МЕТОД АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕРАВНОВЕСИЯ

Мазуркин П.М., Михайлова С.И., Автономов А.Н.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия

Чебоксарский политехнический институт

Московского государственного открытого университета, Чебоксары, Россия

Предлагаемый метод применим в регионах мира с высоким антропогенным изменением природной среды, в странах с малым содержанием растительного покрова, а также в России по отдельным субъектам федерации и их муниципальным образованиям.

Существующие способы оценки экологического состояния территории

Известен способ измерения состояния территории во времени при различных антропогенных нагрузках [1, с. .438-439, рис. 22.2], предусматривающий выявление нижнего и верхнего критических пределов антропогенных нагрузок, нижнего и верхнего пределов допустимых экологических изменений, оценку нормального состояния экосистемы, измерение фактического состояния экосистемы и оценку «экологического резерва» антропогенного воздействия на экосистему, а также слежение за изменениями параметров этой экосистемы.

Недостатком этого способа является то, что из всех свойств экосистемы явно выделено только время, а остальные параметры физического и одновременно биологического объекта остались в неявном виде. Главным недостатком является то, что способ исходит из концепции антропоцентризма, то есть на первый план выставляются антропогенные воздействия, а не противодействия самой экосистемы влиянию человека. В итоге измерение состояния экосистемы всегда запаздывает, причем на десятилетия, от начала действия этих антропогенных нагрузок. Поэтому слежение и принятие экологических мер происходит по негативным результатам антропогенных воздействий, то есть по экологическому неравновесию.

Известен также способ измерения состояния территории по площади растительного покрова [1, с. 442-444, рис. 22.3]; [2, с.362-363, рис. 117] (Реймерс, 1990), включающий поддержание экологического равновесия на данной территории специально выделенными участками ранее существовавший или желаемый баланс между преобразованными человеком экосистемами и естественными экосистемами в процентах от общей площади.

При различных соотношениях земельных участков под преобразованными и естественными экосистемами изменяется суммарный эколого-социально-экономический эффект (сумма полезностей). При этом целесообразное экологическое равновесие (100 % полезностей) возникает при соотношении 40 % первых и 60 % вторых для средней полосы европейской части России. В других регионах вначале нужно определить этот уровень территориального экологического равновесия.

Этот способ также создан под влиянием антропоцентризма, На первое место ставятся преобразованные людьми экосистемы, а на второе – естественные экосистемы. Экосистема является физически неопределенным объектом. Всё это затрудняет применение прототипа, в частности из-за нестыковки с категориями земельного кадастра. Об этом сказано в [1, с.442]: «Проблема рационального соотношения естественных и искусственных экосистем, несомненно, является одним из ключевых». Так же на с. 444 этого учебника: «в целом же данная проблема требует серьезных дальнейших проработок».

Цель предлагаемого метода – повышение точности оценки экологического неравновесия в данный момент времени за счет применения естественного объекта – фитоценоза.

Фитоценозом является растительный покров, который измеряется по земельному кадастру категориями земельных участков. Прототип [1, 2] нечетко определяет состав понятия «естественные экосистемы», включая сюда не тронутые или слабо измененные человеком природные объекты: «Существует и такое мнение, что в агроландшафтах леса, луга, водные пространства должны занимать не менее 30 % общей площади» [1, с.443-444].

Предлагаемый способ экологической оценки

Он включает, как и прототип по Н.Ф. Реймерсу, поддержание экологического равновесия на данной территории специально выделенными участками земель. Отличие заключается в том, что измеряется общая площадь территории и площадь растительного покрова, а затем вычисляется активность растительного покрова как отношение его площади к общей площади территории.

Затем статистическим моделированием выявляется закономерность изменения общего эффекта в зависимости от активности растительного покрова для данной природно-климатической зоны.

Модель суммарного эффекта

Моделированием выявляется среднестатистическая закономерность изменения относительного общего эффекта в зависимости от активности растительного покрова по формуле:

$$E = E_0 + a_1 \mathbf{m}^{a_2} \exp(-a_3 \mathbf{m}^{a_4}), \tag{1}$$

где E - относительный суммарный экологический, социальный и экономический эффект (относительная сумма полезностей); E_0 - начальный относительный суммарный эффект на данной территории при полном отсутствии на ней растительного покрова; m - активность растительного покрова на данной территории, вычисляемая как отношение его площади к общей площади территории; $a_1...a_4$ - параметры закономерности, значения которых зависят от типа, природных и природно-техногенных свойств растительного покрова;

Относительный экологический ущерб ΔE от недостатка растительного покрова на данной территории вычисляется по формуле

$$\Delta E = 1 - E_0 - a_1 \mathbf{m}^{a_2} \exp(-a_3 \mathbf{m}^{a_4}). \tag{2}$$

Этот относительный эффект умножается на рыночную стоимость природных ресурсов и получается экономический эффект в денежных единицах.

Влияние активности растительного покрова на экологическое состояние

По графику Н.Ф. Реймерса [2, с.362-363, рис. 117] применительно с средней полосе Европейской части Российской Федерации в зеркальном его изображении была получена формула (табл. 1).

$$E = 0,25110 + 1,01425 \, \mathbf{m}^{0,41950} \exp(-0,71669 \, \mathbf{m}^{3,80376})$$
 (3)

Уравнение (1) или (3) содержит две составляющие, поэтому можно её записать как сумму отдельных составляющих в виде

$$E = E_1 + E_2. \tag{4}$$

Первая составляющая является постоянным членом и показывает суммарный эффект при полном отсутствии растительного покрова. Вторая составляющая является законом для описания биотехнического поведения живого (по В.И. Вернадскому) вещества.

На рис. 1 приведен график формулы (3) с указанием зон относительного экологического и хозяйственного ущерба.

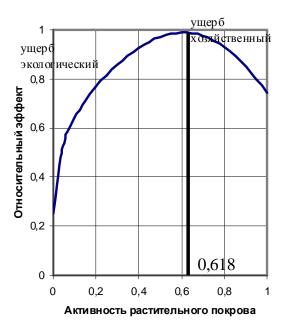


Рис. 1. Изменение относительного эффекта от активности растительного покрова

Для других почвенно-климатических зон России и других стран необходимо формировать данные для уточнения параметров модели (3).

На рис. 2 приведен условный пример активности растительного покрова. При этом потребуются различные экологические мероприятия, чтобы обеспечить сдвиг территории от экологического неравновесия до рационального уровня 0,618, то есть экологическое равного золотой пропорции (этот сдвиг показан стрелкой).

Таблица 1. Изменение относительного суммарного эффекта

Процент	Активност	Общий	Pac	Составляющие				
преобразов	Ь	эффект		(3)				
анных	раститель	по факту						
экосистем	ного	É	Расчетный	Остаток	Относит.			
	покрова	_	эффект $\it E$	e = E - E	погрешн., %	$E_{\scriptscriptstyle 1}$	E_2	
	m				$\Delta = 100e / E$	\boldsymbol{L}_1	\boldsymbol{L}_2	
0.0	1.000	0.770	0.746	0.004	0.52	0.251	0.405	
0.0	1.000	0.750	0.746	0.004	0.53	0.251	0.495	
0.2	0.800	0.920	0.931	-0.011	-1.20		0.680	
0.4	0.600	1.000	0.990	0.010	1.00		0.739	
0.5	0.500	0.980	0.971	0.009	0.92		0.720	
0.6	0.400	0.920	0.927	-0.007	-0.76		0.676	
0.8	0.200	0.750	0.767	-0.017	- <u>2.27</u>		0.516	
0.9	0.100	0.650	0.637	0.013	2.00		0.386	
1.0	0.000	0.250	0.251	-0.001	-0.40		0.000	
		V						

Примечание: Максимальное значение относительной погрешности подчеркнуто.

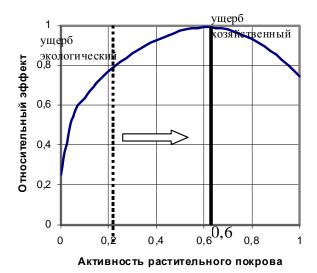


Рис. 2. Сдвиг относительного эффекта повышением активности растительного покрова

Уравнение (3) можно проверить на значимость составляющих и на приспособляемость растительного покрова к человеческой деятельности и катастрофам.

Для анализа уравнения (3) применяются два показателя [4-9]:

- 1) коэффициент значимости составляющей закономерности, показывающий отношение к расчетному показателю;
- 2) коэффициент приспособляемости растительного покрова как отношение второй и других волновых составляющих модели к первой (она является естественной, а другие показывают антропогенное влияние или же негативные для растительности условия).

Пример

Расчет активности растительного покрова был выполнен по данным земельного кадастра (табл. 2) субъекта Российской Федерации Республики Марий Эл.

Таблица 2. Данные земельного кадастра по Республике Марий Эл на 01.01.2007, тыс. га

Кате-	Общая	Всего	В том числе:				Земли,	Древес.		
гория	пло-	c/x						покрыт.		Б.
		угодий	П	2	Мн.лет.	Сено-	Паст-	лесом	кустарн.	Болота
земель	щадь		Пашни	Залежи	насажд.	косы	бища		растит.	
					писижд.					
1	860.3	715.9	467.4	101.7	5.3	42.8	98.7	91.0	16.6	2.3
2	77.1	48.1	27.3	0.8	3.0	5.9	11.1	3.2	2.5	0.2
3	2.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	0.1
3	2.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	0.1
4	58.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	54.5	0.0	0.3
5	1197.5	11.7	0.5	0.0	0.0	8.9	2.3	1101.7	0.0	31.2
	67.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	67.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5.0	4.4	0.6	3.0	0.0	0.3	0.5	0.1	0.1	0.0
Итого	2337.5	781.4	496.1	105.5	8.3	58.7	112.8	1305.7	20.1	34.1

Примечания. Категории земель: 1 – земли сельскохозяйственного назначения; 2 – земли населенных пунктов (поселений); 3 – земли промышленности; 4 – земли особо охраняемых территорий; 5 – земли лесного фонда; 6 – земли водного фонда; 7 – земли запаса; полужирным шрифтом выделены те площади, которые отнесены к растительному покрову; полужирным курсивом выделены залежи, которые могут быть преобразованы в земельные участки растительного покрова.

Абсолютная активность растительного покрова оценивается площадью $S_{_{PH}}$, а **относительная активность т** по её площади определится выражением

$$\mathbf{m} = S_{P\Pi} / S_{obu} , \qquad (5)$$

где $S_{_{PH}}$ - площадь растительного покрова, тыс. га; $S_{_{oбиц}}$ - общая площадь территории (территории и акватории) административного образования, тыс. га.

По исходным данным табл. 2 получим значение абсолютной активности в виде суммы: растительный покров = многолетние насаждения на сельскохозяйственных землях + сенокосы + пастбища + земли, покрытые лесом + древесно-кустарниковая растительность + болота.

Количественно получаем значение площади растительного покрова

$$S_{\scriptscriptstyle PH} = 8.3 + 58.7 + 112.8 + 1305.7 + 20.1 + 34.1 = 1539.7$$
 тыс. га.

Относительная активность (далее активность) будет определяться по формуле (5.1) в виде отношения m = 1539.7 / 2337.5 = 0.659 > 0.618.

Таким образом, на территории Республики Марий Эл в целом соблюдается рациональное территориальное экологическое равновесие. Это видно из того, что коэффициент активности растительного покрова по площади больше золотой пропорции 0.618.

Превращение залежей в растительный покров, в частности, в сенокосы и пастбища, а также в многолетние насаждения, в том числе и леса, позволит увеличить уровень экологического баланса. Эродированные земли (овраги и пр.) нужно засаживать деревьями. Увеличение растительного покрова по РМЭ на 105,5 тыс. га поднимет его активность до m = 0,704.

Вывод

Предлагаемый метод оценки экологического состояния территории по критерию активности растительного покрова повышает точность измерений с использованием ежегодно обновляемого земельного кадастра и космических снимков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В.А. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. 536 с.
 - 2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. М.: Мысль, 1990. 637 с.
- 3. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания: Научное изд. / П.М. Мазуркин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 336 с.
- 4. Мазуркин П.М. Закономерности устойчивого развития / П.М. Мпзуркин: Научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. 302c.
- 5. Мазуркин П.М. Закономерности кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий (на примере Республики Марий Эл) / П.М. Мазуркин, Г.Н. Ильменев, Ф.Н. Салахутдинов: Научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ-ФГУП МарГипрозем, 2002. 66с.
 - 6. Мазуркин П.М. Статистическая экология / П.М. Мазуркин: Учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. 308с.

- 7. Мазуркин П.М. Распределение площади эродированных земель / П.М. Мазуркин, С.И. Васильева // Сб. докладов международной научно-метод. конф. "Экология образование, наука, практика". Белгород: БелГТАСМ, 2002.

 С.241-246.
- 8. Мазуркин П.М. Лесистость и распаханность территории / П.М. Мазуркин, С.И. Васильева // Материалы II Международной научно-практической конференции "Экология: Образование, наука, промышленность и здоровье" // Вестник БГТУ. №8. 2004. Часть V. С.83-85.
- 9. Михайлова С.И. Рациональное землепользование в Кировской области / С.И. Михайлова, П.М. Мазуркин // Сб. статей школьников и студентов, бакалавров и магистров, аспирантов и молодых ученых. Йошкар-Ола, МарГТУ, 2005. –С.70-73.
- 10. Михайлова С.И. Закономерность перехода категорий эрозии почв / С.И. Михайлова, П.М. Мазуркин // Сб. статей школьников и студентов, бакалавров и магистров, аспирантов и молодых ученых. Йошкар-Ола, МарГТУ, 2005. С.87.
- 11. Мазуркин П.М. Фундаментальные закономерности для обоснования систем мероприятий рационального природопользования / П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова, Е.Н. Попова // Материалы межвуз. метод. конф. «Современные проблемы естественнонаучного образования». Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. С. 54-59.