

СИСТЕМНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПТК МОРДОВИИ

SYSTEM-STATISTICAL ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE NTC OF MORDOVIA



*А. В. Кирюшин,
Мордовский
государственный
университет
им. Н. П. Огарёва,
г. Саранск
kir_av@mail.ru*

*A. Kiryushin,
Mordovia State University
named after N. P. Ogarev,
Saransk*



*В. Н. Маскайкин,
Мордовский
государственный
университет
им. Н. П. Огарёва,
г. Саранск
mordrosgeo@mail.ru*

*V. Maskaykin,
Mordovia State University
named after N. P. Ogarev,
Saransk*

Рассмотрены методологические и методические аспекты многопланового количественного анализа межкомпонентных связей (отношений), которые приводят к формированию территориальных ландшафтных структур регионального порядка. Используется методология последовательного построения систем разного иерархического уровня. Отмечено, что применение методов непараметрической и параметрической статистики, в сочетании с ГИС-ориентированными технологиями, позволяет существенно расширить возможности исследования межкомпонентных отношений.

Для выделенного трехфакторного пространства методом многомерного шкалирования целочисленная размерность географического пространства оценена как равная трем. С помощью данного метода и регрессионного анализа дается интерпретация физического смысла полученных факторов, определяющих структуру природных территориальных комплексов.

Показано, что структура ПТК Мордовии описывается в рамках трех, в значительной степени независимых друг от друга факторов. Первый, ведущий фактор, определяется в основном геолого-геоморфологическими переменными. Второй фактор отображает схему влагооборота. Третий фактор характеризует, прежде всего, температурные переменные, причем в наибольшей степени — зимние. Объединение этих переменных в единую систему происходит через растительность и в меньшей мере — через абсолютную высоту.

Полученная факторная модель позволяет также строить дискретные и (или) непрерывные (когнитивные) пространственные модели ПТК Мордовии

Ключевые слова: система; структура; переменная; природный территориальный комплекс; ландшафт; методы непараметрической и параметрической статистики; размерность пространства; факторная модель; базовые факторы; дискретность; непрерывность (когнитивность); геоэкология

The article describes the methodological and methodological aspects of the multi-plannable quantitative analysis of intercomponent relations, which lead to the formation of territorial landscape structures of regional order. The methodology of sequential construction of systems of different hierarchical level is used. The application of methods of non-parametric and parametric statistics, in combination with GIS-oriented technologies, allows to significantly expand the possibilities of exploring intercomponent relations.

For the selected three-factor space, by the multidimensional scaling method, the integer dimension of the geographical space is estimated as equal to three. With the help of this method, as well as regression analysis, the interpretation of the physical meaning of the obtained factors, that determine the structure of natural territorial complexes, is given.

It was demonstrated that the structure of the NTC of Mordovia is described within the framework of three factors, largely independent of each other. The first, leading factor, is determined, mainly, by geological-geomorphological variables. The second factor displays the scheme of the hydrologic cycle. The third factor, first of

all, characterizes the temperature variables, and, to the greatest extent, winter ones. The combination of these variables in a single system occurs through vegetation and, to a lesser extent, through absolute height.

The resulting factor model also makes it possible to construct discrete and (or) continuous spatial models of the NTC of Mordovia

Key words: system; structure; variable; natural territorial complex; landscape; methods of nonparametric and parametric statistics; dimensionality of space; factor model; basic factors; discreteness; continuity; geoeology

Введение. Целью исследования является определение основных правил, формирующих пространственную структуру природных территориальных комплексов Республики Мордовия. При этом основное внимание уделялось исследованию отношений (связей) между компонентами, их образующими и построению на этой основе соответствующей статистической модели.

Основные задачи, которые могут быть решены на основе построения такой модели, включают:

1) оценку силы и характера межкомпонентных связей;

2) определение количества факторов, описывающих территориальное изменение (варьирование) свойств ПТК (оценка размерности пространства);

3) интерпретацию и обоснование физического смысла выделенных базовых факторов;

4) построение статистических моделей пространственной структуры ПТК Мордовии на основе непрерывного (континуального) и дискретного подходов;

5) оценку полученной модели через количественный анализ качества отображения территориальной изменчивости тех свойств ландшафтов (или их компонентов), которые непосредственно не были введены в первоначальную многомерную модель ПТК.

В данной статье излагаются подходы к решению первых трех задач.

Объектом исследования являются ПТК Мордовии. Республика расположена в центре Русской равнины, в северо-западной части Приволжской возвышенности, на западе переходящей в Окско-Донскую низменность. Климат умеренно континентальный. Территория республики располагается в пределах подзон смешанных и

широколиственных лесов и лесостепи. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные почвы. Для естественной растительности характерно преобладание дубовых лесов и луговых степей, широко распространены также сосновые боры (иногда с примесью ели). Характерная для настоящего времени структура ландшафтов Мордовии сформировалась в результате взаимодействия неотектонических движений, геолого-геоморфологической основы, климата и хозяйственной деятельности. Большое влияние на нее оказало днепровское оледенение. В качестве исходных данных при построении модели использовались материалы, содержащиеся как в опубликованных, так и фондовых источниках по Мордовии [1; 2; 4; 7–9; 14].

Методика исследования. Базовым понятием исследования является понятие структуры. В самом общем смысле под этим понимается отношение порядка, которое определено на некотором множестве. Структура определяется через ее параметры, которые задают ее форму в пространстве. Наиболее важными параметрами структуры являются размерность объекта, число иерархических уровней, типы форм элементарных структур на каждом из иерархических уровней, отношения изображения к базовым факторам и др. [10]. Исследование опирается на методологию системного подхода, реализуемую в рамках последовательного построения и анализа систем разного уровня иерархии [5]. Используемая в работе методология фактически является одним из направлений общесистемного подхода. Изучение сложных пространственных объектов на основе данной методологии позволяет на каждом этапе физико-географических ис-

следований применять обоснованные правила действий, что уменьшает количество возможных ошибок. Выделяются исходные системы, системы данных, порождающие системы, структурированные системы, метасистемы [Там же].

На первом уровне происходит отбор свойств, которые максимально отображают изучаемый объект, исходя из цели исследования. Далее выбираются переменные, с наибольшей полнотой описывающие выбранные свойства; определяются параметры, на которых они наблюдаются (время, пространство, группы и др.). Каждая переменная описывается по основным своим характеристикам, существенным с методологической точки зрения (математические свойства и др.).

На уровне систем данных происходит преобразование переменных во множество состояний, отображаемое на едином параметрическом множестве, т. е. осуществляются сами наблюдения по программе, определенной на уровне исходных систем. На уровне порождающих систем полученные данные преобразуются в те или иные формы, исходя из природы изучаемого объекта и целей исследования. Задачей уровня структурированных систем является выявление отношений между переменными, а уровня метасистем — отношений между установленными отношениями. Исследование заканчивается при достижении его цели. В противном случае система любого уровня сложности может быть переопределена. Данная методология, в принципе, позволяет построить и исследовать систему практически любого уровня сложности и типа.

Результаты исследования. Априорные представления позволяют предположить наличие в заданной системе как минимум двух существенно независимых друг от друга значимых факторов формирования ее структуры. Первый обусловлен эндогенными переменными, второй — экзогенными. Существенная независимость

количества осадков и температурных условий предполагает, скорее всего, наличие еще одного фактора. Вероятно, что формирование облика растительности определяет специальный фактор, так как данная переменная существенно зависима от всех остальных. При этом растительность является очень важным интегральным компонентом при формировании структуры ПТК. Следовательно, можно предположить, что целочисленная размерность структуры системы может быть равна четырем или трем. Таким образом, построение исходной системы ПТК Мордовии осуществлено для переменных, отражающих основные свойства ландшафтов (табл. 1).

Дополнив исходную систему наблюдаемыми значениями (состояниями) основных переменных, получаем новую систему, которая соответствует уровню системы данных. С тематических карт сняты растровые значения по всем 17 переменным. Это позволило создать матрицу состояний переменных (шаг 1x1 км). Эта матрица содержит по 26 тыс. состояний (наблюдений) на каждую из переменных, включенных в систему. Применение гис-технологий позволяет существенно оптимизировать создание системы данных [3; 6; 12; 14].

Число состояний (градаций) для количественных переменных дано после их перевода в квалиметрические (ранговые). Групповые переменные с помощью таблиц кросс-табуляции и естественных классификаций переведены в квалиметрические.

Далее выявлены масштабы связей между переменными, описывающими пространственную структуру ландшафта. Для этого рассчитаны информационные меры связи (дискретный подход) и ранговые коэффициенты корреляции (континуальный). Этот анализ показал, что существенно между собой связаны рельеф, генезис отложений, почвы, растительность. Между климатическими характеристиками тоже фиксируются значимые связи.

Таблица 1 / Table 1

Переменные, используемые для построения исходной системы /
Variables used to build the source system

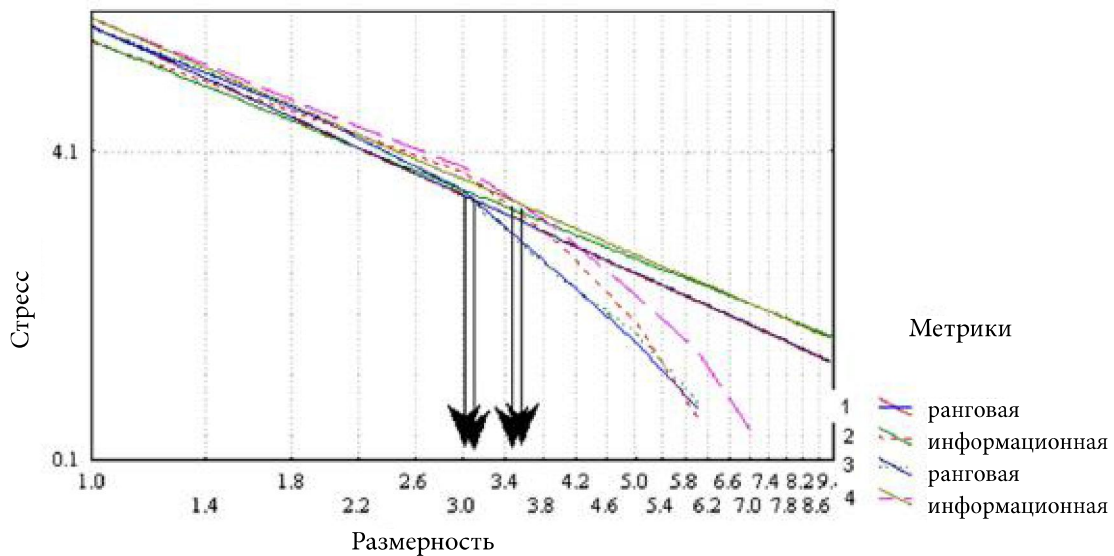
| Отображаемое свойство ПТК / NTC displayed property | Переменные / Variables | Индекс переменной / Index | Тип переменной / Variable type | Число состояний / Number of states |
|---|---|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Мезоклиматические условия / Mesoclimatic conditions | Среднегодовая температура, °C / Average annual temperature, °C | Тгод | Количественная / Quantitative | 6 |
| | Средняя температура самого теплого месяца, °C / Average temperature of the warmest month, °C | Тт | Количественная / Quantitative | 7 |
| | Средняя температура самого холодного месяца, °C / Average temperature of the coldest month, °C | Тх | Количественная / Quantitative | 8 |
| | Осадки, среднегодовое значение, мм / Precipitation, average annual number, mm | Огод | Количественная / Quantitative | 6 |
| | Осадки (теплый период), мм / Precipitation (warm period), mm | От | Количественная / Quantitative | 5 |
| | Осадки (холодный период), мм / Precipitation (cold period), mm | Ох | Количественная / Quantitative | 5 |
| | Среднегодовая высота снежного покрова, см / Average annual height of the snow cover, cm | Снег | Количественная / Quantitative | 3 |
| Литология и генезис / Lithology and Genesis | Литогенетические подтипы отложений / Lithogenetic subtypes of sediments | Лотл | Групповая / Group | 10 |
| | Гранулометрический состав почвообразующих пород / Granulometric composition of soil-forming rocks | Лмех | Квалиметрическая / Rank | 5 |
| Рельеф / Relief | Абсолютная высота местности, м / Absolute altitude, m | Рн | Количественная / Quantitative | 12 |
| | Положение на мезосклоне / Position on the mesoscale | Рсклон | Групповая / Group | 5 |
| | Экспозиция склона в мезомасштабе / Exposure of the slope at the mesoscale | Рэксп | Групповая / Group | 8 |
| Почвы / Soils | Подтипы почв / Subtypes of soils | Почва | Групповая / Group | 9 |
| | Тип водной миграции в верхнем горизонте почв / Type of water migration in the upper horizon of soils | Пмигр | Групповая / Group | 5 |
| Растительность / Vegetation | Растительные формации / Vegetative formations | Раст | Групповая / Group | 12 |
| Гидрологические условия / Hydrological conditions | Глубина грунтовых вод, м / Depth of groundwater, m | Ггл | Количественная / Quantitative | 5 |
| | Среднегодовой модуль поверхностного стока, л/с на 1 км ² / Average annual surface runoff module, l/s per 1 km ² | Гсток | Количественная / Quantitative | 4 |

Парные отношения между переменными (информационные или ранговые меры связи) образуют множество, которое может быть сведено к небольшому числу фак-

торов, описывающих с необходимой полнотой как отношения между ними, так и варьирование их состояний в пространстве. Определение базовых факторов есть типич-

ная задача уменьшения исходной размерности при исследовании сложных систем. Размерность в этом случае понимается как число независимых базовых факторов, знание значений которых позволяет воспроизвести вариабельность всех свойств объекта. Чем выше размерность, тем потенциально сложнее организация системы [10]. Каждый из выделенных базовых факторов интегрирует определенную часть отношений между переменными и обычно при привлечении дополнительной информации физически интерпретируем.

Размерность определялась непараметрическим методом многомерного неметрического шкалирования при использовании для измерения парных отношений информационной оценки и ранговой корреляции (*gamma Kendel*) при различных вариантах таксономии переменных. Установлено, что целочисленная размерность во всех случаях близка к трем, т. е. для отображения 17 переменных, включенных в анализ, достаточно всего три независимых фактора, что и представлено на рисунке.



Оценка размерности пространства системы (1–4 – варианты используемых метрик) /
 Estimation of the system space dimension (1–4 – variants of the used metrics)

Все переменные описываются через коэффициенты чувствительности к ним, которые показывают роль каждого фактора в определении той или иной переменной (табл. 2). Знак при коэффициенте чувствительности показывает уменьшение или увеличение значения переменной при изменении возможных значений фактора. Приведенные в таблице коэффициенты отображают основные закономерности организации структуры ПТК. С учетом факторных нагрузок и допущения о том, что

интегральное общеландшафтное воздействие определяется переменной с наибольшим собственным характерным временем, можно утверждать, что первый фактор отражает макрорегиональные закономерности формирования структуры ПТК, которые для данной территории связываются в основном с геолого-геоморфологическими переменными, образующими единое целое (морфоструктура и морфоскульптура территории во взаимосвязи с литологией отложений). Высокие нагрузки по этому

фактору для группы почвенных переменных показывают, что для территории Мордовии почвы в значительной мере являются функцией литологии, рельефа и гранулометрического состава почвообразующих

пород. Температурные характеристики на макрорегиональном уровне изменяются в соответствии с обычным градиентом, обусловленным изменением абсолютной высоты местности.

Таблица 2 / Table 2

Роль базовых факторов в определении переменных системы ПТК Мордовии / Role of the basic factors in determining the variables of the system NTC of Mordovia

| Переменные* / Variables | Коэффициенты чувствительности переменных к факторам/ Coefficients of sensitivity of variables to factors | | |
|---|---|---------------------|---------------------|
| | Фактор 1 / Factor 1 | Фактор 2 / Factor 2 | Фактор 3 / Factor 3 |
| Лотл | -0,975 | -0,042 | -0,066 |
| Лмех | -0,919 | 0,389 | -0,007 |
| Пмигр | -0,894 | 0,001 | -0,188 |
| Рн | -0,878 | -0,320 | 0,239 |
| Почва | -0,834 | 0,147 | -0,284 |
| Раст | -0,753 | 0,210 | 0,461 |
| Ггл | -0,642 | -0,564 | -0,135 |
| Рсклон | -0,576 | -0,687 | -0,032 |
| Ох | 0,257 | 0,789 | -0,459 |
| Гсток | 0,348 | 0,764 | 0,571 |
| Огод | 0,670 | 0,471 | -0,425 |
| От | 0,767 | 0,322 | -0,326 |
| Рэкс | 0,799 | 0,447 | 0,220 |
| Тгод | 0,829 | -0,494 | 0,028 |
| Тт | 0,831 | -0,027 | 0,366 |
| Тх | 0,905 | -0,627 | 0,700 |
| Снег | 1,063 | -0,780 | -0,664 |
| Суммарный вклад фактора в общую дисперсию, % / Integral contribution of the factor to the total dispersion, % | 62 | 24 | 14 |

*Расшифровка сокращений приведена в табл. 1

Второй фактор связывается с переменными, характеризующими влагообеспеченность территории. Наиболее высокие коэффициенты чувствительности к нему имеют осадки, которые через экспозицию склонов и положение на мезосклоне связываются с геолого-геоморфологическими переменными. Их взаимодействие формирует гидрологические переменные. Отрицательный знак связи зимних температур с этим фактором при таком же знаке для переменной «положение на мезосклоне» прямо отражает формирование зимних инверсий температур. Таким образом, второй фактор можно связать с взаимодействием рельефа и климатических переменных в мезомасштабе.

Третий фактор отражает прямое, не трансформированное рельефом действие полей температур и осадков. Практически в одинаковой степени от всех базовых факторов зависят растительный покров и модуль поверхностного стока, что отражает действие на них всех физических факторов. Вместе с тем почвенный покров определяется в основном первым фактором и в небольшой степени – третьим.

В целом геолого-геоморфологические переменные с учетом всех взаимодействий определяют 64 %, мезорельеф – 22 % и собственно климат – 14 % варьирования состояний всех переменных. Можно утверждать, что полученная матрица коэффи-

циентов чувствительности отображает всю пространственную структуру ПТК и описывает параметры всех отношений.

Более строгая интерпретация физического смысла базовых факторов осуществляется на основе регрессионного анализа. В табл. 3 приведены коэффициенты детерминации переменных от выделенных факторов (R^2). Чем большее значение он имеет, тем лучше описывается данная переменная в рамках выбранного многомерного пространства. Коэффициенты чувствительности фактически характеризуют отображение переменных в пространстве базовых факторов. При этом знак говорит о направлении взаимосвязи, а абсолютное значение коэффициента свидетельствует о нагрузке (величине) фактора в определе-

нии каждой из переменных. Курсивом показаны нагрузки, которые в существенной мере определены тем или иным фактором. Регрессионный анализ является линейным методом, поэтому более корректно использовать его результаты, полученные по ранговым дистанциям (или предварительно нормировать данные). Из табл. 3 следует, что большинство переменных неплохо описываются полученными факторами. Коэффициенты детерминации в большинстве случаев равны 0,4...0,7 (это соответствует значению коэффициента корреляции 0,65...0,9). Слабее (R^2 равно 0,28...0,35) данными факторами отображаются уровень грунтовых вод, осадки, годовые температуры, положение в мезорельефе.

Таблица 3 / Table 3

Зависимость переменных от базовых факторов /
Dependence of variables on basic factors

| Переменные / Variables | Коэффициенты чувствительности к факторам (информационная метрика) / Factors of sensitivity to factors (information metric) | | | R^2 | Коэффициенты чувствительности к факторам (ранговая метрика) / Factors of sensitivity to factors (rank metric) | | | R^2 |
|---------------------------|--|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | |
| Лотл | -0,72 | 0,00 | 0,09 | 0,56 | -0,81 | 0,07 | -0,05 | 0,68 |
| Лмех | -0,46 | -0,31 | 0,00 | 0,41 | -0,67 | 0,30 | 0,14 | 0,53 |
| Почва | -0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,47 | -0,74 | 0,21 | 0,00 | 0,59 |
| Пмигр | -0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,57 | -0,80 | 0,09 | 0,00 | 0,64 |
| Раст | -0,44 | -0,28 | 0,52 | 0,74 | -0,70 | 0,27 | 0,43 | 0,67 |
| Ггл | -0,79 | 0,60 | 0,00 | 0,64 | -0,42 | -0,32 | 0,00 | 0,34 |
| Рн | -0,80 | 0,32 | 0,20 | 0,65 | -0,74 | -0,15 | 0,25 | 0,61 |
| Рсклон | -0,77 | 0,62 | 0,00 | 0,63 | -0,46 | -0,32 | 0,08 | 0,32 |
| Рэкср | 0,49 | 0,18 | 0,56 | 0,54 | 0,39 | 0,43 | 0,25 | 0,41 |
| Тгод | 0,33 | 0,28 | 0,13 | 0,25 | 0,42 | -0,27 | 0,15 | 0,28 |
| Тт | 0,41 | 0,21 | 0,00 | 0,29 | 0,43 | 0,12 | 0,42 | 0,40 |
| Тх | 0,23 | 0,41 | 0,00 | 0,30 | 0,45 | -0,40 | 0,51 | 0,70 |
| Ог | 0,50 | 0,00 | 0,31 | 0,29 | 0,36 | 0,56 | -0,27 | 0,52 |
| От | 0,49 | 0,16 | 0,45 | 0,44 | 0,39 | 0,39 | -0,19 | 0,35 |
| Ох | 0,17 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,12 | 0,48 | -0,21 | 0,31 |
| Гсток | 0,30 | -0,41 | -0,17 | 0,21 | 0,00 | 0,59 | 0,45 | 0,52 |

Приведенные в табл. 3 коэффициенты чувствительности отображают основные правила организации структуры ПТК. Можно утверждать, что она описывается в рамках трех, достаточно ортогональных друг к другу факторов. Ведущее значение имеет первый фактор. Он определяется в основном геолого-геоморфологическими переменными. Следовательно, структура системы во многом определяется геоло-

го-геоморфологическими характеристиками. Высокие нагрузки по этому фактору для группы почвенных переменных показывают, что для территории Мордовии почвы в значительной мере являются функцией литологии, рельефа и гранулометрического состава почвообразующих пород.

Существенно независимыми от первого являются второй и третий факторы. Вторая ось (фактор) отображает схему влаго-

оборота. Осадки через экспозицию склонов и положение на разных участках склонов связаны с геолого-геоморфологическими переменными, совместно обуславливают поведение таких переменных, как глубина залегания грунтовых вод и сток. Важную роль в этих отношениях имеют также гранулометрический состав почвообразующих пород и растительность.

Третий фактор характеризует, прежде всего, температурные переменные, причем в наибольшей степени — зимние. Объединение этих переменных в единую систему происходит через растительность и в меньшей мере — через абсолютную высоту.

Таким образом, имеем следующую обобщенную схему организации структуры системы: она определяется тремя независимыми факторами. Их интеграция в общую систему происходит благодаря растительности, стоку, экспозиции. Следовательно, можно утверждать, что мнение Н. А. Солнцева о большой роли геолого-геоморфологических условий (переменных) в формировании структуры ПТК для рассматриваемого региона в целом справедливо [11]. Но, в отличие от его модели, климатические переменные оказываются существенно независимыми. Соответственно, подтверждается гипотеза В. Н. Солнцева и о полиструктурности, т. е. организацию ПТК можно рассматривать как состоящую из трех весьма независимых подсистем со своей внутренней структурой, а также типами связей.

Заключение. Таким образом, последовательный системный анализ сложных географических систем позволяет использовать большой набор статистических методов и на количественной основе решать

как традиционные задачи классификации ландшафта и построения ландшафтных карт, так и определять фактическую размерность пространственного объекта, давать интерпретацию физического смысла полученных базовых факторов, что продемонстрировано в данной статье.

Полученная факторная статистическая модель ПТК отображает основные параметры структуры ландшафтов Республики Мордовия. Структура ПТК данной территории описывается в рамках трех базовых факторов. В пределах рассматриваемой территории представления о ведущей роли в формировании ПТК геолого-геоморфологических факторов в целом подтверждаются. Однако трансформация поля температуры и осадков геолого-геоморфологическими факторами не столь однозначна, и они сохраняют самостоятельное значение, определяя трехмерный базис географического пространства и увеличивая разнообразие возможных состояний ПТК.

Модель также является основой для статистического описания пространственного поведения каждого компонента, что позволяет построить как континуальные, так и дискретные ландшафтные карты разной детализации; выявить равновесные и неравновесные отношения в структуре ПТК; описать размещение данных зон по территории.

Полученная факторная модель структуры ландшафта с высокой степенью надежности определяет важнейшие характеристики пространственной структуры компонентов и свойств, которые непосредственно не были включены в исходную систему, и может использоваться как основа при их независимом анализе.

Список литературы

1. Белов А. А. Изучение рельефообразующих процессов на территории Республики Мордовия // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы тринадцатой междунар. науч.-техн. конф. Саранск, 2014. С. 345–348.
2. Белов А. А. Развитие опасных экзогенных процессов на территории Республики Мордовия // Вестник Мордовского университета. 2015. № 2. С. 132–138.
3. Варфоломеев А. Ф., Коваленко Е. А., Манухов В. Ф. Гис-технологии при изучении и оценке взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа // Геодезия и картография. 2013. № 7. С. 47–53.

4. Васин С. Н., Москалева С. А., Баранова Т. А. Охрана лесов Республики Мордовия // Современные проблемы территориального развития. 2017. Т. 1.
5. Клар Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 540 с.
6. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационные технологии в междисциплинарных исследованиях // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2016. Т. 2. С. 35–37.
7. Масляев В. Н. Особенности проявления водной эрозии в лесостепных ландшафтах Мордовии // Проблемы региональной экологии и географии. Ижевск, 2017. С. 350–354.
8. Меркулова С. В., Меркулов П. И., Кистенева Н. В., Грачева В. А. Природные опасности на территории Республики Мордовия (на примере гидрометеорологических явлений) // Научный взгляд в будущее. 2016. Т. 11, № 2. С. 77–81.
9. Переточенкова О. У. Природно-ресурсный потенциал Мордовии: состояние, оценка, использование: дис. канд. геогр. наук: 25.00.36. Саранск, 2006. 153 с.
10. Пузаченко Ю. Г. Методологические основы измерения сложности ландшафта // Известия РАН. 1995. № 4. С. 30–50.
11. Солнцев В. Н. Системная организация ландшафтов: проблемы методологии и теории. М.: Мысль, 1981. 239 с.
12. Ямашкин А. А., Новикова Л. А., Ямашкин С. А., Яковлев Е. Ю., Уханова О. М. Пространственная модель ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности // Вестник Удмуртского университета. 2015. Т. 25, № 3. С. 124–132.
13. Chernenkova T. V., Popov S. Y., Belyaeva N. G., Morozova O. V., Puzachenko M. Y. Composition and structure of spruce forests of the southwestern part of Moscow region // Contemporary Problems of Ecology. 2016. No. 7. С. 820–833.
14. Maslyayev V. N. Lithogenic basis of mordovian, s landscape: geo-ecological aspect of research // Journal of Wetlands Biodiversity. 2012. No. 2. P. 45–51.

References

1. Belov A. A. *Aktualnye voprosy arhitektury i stroitelstva: materialy trinadtsatoy mezhdunar. nauch.-tehn. konf* (Actual problems of architecture and construction: materials of the thirteenth intern. scientific and technical conf.). Saransk, 2014, pp. 345–348.
2. Belov A. A. *Vestnik Mordovskogo universiteta* (Bulletin of the Mordovia University), 2015, no. 2, pp. 132–138.
3. Varfolomeev A. F., Kovalenko Ye. A., Manukhov V. F. *Geodeziya i kartografiya* (Geodesy and Cartography), 2013, no. 7, pp. 47–53.
4. Vasin S. N., Moskaleva S. A., Baranova T. A. *Sovremennyye problemy territorialnogo razvitiya* (Modern problems of territorial development), 2017, vol. 1.
5. Kлар J. *Sistemologiya. Avtomatizatsiya resheniya sistemnykh zadach* (Systemology. Automation of solving system problems). Moscow: Radio and Communications, 1990. 540 p.
6. Manukhov V. F., Ivlicva N. G., Manukhova V. F. *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tehnologii, kachestvo* (Modern Education: content, technology, quality), 2016, vol. 2, pp. 35–37.
7. Maslyayev V. N. *Problemy regionalnoy ekologii i geografii* (Problems of regional ecology and geography), Izhevsk, 2017, pp. 350–354.
8. Merkulova S. V., Merkulov P. I., Kisteneva N. V., Gracheva V. A. *Nauchny vzglyad v budushchee* (Scientific View to the Future), 2016, vol. 11, no. 2, pp. 77–81.
9. Peretochenkova O. U. *Prirodno-resursny potentsial Mordovii: sostoyanie, otsenka, ispolzovanie: dis. kand. geogr. nauk: 25.00.36* (Natural resource potential of Mordovia: state, assessment, use: dis. ... cand. geogr. sciences: 25.00.36). Saransk, 2006. 153 p.
10. Puzachenko Yu. G. *Izvestiya RAN* (News of the Russian Academy of Sciences), 1995, no. 4, pp. 30–50.
11. Solntsev V. N. *Sistemnaya organizatsiya landshaftov: problemy metodologii i teoriiya* (Systemic landscape organization: problems of methodology and theory). Moscow: Thought, 1981. 239 p.
12. Yamashkin A. A., Novikova L. A., Yamashkin S. A., Yakovlev E. Yu., Ukhanova O. M. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* (Bulletin of the Udmurt University), 2015, vol. 25, no. 3, pp. 124–132.
13. Chernenkova T. V., Popov S. Y., Belyaeva N. G., Morozova O. V., Puzachenko M. Y. *Contemporary Problems of Ecology* (Contemporary Problems of Ecology), 2016, no. 7, pp. 820–833.
14. Maslyayev V. N. *Journal of Wetlands Biodiversity* (Journal of Wetlands Biodiversity), 2012, no. 2, pp. 45–51.

Коротко об авторах

Кирюшин Александр Владимирович, канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры экологии и природопользования, МГУ им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия. Область научных интересов: ландшафтоведение, системный анализ сложных пространственных систем, управление природопользованием, экономика природопользования
kir_av@mail.ru

Маскайкин Виктор Николаевич, канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры физической и социально-экономической географии, МГУ им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия. Область научных интересов: геолого-геоморфологическое развитие и современный рельеф территории Мордовии
mordrosgeo@mail.ru

Briefly about the authors

Alexander Kiryushin, candidate of geographical sciences, associate professor, Ecology and Environmental Sciences department, MRSU, Saransk, Russia. Sphere of scientific interests: landscape study, system analysis of complex spatial systems, environmental management, nature management economics

Victor Maskaykin, candidate of geographical sciences, associate professor, Physical and Socio-Economic Geography department, MRSU, Saransk, Russia. Sphere of scientific interests: geological and geomorphological development and modern relief of the territory of Mordovia

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 18-45- 13001/18 «Сельскохозяйственная экология и пути ее применения в земельном планировании Республики Мордовия»

Образец цитирования

Кирюшин А. В., Маскайкин В. П. Системно-статистический анализ структуры ПТК Мордовии // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2019. Т. 25. № 3. С. 12–21. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-12-21.

Kiryushin A., Maskaykin V. System-statistical analysis of the structure of the NTC of Mordovia // Transbaikal State University Journal, 2019, vol. 25, no. 3, pp. 12–21. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-12-21.

Статья поступила в редакцию: 14.08.2018 г.
Статья принята к публикации: 19.02.2019 г.

