев, характеризующих хозяйственную освоенность территории ландшафтов, – сельскохозяйственной освоенностью, густотой дорожной сети и количеством населенных пунктов. Почти во всех парах коэффициент корреляции Пирсона превысил значение $0,5$. Пара «сельскохозяйственная освоенность – дорожная сеть» – $+0,521$; пара «сельскохозяйственная освоенность – населенные пункты» – $+0,578$; пара «дорожная сеть – населенные пункты» – $+0,496$. Наличие тесных связей между названными показателями объясняется тем, что все они отражают одну главную причину – антропогенное влияние на природную среду.

Заметной оказалась связь между лесистостью территории и количеством населенных пунктов в ландшафтах. Ее корреляция составила $-0,501$, т.е. чем меньше лесистость, тем больше населенных пунктов. Вероятно, в этом также нет каких-либо противоречий.

В некоторых других парах также обнаружены относительно тесные корреляционные связи, которые измерялись значениями от $0,178$ до $0,468$ с разными знаками (см. табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты корреляции Пирсона между различными параметрами ландшафтов

Характеристики	Озерность, %	Заболоченность, %	Лесистость %	Вертикал. расчлен., м	Кол-во фокусн. пунктов, шт/на 100 км ²	С/х освоен., %	Дороги, км/ км ²	Нас. пункт., шт/на 100 км ²	Обводненность, км/ км ²
Озерность, %	1	0,052	0,019	-0,136*	0,040	-0,286**	-0,135*	-0,116	0,074
Заболоченность, %	0,052	1	0,178**	-0,460**	-0,393**	-0,437**	-0,402**	-0,468**	0,002
Лесистость, %	0,019	0,178**	1	-0,077	-0,223**	-0,907**	-0,416**	-0,501**	0,009
Вертикальное расчленение ландшафта, м	-0,136*	-0,460**	-0,077	1	0,608**	0,233**	0,306**	0,402**	-0,272**
Количество фокусных пунктов, шт/на 100 км ²	0,040	-0,393**	-0,223**	0,608**	1	0,296**	0,433**	0,532**	-0,188**
Сельскохозяйственная освоенность, %	-0,286**	-0,437**	-0,907**	0,233**	0,296**	1	0,521**	0,578**	-0,054
Дороги, км/ км ²	-0,135*	-0,402**	-0,416**	0,306**	0,433**	0,521**	1	0,496**	-0,044
Нас. пункт., шт/на 100 км ²	-0,116	-0,468**	-0,501**	0,402**	0,532**	0,578**	0,496**	1	-0,007
Обводненность, км/ км ²	0,074	0,002	0,009	-0,272**	-0,188**	-0,054	-0,044	-0,007	1

Однако явных причин, естественных закономерностей, которые могли бы однозначно объяснить их наличие, мы не выявили. Возможно, что в ряде ситуаций обнаруженная взаимосвязь случайна.

Наконец, удивительно, но проведенные расчеты показали, что такие количественные характеристики ландшафтов, как озерность и обводненность, практически ни с чем не коррелируют. Почти во всех парах, составленных с этими показателями, коэффициенты корреляции оказались очень низкими, указывающими на отсутствие связей.

Таким образом, проведенное исследование убедительно показало, что пакет IBM SPSS Statistics Base v.23.0 может быть мощным дополнительным средством в руках ландшафтоведа, описывающего природные комплексы своего региона. Он позволяет быстро и точно рассчитать количественные характеристики ландшафтов и выявить взаимосвязи между ними. Не исключено использование пакета и для классификации ландшафтов.

Список литературы

1. Дорогонько Е.В. Обработка и анализ социологических данных с помощью пакета SPSS: / учеб.-метод. пособие. Сургут: Изд. центр СурГУ, 2010. 110 с.
2. Дорофеев А.А. Ландшафтно-рекреационный анализ территории для целей экологического туризма: автореф. дис. канд. геогр. наук. Смоленск, 2003. 29 с.
3. Дорофеев А.А. Опыт картографирования индивидуальных ландшафтов Тверской области // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер.: «География и геоэкология». 2004. № 1. С. 34-43.
4. Дорофеев А.А. Физико-географическое районирование и ландшафты Тверской области // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер.: «География и геоэкология». 2009. № 2. С. 19-42.
5. Дорофеев А.А. Количественные характеристики индивидуальных ландшафтов Тверской области. Электронная база данных. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621531. Дата государственной регистрации 10.11.2014.

ANALYSIS OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF TVER REGION LANDSCAPES

A.A. Dorofeev

Tver State University

Some quantitative characteristics of Tver region landscapes were analyzed with the help of a computer program. The results of electronic data processing are given in a few information tables.

Keywords: *landscape, correlation, clusterisation, quantitative characteristics.*

Об авторе:

ДОРОФЕЕВ Александр Александрович - кандидат географических наук, доцент кафедры туризма и природопользования Тверского государственного университета. e-mail: adgeograf@mail.ru