

БИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТУВИНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Пузанов

Осуществлено биогеохимическое районирование Тувинской горной области, которая дифференцируется на следующие биогеохимические пояса, отличающиеся циклами химических элементов и реакциями живых организмов: высокогорных тундр и альпийских лугов, горно-лесной, степных и сухостепных котловин.

Принципы биогеохимического районирования разработаны в трудах [1-8], которые базируются на концепции биогеохимических зон и провинций. Региональные схемы биогеохимического районирования нашли свое отражение в исследованиях [9-13]. Теоретическим инструментом при разработке проблем биогеохимического районирования являются фундаментальные представления о геохимии ландшафтов, которые рассматриваются в трудах [14-22].

Под биогеохимическими провинциями А.П. Виноградов [1] понимает "... области на поверхности Земли, отличающиеся от соседних областей по уровню содержания в них химических элементов и вследствие этого вызывающие различную биогеохимическую реакцию со стороны местной флоры и фауны" (с.20).

Высшей таксономической единицей при биогеохимическом районировании, по В.В. Ковальскому (1969), является биогеохимическая зона, которая повторяет широтное простираение природной зоны и характеризуется единством почвообразовательных процессов, биогеохимической миграции химических элементов, климатических факторов и характером биологических реакций организмов.

Горные области [5] определяются как горные биогеохимические зоны, без последующего их дифференцирования. Но в горных странах как и на равнине в системе высотной поясности выделяются довольно контрастные природные пояса, например, в Туве: горные тундры – полупустыни.

М.А. Мальгин при биогеохимическом районировании Горного Алтая выделяет биогеохимические пояса по аналогии с номенклатурой природно-географического районирования горных стран. Биогеохимический пояс, по его представлениям, "это территория в горных странах, отличающаяся от сопредельных территорий, расположенных выше или ниже данной в вертикальной поясности, характером поведения химических элемен-

тов, зависящим от комплекса природных факторов (рельефа, климата, почв, растительности)". Участки внутри биогеохимического пояса, различающиеся по содержанию химических элементов, М.А. Мальгин определяет как биогеохимический район.

При биогеохимическом районировании Тувинской горной области используются теоретические представления и ключевые положения работ [1-3,5], биогеохимические таксоны, применяемые [12] для биогеохимического районирования Горного Алтая, а также анализ ландшафтной структуры региона исследований [23,24], почвенное районирование [25], геоботаническое районирование [26,27].

В Тувинской горной области довольно контрастно дифференцируются три биогеохимических пояса: 1) высокогорных тундр и альпийских лугов; 2) горно-лесной; 3) степных и сухостепных котловин (рис. 1).

1. Биогеохимический пояс высокогорных тундр и альпийских лугов занимает верхний уровень хребтов: Западный и Восточный Саян, Шапшал, Цаган-Шибэту, Западный и Восточный Танну-Ола, Обручева, Сангилен.

Основные почвы биогеохимического пояса – горно-тундровые и горно-луговые, формируются под влиянием кустарниковой, лишайниковой и травянистой тундровой растительности, а также фитоценозов альпийских лугов в условиях промывного водного режима. Некоторые представители ерниковой тундры характеризуются манганофильностью. Ежегодный прирост фитомассы незначителен и составляет в среднем 8 ц/га. Растительность концентрирует химические элементы в опаде и легкорастворимой, благоприятной для выщелачивания форме.

Избыточное увлажнение и замедленная гумификация опада обуславливают удаление химических элементов за пределы элювиальных и трансэлювиальных ландшафтов. Вертикальный и латеральный поток химических элементов контролируется биогеохими-

БИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТУВИНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

ческим и мерзлотным барьерами. Период активных биогеохимических циклов макро- и

микроэлементов весьма непродолжителен.

Биогеохимические пояса




-  Пояс высокогорных тундр и альпийских лугов
-  Горно-лесной пояс
-  Пояс степных и сукостепных котловин



Рис. 1. Биогеохимические пояса Тувинской горной области

Материальной основой почвообразования являются элювий и элювио-делювий коренных пород и плохо отсепарированных рыхлых образований. Холодный гумидный климат обуславливает резкое превалирование в почвах и коре выветривания процессов физической дезинтеграции над химическим выветриванием. Биогеохимический пояс высокогорных тундр и альпийских лугов характеризуется избыточным содержанием в почвах бора, высоким и средним валовым содержанием кобальта, меди, цинка, свинца, ванадия, хрома, никеля и нередко повышенной концентрацией марганца, низким содержанием молибдена. Биогенная аккумуляция микроэлементов выражена слабо. Органическое вещество горно-тундровых и горно-луговых почв депонирует марганец, цинк, кобальт, медь. Илистая фракция почв насыщена цинком, медью, кобальтом, марганцем и ртутью. Почвы средне и высоко обеспечены подвижными соединениями марганца, кобальта, меди и цинка.

Уровень концентрации Mn, Co, Cu, Zn, Pb, Ni, Hg в ценных лекарственных растениях находится в пределах санитарно-гигиенических норм. На субальпийских и альпийских отгонных пастбищах возможна нега-

тивная реакция животных на повышенное содержание марганца в кормовых растениях.

Низкое содержание йода в системе природные воды – почвы – растения является предпосылкой для возникновения эндемического зоба в условиях отгонного животноводства.

2. Биогеохимический горно-лесной пояс занимает большую часть территории Тувы (нижний и средний уровень хребтов: Обручева, Танну-Ола, Западный Саян, Сангилен и Тоджинскую котловину). Растительность верхней части пояса представлена угнетенными кедровыми, кедрово-лиственничными лесами, средней части – лиственничными лесами, нижней – березовыми и березово-лиственничными лесами с хорошим травянистым покровом.

Основные типы почв – горно-таёжные дерновые неоподзоленные, горно-лесные бурые, горно-лесные серые и горно-лесные черноземовидные. В качестве почвообразующих пород выступают различные по петрографии и гранулометрии элювиальные и элювиоделювиальные отложения. Почвы и чехол остаточных кор выветривания мало мощны. Горно-лесные бурые и горно-таёжные неоподзоленные почвы характеризуются кислой и слабокислой реакцией среды

и окислительной обстановкой. Горно-лесные черноземовидные почвы нередко формируются на карбонатных отложениях и имеют в верхних горизонтах реакцию среды, близкую к нейтральной, в нижних – щелочную. Положение почв в системе транзитных ландшафтов, слабокислая реакция среды и промывной тип водного режима обуславливают вынос мобильных соединений микроэлементов группы железа, освобождающихся в процессе почвообразования и выветривания. Концентрация микроэлементов в почвах и корах выветривания варьирует в широких пределах. Основные барьеры – биогеохимический, сорбционный, мерзлотный и щелочной. Биогенное накопление большинства микроэлементов прослеживается только в горно-лесных черноземовидных почвах, которые хорошо обеспечены подвижной формой марганца, меди, кобальта и цинка. Особенностью биогеохимического круговорота является консервация микроэлементов древесной растительностью, которая характеризуется накоплением больших количеств марганца.

В условиях влажного и прохладного климата ежегодная масса лесных подстилок слабо минерализуется, что обуславливает менее интенсивный круговорот микроэлементов. Кормовые и лекарственные растения рассматриваемого биогеохимического пояса содержат оптимальные количества макро- и микроэлементов. В доминантах травяного яруса, во мхах и лишайниках наблюдается высокое содержание марганца, железа и калия. Хорошая обеспеченность почв физиологически важными микроэлементами способствует успешному ведению лесного и сельского хозяйства.

В пределах горно-лесного биогеохимического пояса Тувы выделяются территории с аномально высокими концентрациями кобальта, меди, никеля, свинца, цинка, ртути, ванадия, хрома и вольфрама – биогеохимические провинции, которые по контуру совпадают с ореолами рассеяния полиметаллических месторождений. Содержание тяжелых металлов в почвах, формирующихся в пределах биогеохимических провинций, значительно превышает верхние пороговые концентрации и ПДК. Растения характеризуются накоплением значительных количеств кобальта, меди, цинка, свинца и никеля и подвержены физиологическим и морфологическим нарушениям.

Горно-лесной биогеохимический пояс по характеру биогеохимических циклов химических элементов дифференцируется на сле-

дующие: Тоджинский, Сангилено-Каа-Хемский, Тану-Ольский и Западно-Саянский биогеохимические районы.

3. Биогеохимический пояс степных и сухостепных котловин занимает депрессионные территории Тувы: Турано-Уюкскую, Улуг-Хемскую, Хемчикскую и Убсунурскую котловины.

По комплексу ландшафтно-геохимических условий рассматриваемый биогеохимический пояс дифференцируется на следующие биогеохимические районы: а) Турано-Уюкский; б) Чагытайский; в) Меджегейский; г) Улуг-Хемский; д) Убсунурский; е) Хемчикский.

а) **Турано-Уюкский биогеохимический район** выделяется в пределах Турано-Уюкской котловины, где основу структуры почвенного покрова составляют черноземы обыкновенные, наиболее гумусированные почвы степного ряда Тувы. Естественная растительность сведена, все доступные массивы почв распаханы и подвержены эрозии и дефляции. В аккумулятивных горизонтах черноземов обыкновенных наблюдается накопление свинца, марганца, кобальта, молибдена, меди, цинка и бора. Органическое вещество почв депонирует марганец, медь, цинк, кобальт. Мощные карбонатные горизонты аккумулирует большие количества микроэлементов. Почвообразующие породы – тонкосупесчаные и легкосуглинистые отложения – концентрируют большинство микроэлементов на уровне кларка. Гумусовые горизонты черноземов обыкновенных содержат более высокие количества микроэлементов по сравнению с почвами других степных котловин. Почвы средне обеспечены подвижной формой микроэлементов. Растения характеризуются оптимальным уровнем концентрации макро- и микроэлементов. В целом биогеохимическая обстановка не предполагает отрицательных реакций у растений и животных, но здесь выделяется селеновая биогеохимическая провинция, у животных наблюдается селеновый токсикоз.

б) **Чагытайский биогеохимический район** выделяется в пределах предгорного плато севернее оз. Чагытай. Почвенный покров представлен черноземами выщелоченными и обыкновенными легкосуглинистыми. Почвообразование осуществляется на лессовидных карбонатных суглинках, характеризующихся сравнительно высоким содержанием цинка и меди, и обычной концентрацией для лессов – свинца, марганца, молибдена и бора. Биогенная аккумуляция микроэлементов

БИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТУВИНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

тов отмечается для почв и их илистой фракции. Почвы занимают, как правило, автономное положение в ландшафте. Щелочная реакция среды и карбонатные системы препятствуют выносу подвижных соединений микроэлементов за пределы почвенного профиля. Культурные и дикорастущие растения содержат фоновые количества макро- и микроэлементов. Основные массивы почв освоены и подвержены эрозии и дефляции.

в) **Меджегейский биогеохимический район** выделяется в пределах подгорной равнины северного склона Восточного Танну-Ола, прилегающей к долине р. Меджегей. Почвенный покров представлен черноземами южными песчаными и супесчаными, формирующимися на песчаных и супесчаных эоловых отложениях. Практически все массивы почв распаханы, наблюдаются ярко выраженные дефляционные процессы.

В профиле черноземов южных диагностируются мощные карбонатные горизонты. Реакция среды по всему профилю почв щелочная, содержание гумуса менее 4%.

Биогенная аккумуляция микроэлементов отсутствует. Концентрация большинства микроэлементов в черноземах южных в 1,5-2 раза ниже кларка. Содержание подвижной формы марганца, меди, цинка, кобальта, калия и фосфора низкое. Возможна отрицательная реакция растений и животных на низкое содержание физиологически важных микроэлементов в почвах – Mn, Co, Cu, Zn, Mo, B, I, Se.

г) **Улуг-Хемский биогеохимический район** выделяется в пределах центральной части Улуг-Хемской депрессии (Чаа-Хольская и Шагонарская котловины). Основу структуры почвенного покрова образуют каштановые песчаные и супесчаные почвы (каштановые пески), материнским субстратом являются грубозернистые эоловые пески. Почвы являются компонентом автономных ландшафтов. Дефляционное обновление верхних горизонтов почв обуславливает отторжение тонкодисперсных механических элементов, а вместе с ними наиболее активной части микроэлементов. Непромывной водный режим, щелочная реакция среды и наличие мощных карбонатных систем ограничивают внутрипрофильную миграцию микроэлементов группы железа. Биогенная аккумуляция микроэлементов не выражена. Ежегодный прирост надземной и подземной фитомассы очень низкий. Биологический круговорот микроэлементов ограничен маломощной сферой гумусового горизонта – 15-20 см. Содержание

микроэлементов в сухостепной растительности невысокое. Уровень валового содержания микроэлементов значительно ниже кларка и часто меньше нижней пороговой концентрации. Пахотные почвы низко обеспечены доступными соединениями макро- и микроэлементов. Возможны негативные реакции у животных на низкое содержание в почвах и кормах марганца, кобальта, меди, селена и йода.

д) **Убсунурский биогеохимический район** выделяется в пределах Убсунурской сухостепной котловины. Почвенный покров представлен светло-каштановыми и бурыми пустынно-степными песчаными и супесчаными почвами на эоловых и аллювиальных песчаных и супесчаных отложениях. Почвообразование осуществляется в условиях сухого и холодного климата под влиянием сухостепной растительности, обладающей очень низкой надземной биомассой – до 1 ц/га. Процессы физической дезинтеграции в почвах преобладают над химическим выветриванием. Превращение химических соединений в почвенном профиле протекает в условиях ярко выраженной щелочной среды, окислительной обстановки и мощных карбонатных систем.

Биогенное накопление в почвах отмечается только для марганца, цинка, свинца. Концентрация большинства микроэлементов, а также азота, фосфора и калия существенно ниже кларка и регионального фона. Сложившаяся биогеохимическая ситуация может вызвать отрицательные реакции у растений, животных и человека на аномально низкое содержание Mn, Cu, Zn, Co, B, Mo, I, Se.

В лугово-каштановых солончаковатых почвах и солончаках накапливаются токсичные концентрации бора, хлора и натрия.

е) **Хемчикский биогеохимический район** находится в пределах Хемчикской котловины. Основу структуры почвенного покрова образуют каштановые и лугово-каштановые легкосуглинистые, супесчаные и песчаные почвы. Они средне обеспечены валовыми и подвижными макро- и микроэлементами. Растения содержат фоновые уровни макро- и микроэлементов. В биогеоценозах с высоким содержанием селена возможен токсикоз у животных.

В Тувинской горной области в пределах полиметаллических месторождений и ореолов рассеяния выделяются пять почвенно-геохимических провинций с повышенным содержанием микроэлементов: 1) Западно-Танну-Ольская – Cu, Pb, Co, Ni, Cr, Mo, As, Sn, Ag, Ba, Sb, Hg; 2) Саянская – Ni, Cr, Cu,

Mo, Pb, Zn; 3) Алашская – Cu, W, Pb, Zn, Ni, Co, Cr; 4) Восточно-Тувинская – Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Ba, As, Cr, Cd, Mo, Sn, Va, Be; 5) Восточно-Саянская.

Особенности миграции химических элементов в биогеоценозах каскадных ландшафтно-геохимических систем макросклонов хребтов и сопряжённых с ними котловин дают основание дифференцировать Тувинскую горную область на шесть ландшафтно-геохимических провинций:

1. Западно-Саянская;
2. Восточно-Тувинская;
3. Центрально-Тувинская;
4. Каахемско-Сангиленская;
5. Убсунурская;
6. Танну-Ольская.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РГНФ 05-06-18001е, 05-06-18015е, РФФИ № 05-05-79180, интеграционных проектов СО РАН №167 и №65.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов А.П. О генезисе биогеохимических провинций // Труды Биогеохимической лаборатории. 1960. – Т.11. – С. 3-7.
2. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и их роль в органической революции // Геохимия. – 1963. – №3. – С. 199-213.
3. Ковальский В.В. Биогеохимические провинции СССР и методы их изучения // Труды Биогеохимической лаборатории. 1960. –Т.11. –С. 8-32.
4. Ковальский В.В. Геохимическая экология и её эволюционные направления/ В.В. Ковальский// Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1963. – №6. – С. 830-851.
5. Ковальский В.В. Регионы биосферы – основа биогеохимического районирования // Докл. ВАСХНИЛ. – 1969. – №8. – С.2-6.
6. Ковальский В.В. Регионы биосферы – основа биогеохимического районирования // Биосфера и ее ресурсы. – М.: Наука, 1971. –С.90-131.
7. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
8. Ковальский В.В. Современные задачи и проблемы биогеохимии. Труды Биогеохимической лаборатории. – 1979. – Т.17. – С. 12-29.
9. Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов (марганец, медь, молибден, бор) в южной части Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – 392 с.
10. Макеев О.В. Микроэлементы в почвах Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1973. – 150 с.
11. Лукашев К.И., Вадковская И.К. Биосфера и биогеохимические провинции. Минск: Наука и техника, 1973. – 176 с.
12. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае. –Новосибирск: Наука, 1978. – 272 с.
13. Покатилов Ю.Г. Геохимическая экология юга Средней Сибири: автореф. докт. дис.– М., 1983. – 43 с.
14. Полюнов Б.Б. Избранные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
15. Лукашев К.И., Лукашев В.К. Геохимия ландшафтов. – Минск: Высшая школа, 1972. – 358 с.
16. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 337 с.
17. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу. Биогеохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99-118.
18. Глазовская М.А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков и анализу способности природных систем к самоочищению. Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем. – М.: Наука, 1981. – С. 7-41.
19. Глазовская М.А., Касимов Н.С., Теплицкая Т.А. и др. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
20. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Смоленск, 2002. – 287 с.
21. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта.– М., 1999. – 763 с.
22. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. – М.: Науч. мир, 2004. – 647 с.
23. Самойлова Г.С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Алтае-Саянской страны// Землеведение. – 1990. – Т. XVII(LVII). – С. 53-65.
24. Самойлова Г.С. Ландшафтная карта Алтае-Хангае-Саянского региона. – М., ВВФ Российское представительство, 1999.
25. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. – Новосибирск: Наука, 1985. – 256 с.
26. Седелников В.П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука 1988. – 222 с.
27. Носин В.А. Почвы Тувы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 342 с.