

УДК 908

DOI: 10.31040/2222-8349-2021-0-4-69-74

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕГОРИЙ ЮЖНОГО УРАЛА: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

© Г.Ф. Хасанова

Среднегорья Южного Урала начали испытывать сильное антропогенное воздействие уже с XVIII в. в связи со строительством горнопромышленных заводов. Впоследствии длительного хозяйственного освоения территории сформировались антропогенно трансформированные ландшафты. Оценка современного геоэкологического состояния ландшафтов среднегорий Южного Урала производилась путем наложения тематических карт, построенных на основе обработки показателей, включающих в себя влияние климатических факторов, устойчивость природных комплексов к внешним воздействиям, антропогенную преобразованность природных комплексов, современное состояние компонентов ландшафтов. В результате были выявлены ландшафты с благоприятным, удовлетворительным и напряженным геоэкологическим состоянием.

Ключевые слова: антропогенно трансформированные ландшафты, устойчивость, антропогенная преобразованность ландшафтов, геоэкологическое состояние ландшафтов.

Введение. Исследование проблем устойчивого развития природных комплексов староосвоенных промышленных регионов является одним из наиболее актуальных вопросов в современном мире. Особенно это касается горных территорий, которые, в том числе оказывают прямое или косвенное воздействие не только собственно на горные области, но на окружающие равнины. Считается, что сильное антропогенное воздействие ландшафты среднегорий Южного Урала начали испытывать в XVII–XVIII вв., в связи с началом промышленного освоения территории, где были введены в эксплуатацию 9 металлургических заводов полного цикла [1]. Для разработки рекомендаций по сохранению ландшафтного разнообразия природных комплексов в условиях длительного хозяйственного освоения территории необходимо произвести оценку их современному геоэкологическому состоянию.

Цель и методы исследования. Целью данной работы является оценка геоэкологического состояния ландшафтов среднегорий Южного Урала, опирающихся на анализ основных показателей. Ландшафтные исследования проводились на уровне типов местности, что позволило выявить изменения в структуре ландшафтов [2].

В данной статье применяются следующие методы: теоретический анализ географической литературы, картографический (в программной

среде QGIS, ArcGIS), математический, полевых исследований и дистанционных наблюдений (в программе ArcGIS) и статистический анализ полученных материалов. Оценка современного геоэкологического состояния ландшафтов определялась на основе обработки тематических карт, связанных с изучением видов антропогенно трансформированных ландшафтов, влияния климатических факторов, устойчивости природных комплексов к внешним воздействиям, антропогенной преобразованности природных комплексов, современного состояния компонентов ландшафтов.

Первичные наблюдения и обработка космических снимков в программе ArcGIS позволили выделить масштабы антропогенного воздействия, а полевые исследования – уточнить характер преобразования. Дополняя классификацию антропогенных ландшафтов Ф.Н. Милькова [3], в среднегорьях Южного Урала по генезу выделены их следующие виды: а) пастбищно-дигрессионно-трансформированные; б) пирогенно-трансформированные; в) техногенно-трансформированные; г) трансформированные под воздействием лесохозяйственной деятельности.

а) Пастбищно-дигрессионно-трансформированные ландшафты относятся к азональным, с упрощенной структурой и с преобладанием ассоциаций рудеральных растений, которые

сформировались под воздействием высокой пастбищной нагрузки. На основе анализа состояния природных комплексов среднегорий Южного Урала выявлено, что около 20% исследуемой территории подвержены в той или иной степени этой деградации [4].

б) Пирогенно-трансформированные ландшафты – это ландшафты, образованные после лесных пожаров. Относятся к катастрофическим формам сукцессий растительности. Наблюдения показывают, что за последние 10–15 лет на Южном Урале количество пожаров увеличилось в связи с усилением засушливых явлений в весенне-летнее время, в связи с чем, и площади пирогенных ландшафтов значительно увеличились. Так, в 2008 г. было зафиксировано 209 случаев таких явлений; в 2009 – 132; в 2010 г. – 610 [5].

в) Техногенно-трансформированные ландшафты – это комплексы, образованные под влиянием промышленной деятельности человека, которая определяет изменения функционирования и структуры ландшафтов. Они занимают площадь менее 1% от всей территории, но играют очень важную роль в динамике ландшафтов Южного Урала, что связано с высокой динамической активностью основных ландшафтообразующих компонентов, вызывающих их неустойчивость. Выделяются два типа техногенно-трансформированных ландшафтов – карьерные и отвально-экстрактивные. Карьерные типы представляют собой котловины и понижения с крутыми склонами и плоским дном. Характеризуются полной заменой растительных ассоциаций и почвенного покрова, изъятием вещества литогенной основы, преобразованием мезорельефа, трансформацией природных комплексов на уровне урочищ или местностей. Отвально-экстрактивные комплексы располагаются в непосредственной близости от районов добычи и представляют собой аккумулятивные формы рельефа с крутыми склонами до 45° и пологими вершинами. Эти комплексы образуются в результате смешивания отвальных комплексов с переработанными породами, которые содержат концентрацию элементов, в сотни и тысячи раз превышающие фоновые показатели.

Выявлено, что степень трансформированности ландшафтов может зависеть от механического и химического состава обнаженных пород, окружающего растительного покрова и уровня грунтовых вод.

г) Лесохозяйственно-трансформированные ландшафты формируются под воздействием лесохозяйственной деятельности, которая является наиболее масштабной формой негативного воздействия человека на природные комплексы среднегорий. При анализе изменения лесопокрытой площади отдельных регионов Южного Урала выявлены следующие тенденции: а) заметное уменьшение лесистости за последние 40 лет с 85.4% в 1974 г. до 78% в 2010 г. [5]; б) остепнение ландшафтов вследствие увеличения доли сплошных рубок; в) качественное истощение лесных насаждений, что связано с выборочной рубкой деловой древесины, с оставлением поврежденных и малоценных лиственных пород.

2. Влияние климатических факторов на процесс саморегуляции и самовосстановления ландшафтов оказывает прямое воздействие на скорость восстановительных процессов природных комплексов, так при низких показателях ИБЭК самовосстановление будет протекать более медленными темпами, чем при высоких. Индекс биологической эффективности климата (ИБЭК) был предложен Н.Н. Ивановым (1962) [6]. Он представляет собой произведение суммы активных температур $>10^{\circ}\text{C}$ в сотнях градусов ($0.01\sum T>10$) и коэффициента увлажнения (КУ):

$$ИБЭК = 0.01 \sum T_{>10} КУ, \quad (1)$$

где КУ – отношение годового количества осадков (P , мм) к годовой испаряемости (мм), которую получают путем суммирования испаряемости за каждый месяц ($E_{мес.}$). Это значение определяется по формуле:

$$E_{мес.} = 0.0018(25 + t)^2(100 - a), \quad (2)$$

где t – среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

В частности, данные показатели варьируют внутри исследуемого региона (от 8–12 – условия малоблагоприятные, со значительным недостатком тепла до 18–20 – относительно благоприятные, с некоторым недостатком тепла), что позволяет выделять относительные благоприятные (западная часть) климатические районы, и наоборот, малоблагоприятные (центральная и восточная части). Уменьшение показателей отчетливо проявляются по направлению с запада на восток, также по мере движения от периферии к центру региона.

3. Устойчивость природных комплексов – это их способность к саморегуляции и самовосстановлению после оказанного воздействия, а

также возможность сопротивления этим воздействиям. Эта интегральная величина включает в себя геохимическую, биологическую и механическую устойчивость компонентов ландшафта [7]:

$$C = \frac{100 \sum_{g=1}^n C_g}{Q}, \quad (3)$$

где C – устойчивость ландшафта, %; C_g – количество баллов, присвоенное территории за каждый показатель; Q – максимально возможная сумма баллов; g – порядковый номер показателя; n – количество показателей

При расчете данного показателя учитываются климатические условия, рельеф местности, экспозиция склонов, геохимическое положение ландшафтов, почвы, растительный покров, контрастность урочищ в ландшафте. Показатели устойчивости ландшафтов среднегорий Южного Урала сильно не варьируют: значения меняются от 48 (природные комплексы Зильмердакско-Базальского сильно расчлененного низко- и среднегорья) до 56% (природные комплексы Прибельско-Прикраинского увалистого межгорного понижения).

4. Антропогенная преобразованность природных комплексов – показатель, характеризующий долю преобразованных ландшафтов от площади исследуемой территории и глубину преобразования природных комплексов, вследствие влияния антропогенных факторов [8]. При оценке данного показателя для горных ландшафтов были применены следующие категории ландшафтов (по мере нарастания ранга): естественные лесные ландшафты (замещение вторичными породами не более 25%); естественно-производные лесные (замещение вторичными породами 25–50%); производно-естественные лесные (замещение вторичными породами 50–75%); производные лесные (замещение вторичными породами более 75%); влажные луга или заболоченные участки на месте сведенных пойменных лесов; сухие луга на месте сведенных склоновых лесов; городские и сельские селитебные; отходы промышленного производства, бедленды; карьерно-отвальные ландшафты. Доля каждого типа ландшафта рассчитывалась в программе ArcGIS. Таким образом, слабопреобразованы природные комплексы Белягушко-Машакско-Иремельского и Зильмердакско-Базальского сильно расчлененных низко- и среднегорий; к категории преобразованные относятся ландшафты Юрматауско-Баштауского среднерас-

члененного среднегорья, Кракинского сильно расчлененного среднегорного хребта, Уралтауского сопочно-увалистого среднегорного хребта, к сильно преобразованным – Прибельско-Прикраинского увалистого межгорного понижения.

5. Мониторинг геоэкологического состояния компонентов ландшафтов. В естественном состоянии каждый ландшафт представляет собой саморегулирующуюся систему и характеризуется определенным уровнем взаимодействия неживой и живой материи; если хотя бы один из компонентов ландшафта подвергается изменению, то нарушается экологическое равновесие, что может вызвать процесс саморегулирования или перестройку самого ландшафта. Данные показатели оценивались посредством изучения состояния растительности, которая быстрее реагирует на внешние раздражители, выражающиеся в виде антропогенного воздействия, и отвечает сукцессией – неустойчивым состоянием флоры.

Для описания растительных сообществ были заложены пробные площадки в физико-географических округах, количество которых зависело от ландшафтных особенностей территории, их мозаичности, а также антропогенной трансформации. Исследования проводились в летнее время за период 2015–2019 гг. Пробные площадки для травяных сообществ имели площадь от 1–10 м², для лесов – от 100 до 1000 м², в зависимости от размеров естественных участков [9]. На основе данных показателей применена шкала [10], позволяющая оценить степень деградации растительного покрова, исходя из этих данных, разработана карта «Соотношение синантропных видов к общему числу видов растений» по соответствующим округам.

Для оценки уровня синантропизации использованы пять градаций:

I. Естественная растительность. Несинантропизированными сообщества можно считать при доле синантропных видов ниже 10%. II–IV. Синантропизированные сообщества. В этих сообществах сочетаются виды естественной флоры и синантропные виды. Их можно подразделить на три группы по уровню синантропизации: II. Слабо синантропизированные сообщества – доля синантропных видов 11–30%; III. Средне синантропизированные сообщества – доля синантропных видов 31–50%; IV. Сильно синантропизированные сообщества – доля синантропных видов 51–80%. V. Синантропные сообщества. Уровень синантропизации выше 80%.

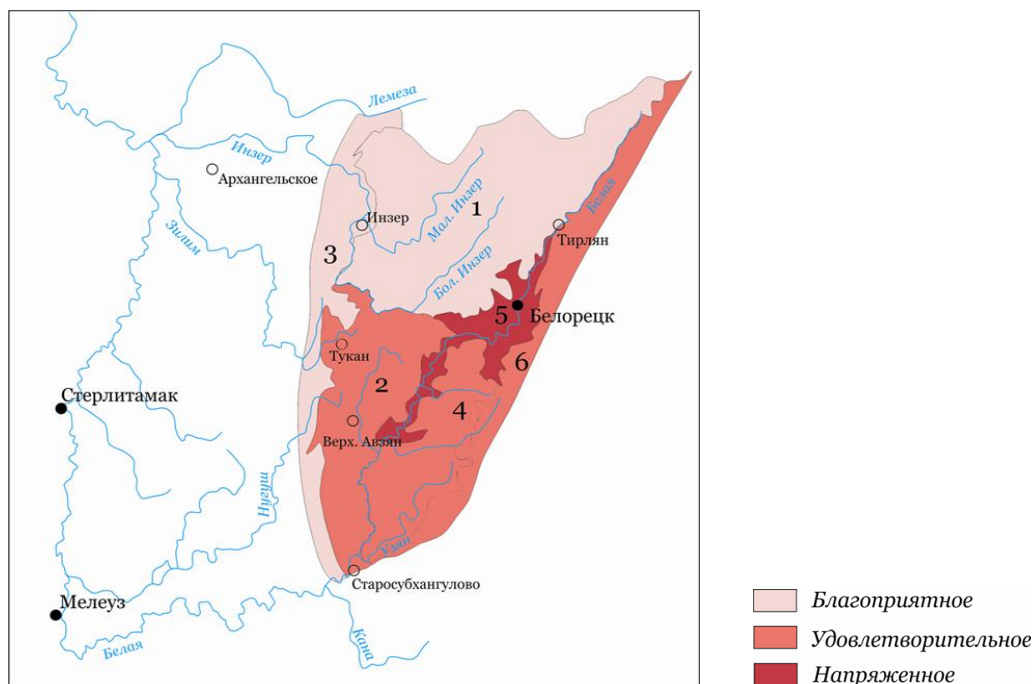


Рис. Современное состояние ландшафтов среднегорий Южного Урала: 1 – горно-таежные, лесолуговые, субгольцовые, горно-тундровые и гольцовые ландшафтные комплексы на дерново-подзолистых почвах Белягушско-Машакско-Иремельского сильно расчлененного среднегорья; 2 – сосново-лиственнично-березовые с примесью липы ландшафтные комплексы на серых лесных почвах Юрматауско-Баштауского среднерасчлененного среднегорья; 3 – елово-пихтово-липово-дубовые и сосново-березово-липово-дубовые ландшафтные комплексы на серых лесных почвах Зильмердакско-Базальского сильно расчлененного низко- и среднегорья; 4 – сосново-березово-лиственничные ландшафтные комплексы с сочетанием горных лесостепей на южных склонах на серых лесных и черноземовидных почвах Кракинского сильно расчлененного среднегорного хребта; 5 – сосново-березово-лиственничные ландшафтные комплексы с элементами горных лесостепей на горных черноземах Прибельско-Прикракинского увалистого межгорного понижения; 6 – березово-осиново-сосново-лиственничные ландшафтные комплексы с сочетанием горных лугов на дерново-таежных кислых и серых лесных почвах западного склона Уралтауского сопочно-увалистого среднегорного хребта

Сукцессии проявляются в виде: 1) серий, направленных на достижение климакса (от проявления позднесукцессионных эдификаторов до предклимаксовых стадий); 2) демутационных серий в климаксовых экосистемах; 3) аллогенных сукцессий, вызванных изменением внешних условий, приводящих к смене сукцессионной системы (клицерии) [10]. В лесных ландшафтах среднегорий Южного Урала выделены следующие стадии сукцессий: 1) субклимаксовая; 2) позднесукцессионная; 3) среднесукцессионная; 4) раннесукцессионная. Преобладающие стадии сукцессий лесов нанесены на карту по округам.

Результаты исследования. По результатам исследований выделены следующие категории состояний природных комплексов Южного Урала: а) благоприятное – ландшафты характеризуются низкими показателями антропо-

генной преобразованности (2–3.3) и наилучшими показателями их состояния компонентов (рудеральные виды встречаются редко, преобладает субклимаксовая стадия сукцессий лесов); б) удовлетворительное – ландшафты среднепреобразованы (3.31–5.9) и имеют средние показатели состояния компонентов (проективное покрытие синантропных видов 10–30%, для лесов характерны поздние и среднесукцессионные стадии); в) напряженное – ландшафты сильнопреобразованы (5.91–7.2), на ключевых участках процентное соотношение синантропных видов более 30%, растительный покров угнетен, в лесах преобладают средне- и раннесукцессионные стадии.

К категории благоприятное геоэкологическое состояние природных комплексов относятся горно-таежные, лесолуговые, субгольцовые, горно-тундровые и гольцовые ландшафтные

комплексы на дерново-подзолистых почвах Белягушско-Машакско-Иремельского сильно расчлененного среднегорья и елово-пихтово-липово-дубовые и сосново-березово-липово-дубовые ландшафтные комплексы на серых лесных почвах Зильмердакско-Базальского сильно расчлененного низко- и среднегорья; удовлетворительное – сосново-лиственнично-березовые с примесью липы ландшафтные комплексы на серых лесных почвах Юрматауско-Баштауского среднерасчлененного среднегорья, сосново-березово-лиственничные ландшафтные комплексы с сочетанием горных лесостепей на южных склонах на серых лесных и черноземовидных почвах Кракинского сильно расчлененного среднегорного хребта, Березово-осиново-сосново-лиственничные ландшафтные комплексы с сочетанием горных лугов на дерново-таежных кислых и серых лесных почвах западного склона Уралтауского сопочно-увалистого среднегорного хребта; напряженное – сосново-березово-лиственничные ландшафтные комплексы с элементами горных лесостепей на горных черноземах Прибельско-Прикракинского увалистого межгорного понижения (рис.).

Таким образом, комплексная оценка геоэкологического состояния природных ландшафтов среднегорных областей Южного Урала позволила проследить внутриландшафтную дифференциацию и выявить, что в 48% территории ситуация благоприятная, в 42 – удовлетворительная, в 10% – напряженная.

Литература

1. Гудков Г.Ф. Из истории южноуральских горных заводов XVIII в. Историко-краеведческие очерки. Ч. 1. Уфа: Башкирское книжное изд-во, 1985. 307 с.
2. Подобед Е.А. Современное состояние и пути оптимизации ландшафтов Курской области // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. № 1. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. С. 78–86.
3. Мильков Ф.Н. Рукотворные. М.: Мысль, 1978. 86 с.
4. www.globalforestchange.com
5. Лесной план Республики Башкортостан. Кн. № 2. Уфа: Институт рационального природопользования, 2011. 225 с.
6. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата // Изв. Рус. геогр. общества. 1962. Т. 94, № 1. С. 65–70.
7. Антюфеева Т.В. Антропогенная трансформация природных комплексов в горнорудных районах: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. Барнаул, 2004. 19 с.

8. Шищенко П.Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании. Киев: Фотосоциоцентр, 1999. 284 с.

9. Ярошенко П.Д. Геоботаника: Основные понятия, направления и методы / Акад. наук СССР. Сиб. отд-ние. Дальневост. филиал им. В.Л. Комарова. М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 474 с.

10. Абрамова Л.М. Основные закономерности синантропизации разных типов растительности Республики Башкортостан // Экология. № 3. Екатеринбург: Наука, 2010. С. 168–172.

11. Гусев А.П. Изменение сукцессионных систем растительности в плейстоцене: ландшафтно-палеоэкологический анализ (на примере территории Беларусь) // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. Вып. 15, № 9. Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. С. 14–21.

References

1. Gudkov G.F. From the history of the South Ural mining plants of the XVIII century. Historical and local history essays. Ch. 1. Ufa: Bashkir Book Publishing House, 1985, 307 p.
2. Podobed E.A. The modern state and ways of optimizing the landscapes of the Kursk region // VSU Bulletin, series: Geography. Geoecology, Voronezh: Publishing House of VSU, 2013, no. 1, pp. 78-86.
3. Milkov F.N. Man-made landscapes. M.: Thought, 1978, 86 p.
4. www.globalforestchange.com
5. Forest plan of the Republic of Bashkortostan. Book, Ufa: Institute of Environmental Management, 2011, no. 2, 225 p.
6. Ivanov N.N. Indicator of biological efficiency of climate // Izv. Rus. geogre. Societies, 1962, vol. 94, no. 1, pp. 65-70.
7. Antyufeeva T.V. Anthropogenic transformation of natural complexes in mining areas: autoref. dis.... candidate geogre. sciences: 25.00.23. Barnaul, 2004, 19 p.
8. Shishchenko P.G. Principles and Methods of Landscape Analysis in Regional Design. Kiev: Photosociocenter, 1999, 284 p.
9. Yaroshenko P.D. Geobotanika: Basic concepts, directions and methods / Akad. USSR Sciences. Sib. Department. Far East. branch named after V.L. Komarova. M.; L.: Publishing House Acad. Sciences of the USSR, 1961, 474 p.
10. Abramova L.M. The main patterns of synanthropization of different types of vegetation of the Republic of Bashkortostan // Ecology, Ekaterinburg: Publishing House "Science," 2010, no. 3, pp. 168-172.
11. Gusev A.P. Change of successional vegetation systems in the Pleistocene: landscape and paleoecological analysis (using the example of the territory of Belarus) //Scientific statements of BelSU. Series Natural Sciences. Belgorod: Publishing House BelSU, 2011, no. 9, Iss. 15, pp. 14-21.



**ASSESSMENT OF THE MODERN GEOECOLOGICAL STATE OF THE LANDSCAPES
OF MIDDLE MOUNTAINS OF THE SOUTHERN URALS:
METHODS AND RESEARCH RESULTS**

© **G.F. Khasanova**

Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla
3rd, st. October Revolution, 450008, Ufa, Russian Federation

The medium-altitude mountains of the Southern Urals began to experience a strong anthropogenic impact since the 18th century in connection with the construction of mining plants. Subsequently, a long economic development of the territory formed anthropogenic transformed landscapes. The assessment of the modern geoecological state of landscapes of the middle regions of the Southern Urals was carried out by superimposing thematic maps based on the processing of indicators, including the influence of climatic factors, the stability of natural complexes to external influences, the anthropogenic transformation of natural complexes, the modern state of landscape components. As a result, landscapes with a favorable, satisfactory and stressed geoecological state were identified.

Key words: anthropogenically transformed landscapes, stability, anthropogenic transformation of landscapes.