

16. Скублова Н. В., Будько В. М., Мамошкин А. В. Оценка и прогноз экологической ситуации в районах горно-рудной промышленности // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха: Тез. докл. Межгосударст. науч. конф. Ч. 2. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 1993. С. 270—274.
17. Скублова Н. В. Экспресс-анализ кризисной экологической ситуации на основе геоэкологических информационных банков // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха: Тез. докл. Межгосударст. науч. конф. Ч. 2. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 1993. С. 179—183.
18. Мишин В. И. Структура и прикладное использование автоматизированной системы обработки информации // Новые методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых на территории Северо-Запада РСФСР. М.: 1984. С. 69—93.

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS IN INTEGRATED ASSESSMENT AND FORECAST OF GEOECOLOGICAL SITUATIONS

N. V. SKUBLOVA

Summary

The author considers ecological-geomorphological systems of the arid and humid zones on the regional, local and detailed levels of studies. The studies provided evidences for multi-aspected possibilities of the geomorphological analysis in definition of regions' geoecological status, location of critical geoecological situations etc.

УДК 551.4:574.2

© 1995 г. О. В. СЕНЬКИН, В. М. ЩЕРБАКОВ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОМОРФОСИСТЕМ

Встречающееся в научной литературе неоднозначное толкование неустоявшихся понятий, особенно экологической тематики, вызывает необходимость начать с разъяснения употребляемой в данной статье терминологии. Прежде всего это касается определения геоморфосистемы. Под геоморфосистемой понимается иерархически организованная совокупность форм и (или) элементов рельефа, взаимодействующих между собой посредством геоморфологических процессов, управляемых внешними факторами [1]. Что касается такого понятия, как «экологическое состояние», то его определение находится в стадии дискуссии [2]. По нашему мнению, для геоморфосистем предпочтительнее употреблять термин «геоэкологическое состояние». Здесь под геоэкологическим состоянием имеется в виду состояние природных компонентов, в данном случае рельефа, возникающее при антропогенном воздействии на них. Это не означает, что их состояние формируется только антропогенными факторами. Само понятие «природный компонент» подразумевает присутствие естественных факторов, определяющих его природное, ненарушенное состояние. Учитывая, что в настоящее время большинство природных систем (геоэкосистем) в той или иной мере подвержено антропогенному изменению, можно говорить о степени воздействия антропогенных и природных факторов при формировании геоэкологического состояния их подсистем, в частности геоморфосистем. Следует только помнить, что индустриальный антропогенез по отношению к природным системам принципиально носит деструктивный характер.

Степень воздействия факторов на геоморфосистему определяется геоэкологическими признаками: свойствами, показателями, процессами, параметрами, присущими конкретной геоморфосистеме. Следовательно, сравнивая эти признаки между собой, мы тем самым можем оценить вклад каждого из них в ее геоэкологическое состояние. Задача осложняется тем, что большинство признаков

не поддается количественной оценке и описано качественными характеристиками, затрудняющими формализацию. Отсутствие каких-либо интегральных геоэкологических признаков только усугубляет положение. Разнообразие признаков, их разномасштабность, неопределенность и сложность вынуждают использовать аппарат теории экспертных оценок.

Оценка геоэкологического состояния геоморфосистем проводится с помощью экспертного анализа, методика которого заключается в присвоении качественным геоэкологическим признакам, характеризующим объект, количественной меры выраженности. В основе методики лежит попарное сопоставление альтернатив, которыми могут являться как геоэкологические признаки объектов, так и сами объекты (геоморфосистемы). В случае работы с признаками выявляется их значимость. Соответствующие весовые коэффициенты присваиваются показателям на всех уровнях иерархии. При сопоставлении объектов у них оценивается выраженность каждого признака [3]. Для ее определения можно воспользоваться разработанной шкалой отношений выраженности признаков (таблица).

Шкала оценки выраженности признаков

Балл	Выраженность признаков
1	Равенство (превосходства нет)
2	При допущении равенства превосходство одного предпочтительнее
3	Превосходство более вероятно, чем равенство
4	Превосходство подтверждается дополнительными косвенными характеристиками
5	Превосходство подтверждается дополнительными прямыми характеристиками
6	Превосходство, очевидное по основным используемым характеристикам
7	Превосходство, приоритетное по всему комплексу используемых характеристик
8	Превосходство, близкое к максимальному (предельному)
9	Превосходство максимальное (предельное)

Подготовка задачи заключается в создании структуры экспертной признаковой системы, или, иначе, дерева признаков (рис. 1). Количество рангов, узлов и подразделений низшего ранга не регламентируется. Оно зависит от цели и объекта исследования. Цифрами показаны порядковые номера, присваиваемые выделенным подразделениям.

Сравнительный анализ признаков предусматривает составление квадратной симметричной матрицы. Причем матрицы составляются для узлов дерева признаков и для объектов (геоморфосистем). С помощью матриц признаков определяется их значимость, а с помощью матриц объектов — выраженность признаков. Очевидно, что для самого низкого иерархического уровня признаков матрицы не составляются. Матрицы объектов, наоборот, составляются для низшего ранга и показывают соотношение по каждому из признаков низшего уровня иерархии, т. е. в них отражено соотношение выраженности каждого признака низшего ранга для каждого объекта. Выраженность геоэкологических признаков может быть формализована одним из двух способов.

Первый способ заключается в присвоении сравниваемым признакам баллов приоритетности по таблице. В этом случае матрица формального представления будет иметь вид А:

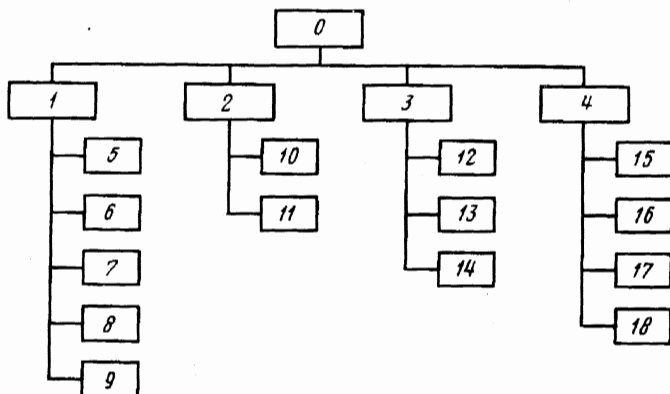


Рис. 1. Диагностические признаки оценки геоэкологического состояния геоморфосистем водосборного бассейна Лемболовского озера

0 — оценка геоэкологического состояния геоморфосистем; 1 — природные свойства рельефа: 5 — устойчивость к эрозии, 6 — выположенность склонов, 7 — залесенность, 8 — устойчивость к дефляции, 9 — уникальность; 2 — природные свойства отложений: 10 — водонепроницаемость, 11 — отсутствие полезных ископаемых; 3 — антропогенное воздействие на рельеф; 12 — отсутствие поверхностных нарушений (торфоразработки, карьеры, магистралей, свалок, пашен), 13 — доля незастроенной площади, 14 — сохранность лесов; 4 — сохранность при существующем хозяйственном освоении: 15 — сельскохозяйственном, 16 — промышленном, 17 — селитебном, 18 — рекреационном

	А					Б				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	7	4	8		1	<	=	>	>
2		2	3	5		2		>	>	>
3			1	6		3			>	>
4				3		4				>
5					5	5				

Второй способ основан на присвоении качественных характеристик при попарном сопоставлении выраженности признаков в объектах: > (больше), = (одинаково), < (меньше). Тогда матрица сравнений может иметь вид Б.

При данном способе определения выраженности или значимости задается коэффициент K , показывающий отношение максимально выраженного (значимого) признака к минимально выраженному (значимому). Для определения K можно воспользоваться таблицей. Естественно, что $K = 1$ не может быть, так как при равенстве выраженности сравниваемых признаков построение матрицы не имеет смысла. Коэффициент K необходим для придания качественному сравнению количественного вида, на его основании рассчитывается и присваивается каждому признаку количественное значение, отражающее значимость или выраженность каждого из признаков, причем сумма этих значений равна единице. Полученные таким образом количественные значения позволяют построить гистограмму, отражающую графически значимость или выраженность каждого из признаков.

Методика попарного сопоставления допускает не строгое соблюдение отношений выраженности признаков. Например, не являются противоречивыми такие оценки, когда $A = B$, $B = C$ и $A > C$. При выделении признаков необходимо помнить о том, что между ними должна существовать согласованность, поскольку выраженность частного признака означает усиление интегрального показателя. Иначе говоря, выраженность одного признака будет улучшать геоэкологическое состояние и тем самым увеличивать интегральный показатель, а выраженность другого, наоборот, ухудшать состояние и соответственно уменьшать этот показатель. Например, такой признак, как «нарушение земной поверхности», влечет за

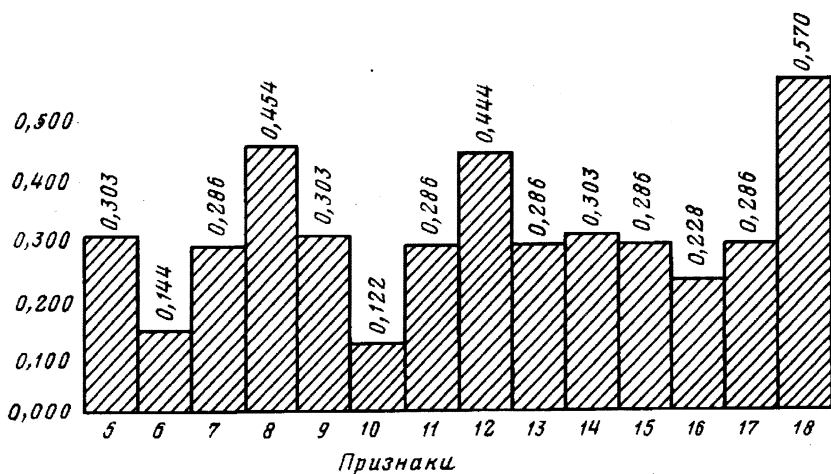


Рис. 2. Гистограмма выраженности геоэкологических признаков в геоморфосистеме 1 (аккумулятивная возвышенная платообразная моренная равнина)

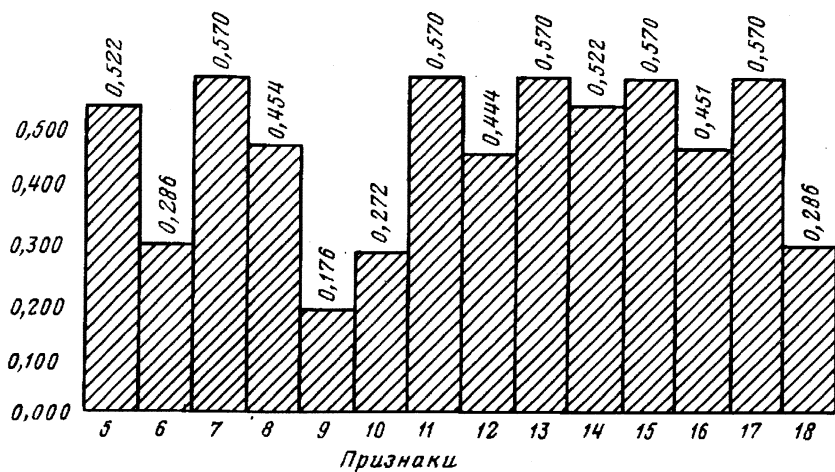


Рис. 3. Гистограмма выраженности геоэкологических признаков в геоморфосистеме 2 (аккумулятивная низменная моренная и озерно-ледниковая равнины)

собой ухудшение геоэкологического состояния территории, т. е. чем больше нарушений, тем хуже состояние, и интегральный показатель оценки состояния в этом случае будет уменьшаться, следовательно, данный признак лучше назвать «отсутствие поверхностных нарушений», тогда его выраженность будет увеличивать интегральный показатель оценки геоэкологического состояния.

Алгоритм количественного расчета оценки геоэкологического состояния и программное обеспечение разработаны в лаборатории экологического моделирования факультета географии и геоэкологии СПбГУ.

Описанная методика реализуется для оценки геоэкологического состояния геоморфосистем в пределах водосборного бассейна Лемболовского озера (Карельский перешеек), относящихся по генезису к аккумулятивным ледниковым и водно-ледниковым формам рельефа. Здесь выделяются три типа геоморфосистем: 1) аккумулятивная возвышенная платообразная моренная равнина, 2) аккумулятивная низменная моренная и озерно-ледниковая равнина, 3) аккумулятивная холмисто-котловинная камовая равнина. Необходимая для расчетов структура признаковой системы (дерево признаков) представлена на рис. 1. Все признаки объединяются в четыре блока (узла): природные свойства рельефа, природные

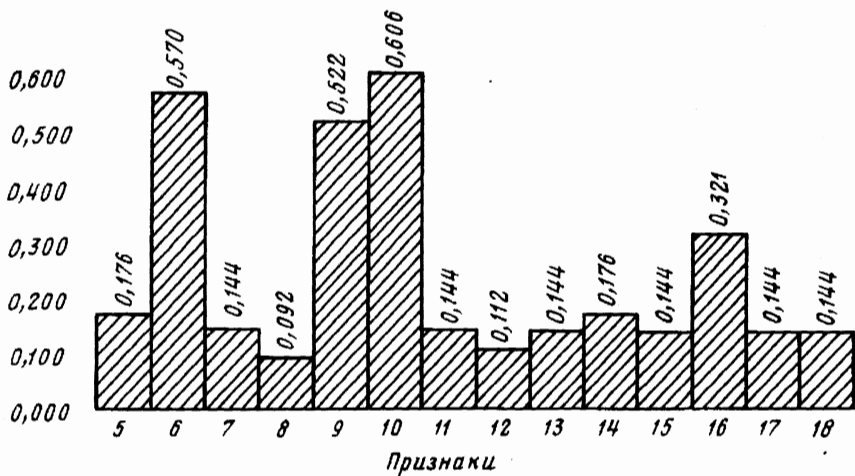


Рис. 4. Гистограмма выраженности геоэкологических признаков в геоморфосистеме 3 (аккумулятивная холмисто-котловинная камовая равнина)

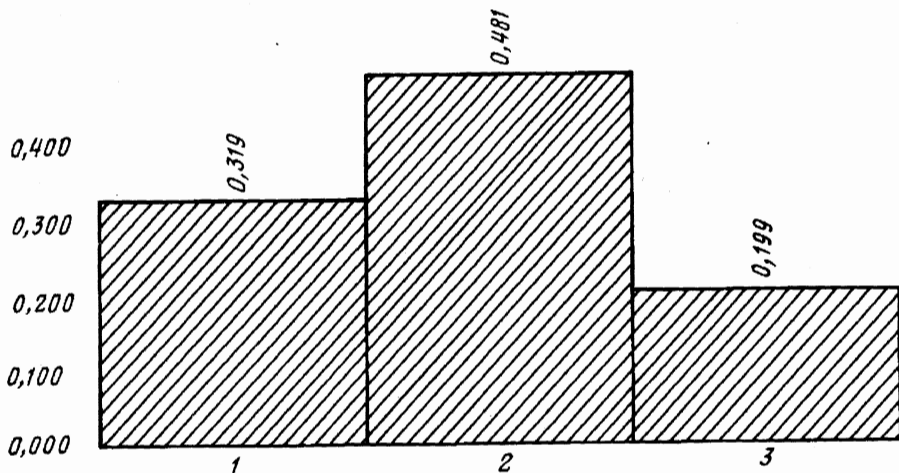


Рис. 5. Гистограмма интегральной оценки геоэкологического состояния геоморфосистем водосборного бассейна Лембовского озера

свойства отложений, антропогенное воздействие на рельеф, сохранность при существующем хозяйственном освоении. Для них создается по описанной выше методике матрица приоритетности, т. е. оценивается их значимость в оценке геоэкологического состояния. Затем для каждого блока составляется матрица входящих в него признаков, где проводится оценка их значимости. И, наконец, создаются матрицы геоморфосистем, в которых оценивается выраженность в них каждого признака низшего ранга. Все 19 матриц составлялись по второму варианту. Из-за недостатка места описание их составления не приводится. Результатом расчета экспертных оценок являются гистограммы выраженности геоэкологических признаков по каждой геоморфосистеме (рис. 2—4) и гистограмма выраженности интегрального показателя оценки геоэкологического состояния геоморфосистем (рис. 5). На последней видно, что из сравниваемых геоморфосистем в наиболее благополучном геоэкологическом состоянии находится геоморфосистема 2 (аккумулятивная низменная моренная и озерно-ледниковая равнина), а в наименее благополучном — геоморфосистема 3 (аккумулятивная холмисто-котловинная камовая равнина). Причем в данном примере специально

заложена экспертная ошибка, т. е. неправильно определена выраженность одного из признаков в анализируемых геоморфосистемах. Это сделано для того, чтобы показать, что при относительно большом количестве геоэкологических признаков по крайней мере одна ошибка эксперта для интегрального показателя в данном случае не играет роли.

И в заключение надо отметить, что описанная методика в принципе носит универсальный характер и может применяться для сравнительной оценки экологического состояния других природных геосистем. Необходимо только изменить структуру дерева признаков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сенькин О. В.* Проблемы применения геоморфологической системы // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 7. 1986. Вып. 3. С. 62—68.
2. Проблемы эколого-географической оценки состояния природной среды / Отв. ред. П. П. Арапов, Ю. П. Селиверстов. С.-Петербург: Изд-во РГО, 1994. 109 с.
3. *Капралов Е. Г., Щербаков В. М., Камышев А. П.* Картографирование в целях экологического обоснования генпланов малых городов и проектов строительства промышленных объектов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. 1994. Вып. 1. С. 70—77.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATE OF GEOMORPHOSYSTEMS

O. V. SENKIN, V. M. SHCHERBAKOV

Summary

Methods are outlined of assessment of geomorphosystems' ecological state based on arbitrary quantification of qualitative ecological characteristics. The formal procedure permits to compare contribution from individual characteristics to the ecological state of geomorphosystems. The approach is illustrated by a case study of geomorphosystems of glacial deposition and glaciofluvial sedimentation in the Lembolovo lake basin, the Karelian Isthmus.

УДК 551.4:574.2

© 1995 г. Е. Ю. ПАВЛОВА, М. В. ДОРОЖКИНА

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ГЕОТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

(на примере побережья Кольского залива)

Одной из сложных задач при геоэкологических исследованиях, требующей незамедлительного решения, является создание теоретически обоснованной методики выделения репрезентативных точек наблюдения (оценки) экологически значимых параметров. Термин «репрезентативные точки» применительно к ландшафтной оболочке был введен А. Н. Ласточкиным, указавшим на необходимость выделения точек наблюдения, репрезентативность которых устанавливается «в рамках конкретных и однозначно выделяемых местоположений с учетом анизотропии рельефа (ландшафта)» [1, с. 47]. Под репрезентативными точками здесь понимаются точки земной поверхности (ЗП), однозначно выделяемые на карте и местности, характеризующиеся определенным набором основных геоморфологических параметров и заключающие в себе единственно достоверную и сопоставимую информацию о состоянии окружающей среды.