

УДК 911.2

**Шальнев В.А. [Shalnev V.A.],
Ляшенко Е.А. [Lyashenko E.A.],
Мельничук В.В. [Melnychuk V.V.],
Токарев А.А. [Tokarev A.A.]****ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ
И ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА)****Geochemical approach to the study of spatial
relations and transformation of landscapes
(the example of Western Caucasus)**

Рассматриваются межсистемные и внутрисистемные связи фаций горных ландшафтов речных долин верховий Кубани Западного Кавказа с использованием геохимических методов исследования. Изучение межсистемных латеральных связей фациальных катенных рядов во всех геоботанических высотных поясах ландшафтов позволили проследить распределение химических элементов тяжелых металлов в почвенном и растительном компонентах фаций, а также организмах беспозвоночных. Коэффициенты множественной корреляции отражают состояние внутрисистемных межкомпонентных связей фаций, их специфику (тесноту) и устойчивость. Величины коэффициентов в большинстве фаций (кроме пихтовых лесов) свидетельствуют о преобладании неустойчивых и слабоустойчивых связей, их большую зависимость от внешних факторов и предрасположенность к процессам трансформации. Полученные коэффициенты напряженности биоэкосистемных связей позволили провести типологию геохимических сред для различных фаций среднегорных и высокогорных ландшафтов.

This article presents interconnection intraconnection facies of mountain landscapes of river valleys of the upper reaches of the Kuban Western Caucasus using geochemical methods. The study of the interconnection of the lateral relationships of chain of interrelated varieties of landscape series of facies in all geobotanical high-altitude zones allowed us to trace the distribution of chemical elements heavy metals in soil and vegetation components, facies and organisms invertebrates. The indices of multiple correlation reflect the state of the intrasystem interconnects links of the facies, their specificity and sustainability. The index values in most of the facies (except fir forests) testify to the predominance of unstable and weakly stable relations, they are more dependent on external factors and a predisposition to processes of transformation. The indices of tension bioecosystem ties allowed the typology of geochemical environments for the different facies of medium and high mountains landscapes.

Ключевые слова: ритмика, трансформация, геохимический подход, латеральные связи, межкомпонентные корреляционные и биоэкосистемные связи.

Key words: rhythm, transformation, geochemical approach, lateral connection, cross-media correlation and bioecosystem connection.

Введение

В последнее время активно обсуждается проблема трансформации ландшафтов как актуального направления в теории и методологии ландшафтоведения [1]. Однако, данное направление не является новым. Еще С.В. Калесник вел понятие «ритмика», определяющее закономерности

функционирования ландшафтов [2]. Далее Б.Б. Сочава обосновал понятие динамики ландшафтов [3], а А.А. Крауклис дополнил эту закономерность серийными рядами состояний фаций [4]. В результате в теории ландшафтоведения определилась группа понятий, отражающих различные типы изменений в функционировании природного ландшафта: ритмика – динамика – эволюция [5].

В период динамических изменений закладываются связи будущих трансформаций ландшафта. Это тесно связано с его устойчивостью. В процессе динамической смены состояний ландшафт может оставаться «самим собой» до тех пор, пока его устойчивость не будет нарушена внешними или внутренними причинами [6]. В этом ключе, понятие «трансформация» может пониматься в качестве последовательной смены межсистемных и внутрисистемных связей ландшафта (ритмика → динамика → эволюция), которые влияют на особенности его функционирования и состояния структуры, как под влиянием природных, так и антропогенных факторов. В этой связи структура ландшафтов дополняется новыми отношениями, процессами и межкомпонентными связями. В разнообразии типов современных ландшафтов, как следствие, выстраивается определенный последовательный ряд, отражающий разную степень трансформации природных ландшафтов и их структуры: природный ландшафт истории человека → культурно-природный (частично изменений) → природно-культурный (агроландшафт) → этнокультурный → техногенный [7].

В исследованиях большинства ученых термин «трансформация» ландшафта выступает в качестве определения непосредственно антропогенных изменений. Анализ опыта публикаций о Кавказе показывает, что на протяжении долгих лет ученые исследовали трансформацию различных компонентов ландшафтов, пытаясь выявить их устойчивость к антропогенным воздействиям: почв [8, 9, 10], животного населения [11, 12, 13, 14, 15], а также биоты в целом [16]. Ряд исследователей обращались к выявлению наиболее оптимальных методик диагностики степени антропогенной трансформации ландшафтов Северного Кавказа [7, 8 и др.]. Однако в подобных работах слабо прослеживается анализ межкомпонентных связей как важной составной части структуры ландшафта.

В результате вмешательства человека происходят различного рода трансформации ландшафтов и ослаблению их устойчивости, инварианта. Усиливается данный эффект еще и тем, что ландшафт является сложным природным образованием множества компонентов и ТПК морфологических единиц разной размерности, объединенных в единое целое вещественно-энергетическими связями. В качестве системообразующих связей в ландшафте выступают корреляционные связи и зависимости, при которых взаимодействующие компоненты взаимно влияют друг на друга [17]. Применение геохимического подхода в исследовании трансформации ландшафтов может поз-

волить изучать изменения в функционировании природных комплексов, выявлять их современное состояние, устойчивость к внешним воздействиям и напряженность биоэкосистемных связей, а также прогнозировать возможные стадии трансформации структуры изучаемых геосистем [18].

Несмотря на большой интерес исследователей к геохимическим особенностям горных ландшафтов Кавказа, отмечается явное преобладание почвенно-геохимических исследований, изучения загрязнения окружающей среды регионов, а также почвенно-геохимического районирования. Поэтому комплексный подход в изучении структуры ландшафтов, позволит лучше понять особенности корреляционных зависимостей и типов связей геосистемных образований ранга фации.

Объекты и методы исследований

Изучение взаимосвязей компонентов горных ландшафтов осуществлялось на территории Карачаево-Черкесской республики. Основные ключевые участки были расположены в пределах Бокового хребта, в верховьях реки Кубани, в долинах рек Гондарай и Джалпаккол (Акско-Джалпаккольский высокогорный и Гондарайский среднегорный ландшафты) и в долине реки Софии (Софийские высокогорный и среднегорный ландшафты) [18]. Были обследованы доминантные высотные пояса хвойных лесов, субальпийских и альпийских лугов, а также переходные высотные пояса экотона верхней границы леса и днища долин. В качестве информативных показателей выбраны концентрации свинца, кадмия, цинка и меди в почвах, растительности и беспозвоночных травяного покрова. За почвообразующую породу приняты гранитоиды и продукты их выветривания.

Образцы почв отбирались с экспериментальных площадок, имеющих размер 10×10 м из 5 точечных проб, расположенных «конвертом». Для анализа травянистой растительности производился отбор смешанного образца с экспериментальной площадки путем взятия укуса в 10-кратной повторности [19]. Контрольной группой беспозвоночных были выбраны растительноядные представители хортобионтов. Данный выбор обусловлен тем, что представители этих отрядов приурочены к тому или иному месту обитания, не мигрируют на большие расстояния и ведут более или менее оседлый образ жизни в ранге фаций и урочищ, а тип их питания позволяет проследить миграцию элементов по геохимической цепи.

Использовались также модели фациальных геосистем, позволившие изучать парные связи компонентов (коэффициенты радиальной дифференциации, биологического поглощения и дискриминации), многофакторной корреляции и устойчивости связей компонентов (R_{мф}), а также напряженность биоэкосистемных связей (K_{напр}).

Результаты и обсуждение

Пространственные отношения в ландшафтах Западного Кавказа рассматривались, как на примере внутрисистемных межкомпонентных корреляционных зависимостей и биоэкосистемных связей, так и межсистемных латеральных связей (катенных рядов) в пределах высотных геоботанических поясов с диапазоном высот профиля рельефа 1700–2800 м над уровнем моря.

В альпийском и субальпийском поясах растительность представлена злаково-разнотравными лугами. Почвы грубоскелетные горно-луговые. Здесь постоянно в летний сезон осуществлялся выпас скота.

В переходном поясе экотона верхней границы леса (ВГЛ) растительность представлена березовыми криволесьями и субальпийскими лугами с обилием антропофитов.

Геоботанический пояс хвойных лесов получил распространение на склонах троговых долин Софии. В условиях современного тепловлагооборота на склонах западной экспозиции произрастают сосново-пихтовые леса, а на склонах восточной – пихтовые. В долине Гондарая пихтовые леса занимают небольшие площади и в настоящее время замещаются елью. Почвенный покров представлен грубоскелетными горно-лесными бурыми почвами.

Геоботанические пояса долинного экотона днища рек Софии и Гондарая являются экотонами антропогенного происхождения. Ранее здесь произрастали сосновые леса, которые были вырублены. В прирусловой части есть рощи из березы и ольхи. Видовое разнообразие травянистой растительности невысокое. Здесь преобладают злаковые, осоковые и антропофиты. Почвенный покров представлен горно-луговыми почвами. Эта территория многие века использовалась в качестве пастбища.

Уровни концентрации и степень обогащения компонентов химическими элементами возрастают в исследуемых ландшафтах вниз по склону. Это объясняется однонаправленными системообразующими потоками вещества из геоботанических поясов, расположенных выше по склону в каскадной ландшафтно-геохимической системе (рис. 1).

В компонентах нижних частей склонов речных долин наблюдаются наиболее высокие концентрации элементов, и образуется ряд, соответствующий степени подвижности этих элементов $Cd > Pb > Cu > Zn$. Данные результаты согласуются с концепцией Б.Б. Полюнова [20] о структурообразующем значении потоков вещества в ландшафтах и выводами В.В. Дьяченко о степени подвижности различных элементов [8]. В Софийских ландшафтах концентрация свинца, меди и цинка в почвах долинного экотона по сравнению с экотонами ВГЛ увеличивается втрое. Содержание кадмия в почвах альпийского пояса небольшое (0,04 мг/кг), но в экотоне днища долины возрастает в 22 раза. В растительном компоненте отмечаются самые низкие концентрации элементов. Однако в поясе экотона ВГЛ они возрастают почти вдвое и продолжа-

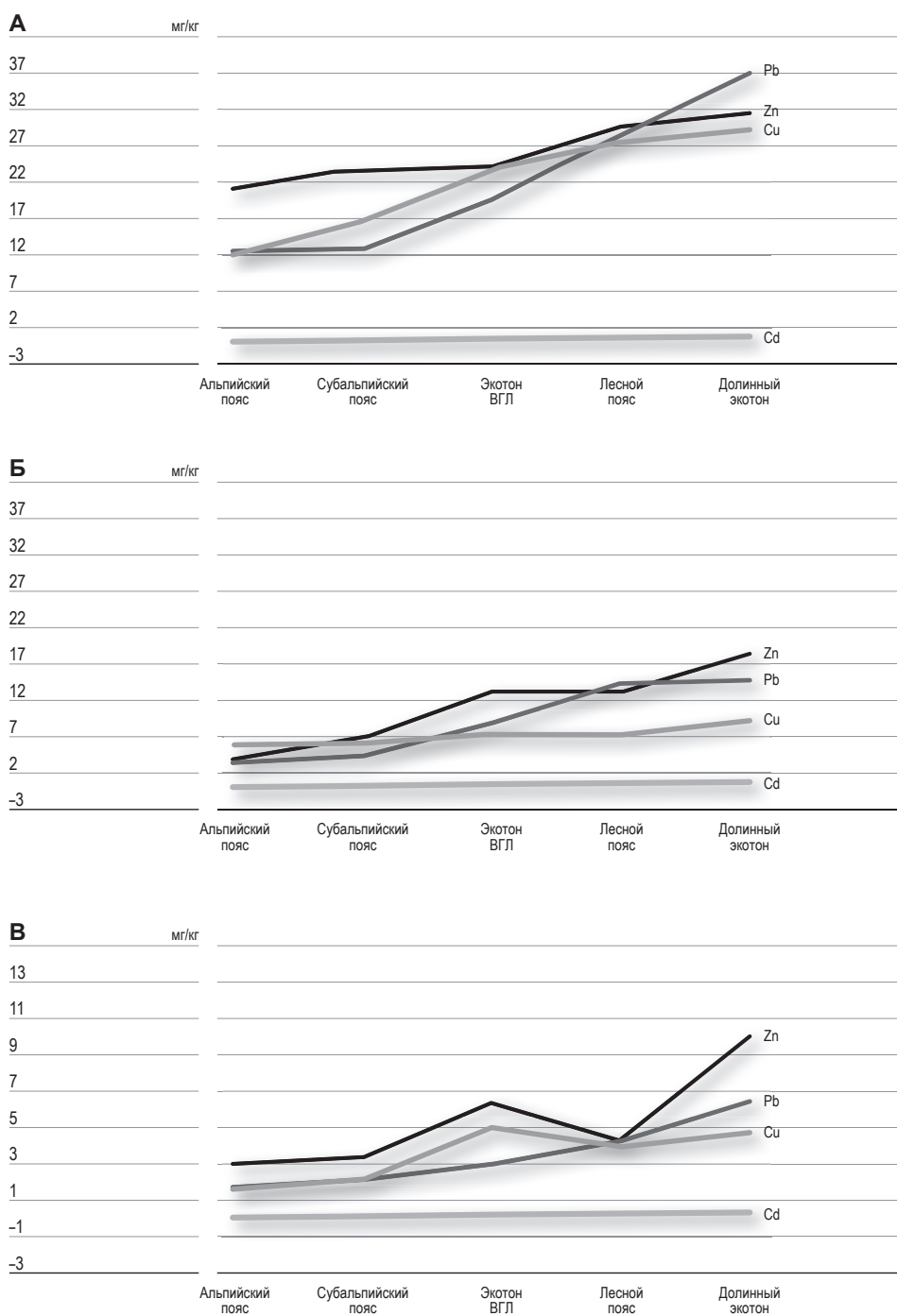


Рис. 1. Латеральное распределение элементов в почвенном (А) и растительном (Б) компонентах, организмах беспозвоночных (В) по геоботаническим высотным поясам Софийских ландшафтов, мг/кг [18].

ют увеличиваться вниз по профилю рельефа. В организмах беспозвоночных (фитофагах) концентрации свинца и кадмия увеличиваются постепенно к днищу долины, меди резко возрастают в поясе экотона ВГЛ, а цинка – в поясе хвойных лесов.

Изучались также внутрисистемные межкомпонентные связи с использованием коэффициента многофакторной корреляции. Качество этих связей позволяет понять особенности пространственной геохимической структуры

Таблица 1. КОЭФФИЦИЕНТЫ МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ СОФИЙСКИХ ЛАНДШАФТОВ

R_{mf} менее 0,15 (очень слабая связь)	R_{mf} от 0,15 до 0,30 (слабая связь)	R_{mf} более 0,30 (средняя связь)	R_{mf} более 0,50 (значимая связь)
Луговые днища долины с антропофитами ($R_{mf} = 0,11$)	Березовые мелколесья левого притока р. Софии ($R_{mf} = 0,20$)	Сосново-пихтовые леса ($R_{mf} = 0,39$)	Пихтовые леса ($R_{mf} = 0,52$)
Субальпийские луговые ($R_{mf} = 0,10$)	Луговая с антропофитами в экотоне ВГЛ ($R_{mf} = 0,20$)	–	–
Альпийские луговые ($R_{mf} = 0,10$)	Луговая разнотравно-злаковая в экотоне ВГЛ ($R_{mf} = 0,22$)	–	–
–	Березовых криволесий в экотоне ВГЛ ($R_{mf} = 0,28$)	–	–

не только отдельных фаций в пределах высотных геоботанических поясов, но и специфику (тесноту) взаимосвязей их компонентов. Для изучения последних использовались данные концентраций элементов в компонентах и применялся математический метод многофакторного (многофакторного) корреляционного анализа (многофакторная корреляция – R_{mf}), отражающий тесноту их связей [21]. Полученные величины могут изменяться от 0 до 1,0. Чем ближе результат к 1,0, тем теснее многофакторные корреляционные связи рассматриваемой геосистемы, тем она устойчивее к внешним воздействиям, сохранению своего инвариантного состояния и в меньшей степени подвержена процессам трансформации.

Показатели множественной корреляции в фациях среднегорных и высотных ландшафтов в долине Софии позволяют проследить некоторые закономерности устойчивости межкомпонентных связей и их роль в трансформации природных геосистем. Очень слабые компонентные связи наблюдаются во всех луговых фациях, от альпийских лугов до луговых образований троговых долин. Коэффициент R_{mf} здесь колеблется от 0,10 до 0,22. Низкие показатели объясняются жесткой доминантой природных условий высокогорных ландшафтов, а, следовательно, большой уязвимостью воздействия внешних факторов, стимулирующих процессы трансформации в фациальных структурах. К числу таких внешних воздействий следует отнести также и выпас скота в летний сезон. Более высокий коэффициент корреляции характерен для лесных фаций. Несколько ниже он в сосново-пихтовых лесах (0,39), так как здесь последние 15 лет идет вырубка лесов. При этом вырубается в основном сосна (табл. 1).

Полученные результаты коэффициентов многофактерных корреляций в фациальных катенных рядах высотных геоботанических поясов высокогорных и среднегорных ландшафтов в долине реки Гондарай имеют много общего с ландшафтами долины Софии. В целом эти данные позволили провести их ранжирование по степени устойчивости к внешним, в том числе и антропогенным воздействиям:

- неустойчивые (0,10–0,20) в альпийском и субальпийском высотных геоботанических поясах и на лугах днища долины;
- слабоустойчивые (0,20–0,35) в поясе экотона ВГЛ;
- относительно устойчивые (0,36–0,65) в геоботаническом поясе хвойных лесов.

Показатели особенностей среды жизни фитофагов показаны на примере фаций Гондарайского ландшафта хвойных лесов и Джалпаккольского ландшафта высокогорных лугов. Определение напряженности биоэкосистемных связей ($K_{напр}$) проводилось с учетом усредненных коэффициентов, отражающих субъект – объектные отношения на примере парных связей субъекта (фитофаги) с другими природными компонентами фаций (табл. 2).

По величинам коэффициента напряженности биоэкосистемных связей выделены виды состояний геохимической среды для различных фаций горных ландшафтов:

- критическая (более 5,0);
- напряженная (4,01–5,00);
- удовлетворительная (3,01–4,00);
- близкая к нормальной (менее 3,0).

Критическое состояние среды наблюдалось в субальпийских и альпийских лугах. Напряженное состояние типично для фациальных геосистем пояса экотона ВГЛ. Близкое к нормальному состоянию отмечено у фаций хвойных лесных. Коэффициент напряженности отражает не только

Таблица 2. КОЭФФИЦИЕНТЫ НАПРЯЖЕННОСТИ БИОЭКОСИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ ФАЦИЙ ГОНДАРАЙСКОГО И АКСКО-ДЖАЛПАККОЛЬСКОГО ЛАНДШАФТОВ

№ площади	Геоботанический высотный пояс	Фация	Коэффициент напряженности биоэкологических связей (К _{напр.})
1	Альпийские луга	Альпийские луга боковой морены днища цирка	6,58
2		Альпийские луга конечной морены в древнем цирке	5,64
3	Субальпийские луга	Субальпийские луга коллювиального склона цирка	5,04
4		Субальпийские луга конуса выноса в районе цирка	4,54
5	Долинный экотон верхней границы леса	Субальпийские луга конуса выноса	3,94
6		Субальпийские луга конуса выноса с антропофитами	4,71
7		Березовые криволесья	4,74
8		Сосновые редколесья	4,25
9	Хвойных лесов	Сосновый лес в верхней части склона долины реки Гондарай	1,43
10		Сосновый лес нижней части склона долины р. Гондарай	2,37
11		Еловый лес днища долины реки Гондарай	1,88

особенности состояния геохимической среды биоэкосистемы, но и коррелируется с данными коэффициента множественной корреляции устойчивости связей компонентов фаций. При этом следует учитывать, что его величины обратно пропорциональны показателям коэффициента R_{mf} . Чем выше показатели коэффициента напряженности биоэкологических связей, тем слабее связи между компонентами фаций. И наоборот, чем больше R_{mf} , тем ниже коэффициент напряженности [18].

ВЫВОДЫ

Полученные коэффициенты межкомпонентной корреляции и напряженности биоэкосистемных связей, отражающие особенности множественных связей в фациях высотных геоботанических поясов исследуемых ландшафтов, невелики и относятся при ранжировании к неустойчивым или слабоустойчивым.

Это объясняется тем, что высокогорные и среднегорные ландшафты имеют достаточно низкую степень самоорганизации, они весьма уязвимы и чутко реагируют на любые изменения. Для горных геосистем, в отличие от равнинных, характерна высокая напряженность геохимических взаимосвязей между растительностью и почвой. В связи с этим растительность горных геосистем является важным компонентом, способствующим сохранению устойчивости их состояния. Применение геохимических методов исследования позволяет проводить не только ранжирование внутрисистемных связей по степени их множественной корреляции и состоянию напряженности геохимической среды в биоэкосистемах, но и прогнозировать возможную степень трансформации природных геосистем ранга фаций горных ландшафтов под влиянием ведущих на данный момент внешних факторов, как природных, так и антропогенных.

Библиографический список

1. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение на переходе ко 2-му столетию своей истории // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: материалы XI Международной ландшафтной конф. М., 2006.
2. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. М.: Изд-во Мысль, 1970. 283 с.
3. Сочава Б.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Изд-во Наука, 1978. 320 с.
4. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. А.А. Крауклис. Новосибирск: Изд-во Наука, 1979. 232 с.
5. Охрана ландшафтов. Толковый словарь / под ред. В.С. Преображенского. М.: Изд-во Прогресс, 1982. 272 с.
6. Соболева Н.П., Язиков Е.Г. Ландшафтоведение. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 175 с.

7. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2007. 126 с.
8. Дьяченко В.В. Геохимия и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / Дьяченко Владимир Викторович. Новосибирск, 2004. 36 с.
9. Кутровский М.А. Эколого-генетические особенности и антропогенная трансформация рендзин Черноморского побережья Кавказа: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Кутровский Михаил Алексеевич. Ростов н/Д., 2006. 23 с.
10. Ляшенко Е.А. Подвижные формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd) в почвах геохимических ландшафтов Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Е.А. Ляшенко. Новосибирск, 2009. 24 с.
11. Хохлов А.Н. Антропогенная трансформация и тенденции развития фауны и населения птиц Центрального Предкавказья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.Н. Хохлов. М., 1994. 40 с.
12. Лиховид А.А. Развитие научных представлений о животном населении и его изменении под влиянием антропогенных факторов: автореф. дис. ... д-ра. геогр. наук / А.А. Лиховид. М., 2002. 61 с.
13. Юрин Д.В. Формирование животного населения в процессе конструирования региональных агроландшафтных систем: на материалах Центрального Предкавказья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Д.В. Юрин. Ставрополь, 2006. 21 с.
14. Харин К.В., Шкарлет К.Ю., Роман А.Н. Пространственная организация животного населения высокогорных ландшафтов Западного кавказа // Проблемы региональной экологии. №5. 2008.
15. Дзуев Р.И., Сухомесова М.В., Канукова В.Н. Экологические особенности пространственной структуры видового населения млекопитающих Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2010. №5(1). 104–108 с.
16. Сангаджиева Л.Х. Факторы и механизмы антропогенной трансформации ландшафтов республики Калмыкия на основе биогеохимического анализа их устойчивости: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Саратов, 2006. 42 с.
17. Лямин В.С. Теоретико-познавательная роль категории «географическая картина мира» // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2001. №3. С. 3–7.
18. Сивоконь Ю.В., Шальнев В.А. Системнообразующие связи ландшафтов Западного и Центрального Кавказа: геохимический подход. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. 126 с.
19. Авессаломова И.А. Биогеохимия ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 2006. 120 с.
20. Польшов Б.Б. Избранные труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 752 с.
21. Елисеева И.И. Общая теория статистики: учебник (текст) / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. М.: Изд-во Финансы и статистика, 2002. 480 с.

References

1. Isachenko A.G. Landshaftovedenie na perehode ko 2-mu stoletiju svoej istorii (Landscape studies on the transition to the 2nd century of its history) // Landshaftovedenie: teorija, metody, regional'nye issledovanija, praktika: materialy XI Mezhdunar. landshaftnoj konf. M., 2006.
2. Kalesnik S.V. Obshhie geograficheskie zakonomernosti Zemli (General geographic regularities of the Earth). M.: Izd-vo Mysl', 1970. 283 s.
3. Sochava B.B. Vvedenie v uchenie o geosistemah (Introduction to the doctrine of geosystems). Novosibirsk: Izd-vo Nauka, 1978. 320 s.
4. Krauklis A.A. Problemy jeksperimental'nogo landshaftovedenija (Problems of experimental landscape science). A.A. Krauklis. Novosibirsk: Izd-vo Nauka, 1979. – 232 s.
5. Ohrana landshaftov. Tolkovyj slovar' (The protection of landscapes. Explanatory dictionary) / Pod red. V.S. Preobrazhenskogo. M.: Izd-vo Progress, 1982. 272 s.
6. Soboleva N.P., Jazikov E.G. Landshaftovedenie (Landscape Studies). Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2010. 175 s.
7. Shal'nev V.A. Jevoljucija landshaftov Severnogo Kavkaza (Evolution of landscapes of the North Caucasus). Stavropol': Izd-vo SGU, 2007. 126 s.
8. D'jachenko V.V. Geohimija i ocenka sostojanija landshaftov Severnogo Kavkaza (Geochemistry and assessment of landscapes of the North Caucasus): avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk / D'jachenko Vladimir Viktorovich. Novosibirsk, 2004. – 36 s.
9. Kutrovskij M.A. Jekologo-geneticheskie osobennosti i antropogennaja transformacija rendzin Chernomorskogo poberezh'ja Kavkaza (Ecological and genetic features and anthropogenic transformation of renjin black sea coast of the Caucasus): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Kutrovskij Mihail Alekseevich. Rostov-na-Donu, 2006. – 23 s.
10. Ljashenko E.A. Podvizhnye formy tjazhelyh metallov (Cu, Zn, Pb, Cd) v pochvah geohimicheskikh landshaftov Krasnodarskogo kraja (Mobile forms of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Cd) in soils of geochemical landscapes of the Krasnodar territory): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk / Ljashenko Elena Aleksandrovna. Novosibirsk, 2009. 24 s.
11. Hohlov A.N. Antropogennaja transformacija i tendencii razvitija fauny i naselenija ptic Central'nogo Predkavkaz'ja (Anthropogenic transformation and tendencies of development of fauna and bird population of the Central Caucasus): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / Hohlov Aleksandr Nikolaevich. Moskva, 1994. 40 s.
12. Lihovid A.A. Razvitie nauchnyh predstavitelej o zhivotnom nasele-nii i ego izmenenii pod vlijaniem antropogennyh faktorov (Development of scientific representatives of the animal population and

- its change under the influence of anthropogenic factors): avtoref. dis. ... d-ra. geogr. nauk / Lihovid Andrej Aleksandrovich. Moskva, 2002. 61 s.
13. Jurin D.V. Formirovanie zhivotnogo naselenija v processe konstruirovaniya regional'nyh agrolandshaftnyh system (The Formation of the animal population in the process of designing regional agrolandscape systems: on materials of the Central Caucasus): na materialah Central'nogo Predkavkaz'ja: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk / Jurin Dmirij Viktorovich. Stavropol', 2006. 21 s.
 14. Harin K.V., Shkarlet K.Ju., Roman A.N. Prostranstvennaja organizacija zhivotnogo naselenija vysokogornyh landshaftov Zapadnogo Kavkaza (Spatial organization of animal populations in the mountainous landscapes of the Western Caucasus) // Problemy regional'noj jekologii. M. №5. 2008.
 15. Dzuev R.I., Suhomesova M.V., Kanukova V.N. Jekologicheskie osobennosti prostranstvennoj struktury vidovogo naselenija mleko-pitajushhih Kavkaza (Environmental features of the spatial structure of the species population of mammals of the Caucasus) // Jug Rosii: jekologija, razvitie. 2010. №5(1). 104–108 s.
 16. Sangadzhieva L.H. Faktory i mehanizmy antrogennoj transformacii landshaftov respubliki Kalmykija na osnove biogeohimicheskogo analiza ih ustojchivosti (Factors and mechanisms androgennoe transformation of landscapes of the Republic of Kalmykia on the basis of the biogeochemical analysis of their sustainability): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / Sangadzhieva Ljudmila Halgaevna. Saratov, 2006. 42 s.
 17. Ljamin V.S. Teoretiko-poznavatel'naja rol' kategorii «geograficheskaja kartina mira» (Epistemological role of the category «geographical picture of the world») // Vestn. Mosk. un-ta. Serija 5. Geografija. 2001. №3. S. 3-7.
 18. Sivokon' Ju.V., Shal'nev V.A. Sistemnoobrazujushhie svjazi landshaftov Zapadnogo i Central'nogo Kavkaza: geohimicheskij podhod (Sistemnoobrazuyuschie communication landscapes of the West and Central Caucasus: the geochemical approach). Stavropol': Izd-vo SKFU, 2016. 126 s.
 19. Avessalomova I.A. Biogeohimija landshaftov (The biogeochemistry of landscapes). M.: Izd-vo MGU, 2006. – 120 s.
 20. Polynov B.B. Izbrannye Trudy (Selected papers. Moscow). M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1956. 752 s.
 21. Eliseeva I.I. Obshhaja teorija statistiki: uchebnik (tekst) (General statistics theory: the textbook (text)). I.I. Eliseeva, M.M. Juzbashev. M.: Izd-vo Finansy i statistika, 2002. 480 s.