

УСТОЙЧИВОСТЬ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАВОЛЖЬЯ И УРАЛА

К. В. Мячина

Институт степи УрО РАН, Россия

Поступила в редакцию 12 ноября 2010 г.

Аннотация: Анализируется геоэкологическое состояние российских ландшафтов степной зоны Урало-Заволжья. Предложен ряд критериев для оценки потенциальной экологической устойчивости степных ландшафтов к внешнему воздействию, проведен комплексный анализ и выполнено районирование территории по степени устойчивости.

Ключевые слова: степные ландшафты, экологическая устойчивость, критерии оценки, техногенная нагрузка, геоэкологическая напряженность.

Abstract: The article examines the geoeological state of Russian landscapes of the steppe zone of the Ural-Volga. A number of criteria to assess the potential sustainability of steppe landscapes to external influences have been offered. A comprehensive analysis and zoning degree of stability has been carried out.

Key words: Steppe landscapes, ecological stability, evaluation criteria, technogenic load, geoeological intensity.

Проблема оптимизации природопользования является особенно актуальной для наиболее уязвимых и изначально малоустойчивых природных комплексов, к которым относят и степные экосистемы [1]. Степи Украины, Казахстана и России характеризуются наивысшей степенью антропогенной деградации природных ландшафтов. Антропогенные (преимущественно полевые) ландшафты занимают 57% территории всей степной зоны региона, а доля сельхозугодий составляет 80-96%. В степях происходит катастрофическое обеднение ландшафтного и биологического разнообразия [6]. На этом фоне определение потенциальной устойчивости степных ландшафтов к антропогенному воздействию является одним из необходимых условий оптимизации структуры природопользования, направленной на предотвращение процессов опустынивания и деградации природных комплексов.

Объектом нашего исследования являются российские ландшафты степной зоны Заволжья и Урала. В административном отношении территория включает северо-восток Волгоградской области, восточную часть Саратовской, южный участок Самарской, всю Оренбургскую область, южную

часть Республики Башкортостан и юго-восток Челябинской области (рис. 1).

Определим устойчивость, как способность экосистем к саморегуляции и самовосстановлению после испытанного на них воздействия, а также возможность сопротивления этим воздействиям. Устойчивость экосистем является интегральной величиной и включает в себя геохимическую, биологическую и механическую устойчивость компонентов ландшафта. Та или иная совокупность особенностей природных компонентов предполагает их ответную реакцию на различные виды воздействия, и, соответственно, степень потенциальной природной (экологической) устойчивости. Учет одного или двух показателей может привести к неправильным результатам, поэтому методологической основой для определения устойчивости является комплексный анализ свойств ландшафта, важных для определения его устойчивости к внешним антропогенным воздействиям. Результатом должен стать некоторый интегральный показатель. Однако для оценки устойчивости ландшафтов разных природных зон, различных типов и морфологической структуры не должны использоваться одинаковые критерии. Связано это с тем,



Условные обозначения








-  – границы России
-  – территория степной зоны Урало-Заволжья в границах России
-  – границы выделенных геоэкологических районов
-  – I степень устойчивости ландшафтов (наименее устойчивые ландшафты степной зоны)
-  – II степень устойчивости ландшафтов
-  – III степень устойчивости ландшафтов
-  – IV степень устойчивости ландшафтов (наиболее устойчивые ландшафты степной зоны)
- ① – Заволжский южный геоэкологический район
- ② – Заволжско-Уральский центральный геоэкологический район
- ③ – Заволжский северный геоэкологический район
- ④ – Предуральский северный геоэкологический район
- ⑤ – Зауральский центральный геоэкологический район
- ⑥ – Зауральский восточный геоэкологический район
- ⑦ – Зауральский южный геоэкологический район

Рис. 1. Устойчивость ландшафтов степной зоны Урало-Заволжья (в границах России)

что одно и то же воздействие, оказанное на ландшафты в разных условиях, может привести к несопоставимым последствиям. Так, например, даже самая глубокая колея, оставленная транспортным средством на плакоре в средней полосе, за один-два сезона зарастает травой, кустарником, а потом и вовсе перестает быть заметной. На горных склонах такая колея станет очагом активной водной эрозии и превратится в овраг или глубокую промоину, а на юге, в степных и полупустынных районах, даст начало выдуванию мелкозема, постепенному разрушению почвы, вплоть до образования подвижных песков – барханов [3]. Кроме того, устойчивость природных систем зависит как от динамических свойств самих систем (общего функционирования их компонентов, направленности гео-

химических и геофизических процессов), так и от особенностей воздействия внешних факторов. Поэтому при разработке комплекса оцениваемых параметров устойчивости необходимо учитывать существующие или планируемые факторы, нарушающие равновесное состояние природных и природно-технических систем.

Проанализировав особенности климата, гидрографии, геологических и тектонических особенностей территории, мы выделили свойства и характеристики ландшафта, отражающие степень устойчивости и ее дифференциацию в степной зоне Урало-Заволжья.

Индекс биологической эффективности климата (ТК). Климатические условия, такие как суммы активных температур, количество осадков, сте-

пень увлажненности территории, скорости и направления ветров определяют условия рассеивания и нейтрализации загрязняющих веществ в почвах, водных объектах и зоне аэрации. От соотношения тепла и увлажнения зависит интенсивность других физико-географических процессов и их зональная дифференциация. Учет всех климатических факторов для определения устойчивости ландшафтного комплекса сложен и физически, и методически. Интегральным количественным показателем эколого-климатического фона территории может служить индекс биологической эффективности климата, предложенный в 1959 г. Н. Н. Ивановым. ТК представляет собой произведение суммы активных температур в сотнях градусов на коэффициент увлажнения. ТК – безразмерная величина, изменяется от 0 в приполярных широтах до 100 в приэкваториальных и синтезирует важнейшие климатические параметры (теплообеспеченность, осадки, испаряемость). В настоящее время выявлена хорошая корреляционная связь многих экологических характеристик (в том числе геохимических показателей, биологической продуктивности) с этим показателем.

Геохимическое положение ландшафта – фактор, определяющий характер и интенсивность миграционных потоков в ландшафте. Основываясь на классификации М. А. Глазковской [2], выделяют три основных положения ландшафта и два переходных. Элювиальные (водораздельные) ландшафты – наиболее высоко расположенные, геохимически автономные, в них поток вещества поступает лишь из атмосферы. Транзитные ландшафты, занимающие более низкие ступени каскада, представляют геохимически подчиненные элементарные ландшафты; наряду с поступающими из атмосферы, они получают часть веществ, сбрасываемых с поверхностными и грунтовыми водами из более высоко расположенных звеньев каскада. Поэтому геохимически автономные ландшафты более устойчивы, чем геохимически подчиненные (транзитные). И наименее устойчивые – аккумулятивные ландшафты, расположенные в зонах – накопителях всех поступающих веществ.

Буферность почв против подкисления и подщелачивания. Почва – важнейшее звено в механизме устойчивости ландшафта, от способности почвы к самоочищению в наибольшей степени зависит геохимическая устойчивость ландшафта. Способность почвы противостоять изменению концентрации почвенного раствора, его щелочно-кислотного и окислительно-восстановительного состоя-

ний называют буферностью почвы. Буферность проявляется либо против подкисления, либо против подщелачивания и определяется наличием в почвенных растворах буферных систем, состоящих из слабых кислот и их солей с основаниями. На величину буферности оказывают влияние минералогический и гранулометрический составы почвы, содержание гумуса, емкость поглощения, состав обменных катионов. Таким образом, буферность является комплексным показателем, учитывающим многочисленные почвенные параметры, которые часто при определении устойчивости рассматриваются как ряд отдельных факторов.

Число дней с активными температурами ($T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Устойчивость ландшафтов к техногенным воздействиям во многом зависит от продуктивности растительных ассоциаций и характера растительности. Наиболее важное значение для формирования показателя устойчивости имеет способность почвенно-растительного покрова предотвращать развитие эрозионных процессов и нейтрализовать вредные химически активные вещества. Соответственно, чем больше в регионе число дней с активными температурами, тем дольше растительный покров сохраняет свои регуляционные свойства.

Слой стока. Показатель величины слоя стока неоднозначен для определения устойчивости ландшафтов. Поверхностный и грунтовый сток способствует выносу поллютантов за пределы ландшафтной зоны и их рассеиванию. Однако, общая интенсивность развития эрозионных процессов в рельефе находится в прямой зависимости от величины поверхностного стока. Высокая величина слоя стока является одним из решающих показателей при определении эрозионной устойчивости территории. Также на эрозионные процессы большое влияние оказывают степень неравномерности осадков и стока, средний уклон территории, почвенно-растительный покров, геологическое строение местности. Исходя из природно-климатических и рельефообразующих факторов изучаемой территории, в нашем случае примем увеличение показателя слоя стока за положительный фактор.

Ранжирование выделенных показателей по степени их выраженности (интенсивности) позволило создать шкалу балльной оценки показателей (таблица 1).

С учетом дифференциации изучаемой территории по природно-климатическим, рельефообразующим, гидрографическим, биогеохимическим показателям в степной зоне Урало-Заволжья вы-

Шкала балльной оценки устойчивости основных ландшафтных показателей

Показатели устойчивости*	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ИБЭК	8-12 – малоблагоприятные, со значительным недостатком влаги	12-16 – условно-благоприятные с недостатком влаги	16-18 – относительно благоприятные с заметным недостатком влаги	18-20 – относительно благоприятные с пониженным увлажнением	–
Геохимическое положение ландшафта	Аккумулятивное	Трансаккумулятивное	Транзитное	Трансэлювиальное	–
Буферность почв к щелочам	Солонцовые и пески – 1	Каштановые – 2	Черноземы и сероземы – 2-3	–	Подзолы и красноземы – 10
Буферность почв к солям	Подзолы и красноземы – 1-2	–	Черноземы и сероземы – 5-8	Каштановые – 8-10	Солонцовые и пески – 10
Число дней с $T > 10^{\circ}\text{C}$	130-140	140-150	150-160	160-170	–
Слой стока, мм	10-50	50-100	100-200	–	–

* для количественного выявления показателей использована серия карт из «Экологического Атласа России», разработанного географическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова (1995-1999 гг.)

делены 7 геоэкологических районов. Соответственно, для каждого района рассчитывался интегральный показатель устойчивости ландшафтов по формуле [5]:

$$C = 100 \times \sum_{g=1}^n C_g / Q,$$

где C – устойчивость ландшафта (%),
 C_g – балл по каждому показателю,
 Q – максимально возможная сумма баллов,
 g – порядковый номер показателя,
 n – количество показателей.

Максимально возможный балл, характеризующий наибольшую устойчивость, принимается за 100%, все остальные баллы выражаются в % через представленную формулу. Полученные результаты отражены на рис. 1 и в таблице 2.

Как видно из таблицы, абсолютно неустойчивых ландшафтов ($C \sim 0-10\%$) в степной зоне нет, как нет и абсолютно устойчивых, характеризующихся максимальной суммой баллов. По полученным показателям устойчивости все ландшафты исследуемой территории можно разделить на 4 класса (рис. 1):

I – $C \sim 52\%$; II – $C \sim 60\%$; III – $C \sim 68\%$; IV – $C \sim 72\%$.

Наиболее устойчивые ландшафты расположены на севере степной зоны, наименее устойчивые – в ее южных окраинах. В целом же, учитывая пол-

ную шкалу значений устойчивости, где C может принимать значения от 0 до 100%, все ландшафты изучаемой степной зоны можно условно разделить на 2 части: территория с относительно устойчивыми ландшафтами (центральная часть, включающая 2, 3 и 4 геоэкологических районы) и территория с ландшафтами средней устойчивости (южная и северная окраины, включающая 1, 5, 6 и 7 геоэкологических районы).

Кроме того, при определении устойчивости большое значение имеет выбор элементарного изучаемого ландшафта. В нашем случае крупного ранжирования представленная схема устойчивости может корректироваться местными факторами ландшафтной дифференциации, например, экспозицией рельефа и микроклиматом.

Следующим показателем для определения геоэкологического состояния степной зоны служит уровень антропогенной нагрузки на ландшафты. Для характеристики этой величины использовалась карта «Антропогенные нагрузки на ландшафты» авт. А.Г. Исаченко¹. По результатам анализа таких параметров, как урбанизированность территории, распаханность земельных угодий и общая плотность населения автор выделил несколько рангов техногенного загрязнения ландшафтов. С использованием районирования, проведенного

¹ Карта помещена в «Экологический Атлас России».

Устойчивость ландшафтов степной зоны Урало-Заволжья

Показатель устойчивости Геоэкологические районы	ИБЭК	Геохимическое положение ландшафта	Буферность почв к щелочам	Буферность почв к солям	Число дней с $T > 10^{\circ}\text{C}$	Слой стока, мм	Устойчивость (С), %
1. Заволжский южный	1	1	5	1	4	1	52
2. Заволжско-уральский центральный	2	4	3	3	3	2	68
3. Заволжский северный	3	4	2	4	3	2	72
4. Предуральский северный	4	2	2	4	2	3	68
5. Зауральский центральный	3	2	1	5	1	3	60
6. Зауральский восточный	2	4	3	3	2	1	60
7. Зауральский южный	1	3	2	4	2	1	52

Таблица 3

Формирование категорий геоэкологической напряженности ландшафтов степной зоны Урало-Заволжья

Техногенное загрязнение Степень устойчивости района	Практически отсутствует	Умеренное	Значительное	Очень высокое
IV	0	0	1	2
III	0	1	2	3
II	0	2	3	4
I	0	3	4	5

А.Г. Исаченко, на изучаемой территории выделены районы с различной степенью техногенного загрязнения.

По результатам анализа сочетаний устойчивости ландшафтных комплексов и параметров техногенного загрязнения территории выделено несколько рангов геоэкологической напряженности, отражающей степень нарушенности средообразующих компонентов (таблица 3, рис. 2).

Чем больше значение ранга напряженности, тем выше уровень деформации ландшафтной среды и тем труднее возможность ее самовосстановления. Можно считать, что величина геоэкологической напряженности обратно пропорциональна показателю способности ландшафта выполнять

ресурсные и другие социально-экономические функции. Как видно, наиболее напряженная ситуация складывается в восточной части степной зоны, что связано с низкой устойчивостью ландшафтных комплексов и высоким уровнем техногенной нагрузки.

Предложенная концепция районирования может быть уточнена и детализирована в части выбора критериев оценки устойчивости и техногенного воздействия, а также изучения роли устойчивости ландшафтов в формировании уровня напряженности природных комплексов. Прикладные аспекты районирования лежат в области оптимизации природопользования и территориальной структуры хозяйства территории.

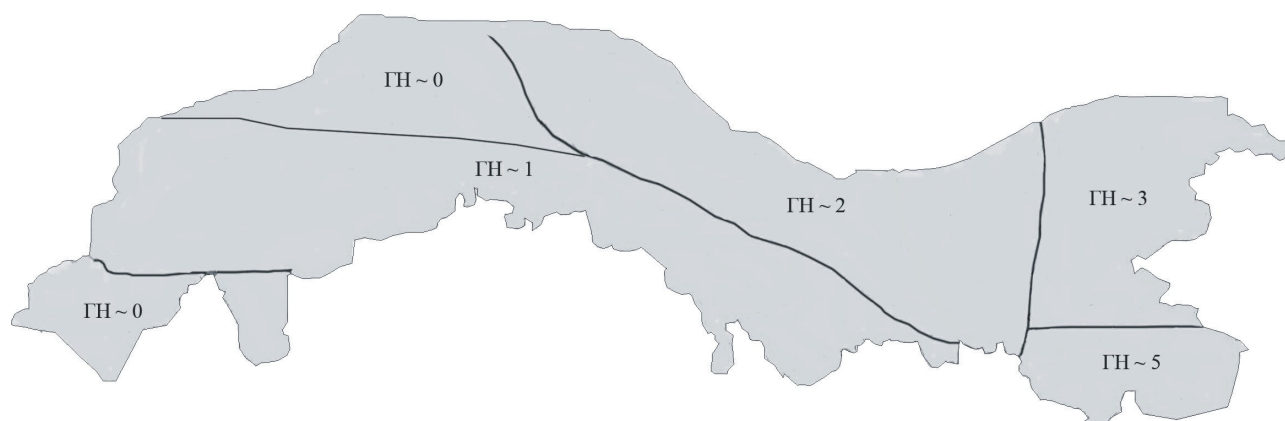


Рис. 2. Схема районирования ландшафтов степной зоны Урало-Заволжья по рангам геоэкологической напряженности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюхов В.В. Устойчивое развитие и приоритеты природоохранного инвестирования в регионах России. Экспертная система / В.В. Артюхов, В.Г. Виноградов, А.С. Мартынов // На пути устойчивого развития. – 2000. – №5 (16). – С. 16-17.

2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.

3. Мазур И.И. Курс инженерной экологии / И.И. Мазур, О.И. Молдованов. – М.: Высш. шк., 1999. – 345 с.

4. Орлова И.В. Методика ландшафтного планирования сельскохозяйственного природопользования / И.В. Орлова // Экологический анализ региона (теория, методы, практика): сб. науч. тр. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С. 225-232.

5. Рянский Ф.Н. Эколого-экономическое районирование в регионе / Ф.Н. Рянский. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – 154 с.

6. Чибилев А.А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования) / А.А. Чибилев. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 124 с.

Мячина Ксения Викторовна
кандидат географических наук, науч. сотр. Института степи Уральского отделения РАН, Оренбург,
тел. (3532) 776247, факс (3532) 774432, E-mail:
mavicsen@list.ru

Myachina Kseniya Viktorovna
Candidate of Geography, Researcher of the Institute of Steppe, Ural Branch of RAS, Orenburg, tel.
+7(3532)776247, fax: +7(3532) 774432, E-mail:
mavicsen@list.ru