

УДК 004.064.2

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ: ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОСВОЕННОСТИ И СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

д-р техн. наук Л.С. ЛИС

(Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, Минск)

Обосновано использование в системе оценки экологического состояния территории в качестве эквивалента техногенных нагрузок индекса хозяйственной освоенности, формируемого на основе суммы территориальных выделов, подвергшихся воздействию при хозяйственной деятельности. Предложены методики расчета загрязненных ареалов от воздействия промышленного и сельскохозяйственного производства, транспортных операций и демографического давления. В систему оценки введены показатели структурной организации территории. Очерчены задачи, при решении которых могут быть использованы показатели оценки.

Оценка хозяйственной освоенности территории основана на анализе воздействия технических объектов и технологических процессов, отражающих хозяйственную деятельность общества. Для оценки негативных последствий этих воздействий на природную среду нами рассмотрены четыре вида хозяйственной нагрузки, обусловленных промышленным и сельскохозяйственным производством, транспортными операциями и демографическим давлением. Эквивалентом нагрузок в плане экологического состояния принимаем площадь загрязненной территории в результате реализации отмеченных воздействий, а в качестве общей оценки используем индекс хозяйственной освоенности ($I_{хо}$), выражающий долю суммарной загрязненной территории в общей площади оцениваемой территориальной единицы (рис. 1).

Индекс хозяйственной освоенности определим по формуле:

$$I_{хо} = \frac{(F_{загр}^{пр} + F_{загр}^{с/х} + F_{загр}^{тр} + F_{загр}^{дем} + F_{нар}) K_{сам}}{F_{общ}}$$

где $F_{загр}^{пр}$, $F_{загр}^{с/х}$ – площади загрязненных земель от воздействия промышленности, сельскохозяйственного производства, транспорта и демографического давления соответственно; $F_{нар}$ – отнесенные к категории загрязненных нарушенные земли от добычи полезных ископаемых, стройматериалов, производства торфяной продукции; $K_{сам}$ – коэффициент самовосстановления-самоочистения.

Опишем методики определения составляющих $I_{хо}$.

Промышленная нагрузка. Оценка зоны воздействия промышленных производств выполнена с использованием обобщенного показателя – модуля техногенного воздействия, который сформирован на основе показателей интенсивности выбросов и объемов стоков, а также экологической опасности отраслей промышленности. Используя классификацию отраслей промышленности по токсичности выбросов и стоков и имеющиеся экспертные пропорции [1], нами рассчитаны весовые коэффициенты для каждой группы производств, причем единица присвоена наименее опасной IV группе (табл. 1).

При определении модуля техногенного воздействия промышленного производства, формирующего эквивалент экологической нагрузки в виде площади загрязненной территории, необходимо установить отдельные долевые вклады негативного влияния выбросов и стоков. Решение этой задачи нами осуществлено на основании следующей гипотезы. Учитывая высокую пространственную мобильность распространения выбросов промышленных производств в атмосфере и большую степень их негативного воздействия на все элементы окружающей среды, выбросам присвоено приоритетное значение в формировании модуля техногенного воздействия. Сточные воды производств, характеризующиеся также высокими показателями токсичности, локализованы в водных объектах территории и в этой связи представляют сравнительно меньшую опасность для окружающей среды, что дает основание на сравнительно меньший их вклад в модуль техногенного воздействия.

Для определения количественных коэффициентов вклада выбросов и стоков в показатель экологической нагрузки промышленного производства мы воспользовались данными справочника [2] по площади зон хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог в Республике Беларусь.

В результате уравнений множественной регрессии для крупных городов территории республики: $F_{загр} = f(aP + bQ)$, по минимуму среднеквадратического отклонения получена обобщенная зависимость:

$$F_{загр}^{пр} = 0,0324P_{пр} + 1,89Q_{пр} \text{ (км}^2\text{)},$$

где $P_{пр} = P_{IV} + 1,4P_{III} + 3,3P_{II} + 7P_{I}$ – приведенное значение выбросов промышленных производств на оцениваемой территории (т/год); $Q_{пр} = 0,3(Q_{IV} + 1,3Q_{III} + 3,0Q_{II} + 8Q_{I})$ – приведенное значение стоков промышленных производств (категория недостаточно очищенных вод, млн м³/год).

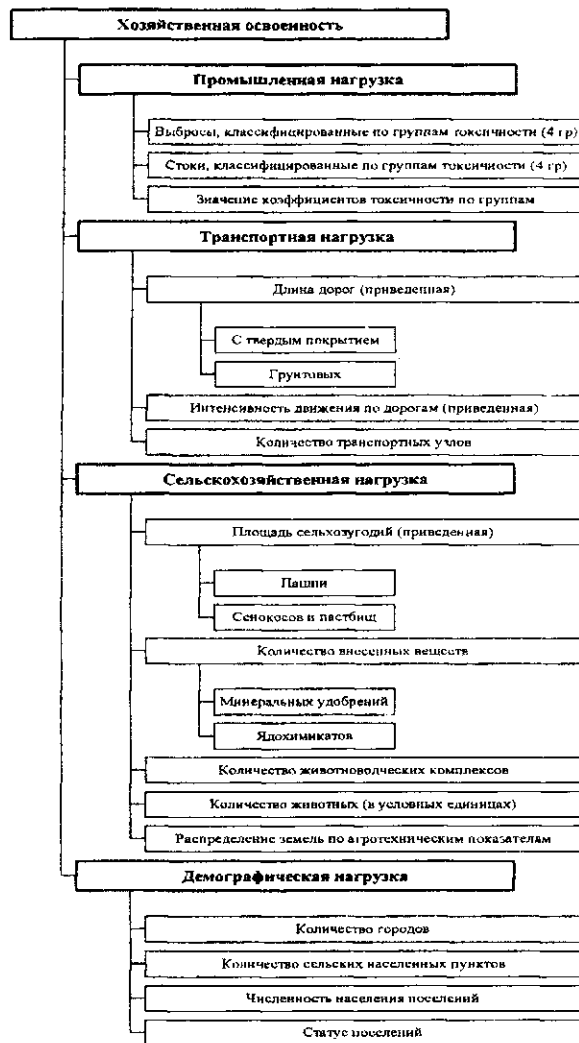


Рис. 1. Структура состава информации для расчета индекса хозяйственной освоенности

Таблица I

Классификация промышленных выбросов и стоков по группам токсичности

Выбросы (P)				Стоки (Q)			
Группы токсичности							
I	II	III	IV	I	II	III	IV
Цветная металлургия, химическая промышленность	Нефтехимическая, микробиологическая промышленность	Черная металлургия, лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность	Теплоэнергетика, машиностроение, легкая и пищевая промышленность	Микробиологическая, химическая, нефтехимическая, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность	Цветная и черная металлургия	Пищевая, топливная промышленность, стройматериалы	Машиностроение, легкая промышленность, стройматериалы
Весовой коэффициент							
7,0	3,33	1,4	1,0	8,0	3,0	1,3	1,0

Сельскохозяйственная нагрузка. Современное сельскохозяйственное производство оказывает многоплановое воздействие на все природные среды. Агрорландшафты в свою очередь достаточно чувствительны и уязвимы к внешним воздействиям природного и техногенного характера. Отрицательный баланс органического вещества приводит к постоянному истощению их природного потенциала.

Воздействие факторов сельскохозяйственной нагрузки носит в основном площадной характер и захватывает большие территории. Оно осуществляется через формы использования земель и комплекс приемов, осуществляемый при выращивании культурных растений и разведении животных. Это обосновывает отнесение к категории загрязненных земель таких угодий, как пашня, испытывающая наибольшую интенсивность нагрузки, а также улучшенные сенокосы и пастбища.

В качестве эквивалента экологической нагрузки нами выделены загрязнения сельскохозяйственных и других угодий избыточным количеством минеральных удобрений, в том числе тяжелыми металлами, химическими средствами защиты растений, а также урон земельным ресурсам от эрозии, воздействие систем животноводства [3, 4]. Обобщенный показатель воздействия сельскохозяйственного производства определен в виде интегрального коэффициента, рассчитываемого на основе суммы балльных оценок по уровням воздействия выделенных факторов нагрузки. Для построения балльных шкал оценок необходимо использовать нормативные значения воздействующих параметров, однако проблема экологического нормирования в сельскохозяйственном производстве в настоящее время не разработана и находится в стадии формирования подходов и концепций. В связи с этим нами использованы приемы, которые можно отнести к нормативам эколого-технологического плана. Шкалы основаны на принципах сравнения значений факторов воздействия на оцениваемой территориальной единице рангом выше (хозяйство → район, район → область). В отмеченном интервале технологические нормативы, как правило, соблюдаются, а экологические – выступают в сравнительном виде. В этом случае формула для расчета оценочного балла (B_i) воздействующих факторов получена в виде:

$$B_i^{c/x} = 5 + \frac{4}{A_{\min} - A_{\max}} (a_i - A_{\min}),$$

где a_i , A_{\min} , A_{\max} – соответственно значение фактора воздействия сельскохозяйственной нагрузки для оцениваемой территории, его минимальное и максимальное значение для территории рангом выше.

Коэффициент уровня сельскохозяйственной нагрузки определим следующим образом:

$$K^{c/x} = \frac{\sum B_i}{4}, \quad i = \overline{1, 4},$$

где B_i – оценочные баллы по дозе минеральных удобрений, ядохимикатов, доли эродированных (эрозионно-опасных) земель и количеству сельскохозяйственных животных на 1 га угодий.

Произвести сравнительную оценку степени воздействия отмеченных показателей нагрузки между собой для назначения весовых коэффициентов не представляется возможным ввиду отсутствия сравнительных данных.

Расчет площади воздействия сельскохозяйственного производства определим так:

$$F_{загр}^{c/x} = (F_{паш} + F_{кв}) K^{c/x},$$

где $F_{паш}$ и $F_{кв}$ – площадь пашни и улучшенных кормовых угодий соответственно.

Транспортная нагрузка. Среди оцениваемых видов загрязнения природной среды транспортная нагрузка в настоящее время в связи с общей тенденцией в мире по интенсификации пространственных перемещений является достаточно значимой. Как свидетельствует статистика, в общем загрязнении атмосферы городов республики на долю транспорта приходится до 80 %, причем основной вклад принадлежит автомобильным перевозкам; доля остальных видов транспорта (железнодорожный, воздушный, водный) незначительна [5].

В качестве обобщенных параметров воздействия транспорта нами приняты интенсивность движения с учетом состава отработанных газов и условия их распространения и осаждения на прилегающей территории. Учет влияния этих факторов осуществлен в два этапа. Количество выбросов, а также дифференциация их токсичности в зависимости от типа двигателей, вида транспортных средств, режима их работы характеризуется обобщенным показателем – интенсивностью движения. В качестве определяющих загрязняющих веществ в выбросах транспорта выбраны самые опасные: соединения азота и бенз(а)пирен.

На основании имеющихся литературных данных [5] и материалов нормативных документов нами получена зависимость ширины полосы загрязнения (B), определенной в качестве эквивалента экологической нагрузки, от интенсивности движения (I):

$$B = 0,126I \cdot 10^{-4} \text{ (км)}.$$

Условия распространения загрязняющих веществ вдоль дорог (второй этап) определяются топографическими и метеорологическими показателями местности.

На основе имеющихся литературных данных [6] нами построена балльная шкала оценки важнейших из этих факторов (табл. 2), а их учет производится путем корректировки расчетной ширины загрязненной полосы конкретных участков дорог по коэффициенту $K_{кор}$:

$$K_{кор} = \frac{75 + 5B_{пр}}{100},$$

где $B_{пр}$ – средневзвешенный балл учитываемой дороги, рассчитанный по отдельным ее участкам, различающимся по топометеорологическим факторам, а корректировка загрязненной территории произведена из условия 25 %-ной значимости этих факторов.

Таблица 2

Балльная оценка топографических и метеорологических параметров местности

Параметр	Балл оценки	
Наличие лесозащитной полосы	1...2	
Преобладающая скорость ветра, м/с:	0...5	2
	5...20	3...4
Характер местности:	холмистый	4
	равнинный	5

Следовательно, загрязненная территория вдоль транспортных сетей рассчитана следующим образом:

$$F_{загр}^{мп} = \sum_{i=1}^n L_i \cdot B_i \text{ (км}^2\text{)},$$

где L_i – отдельные участки или дороги, имеющие различную интенсивность движения; B_i – двойная полоса загрязнения этих дорог, рассчитанная по полученному уравнению регрессии с учетом коэффициента $K_{кор}$.

Демографическая нагрузка. К демографической нагрузке относится непосредственное воздействие на природную среду населения в результате его жизнедеятельности (социальный аспект), а также через хозяйственную деятельность, обеспечивающую индивидуальные интересы (работы на приусадебных и садоводческих участках, рекреационные воздействия и др.) [7]. В крупных городах выделение и учет такой нагрузки нецелесообразны.

Территориальная оценка этого вида воздействия нами рассмотрена применительно к демографической сети сельских населенных пунктов и поселений, приравненных к ним. Для обоснования метода оценки воздействия демографической нагрузки классифицируем оговоренные поселения на три типа:

- малые города (численность до 30 тыс. чел.);
- поселки городского типа;
- сёла.

Именно этим поселениям в различной степени присущ сельский уклад жизни. На основании анализа материалов земельных кадастров районного уровня нами количественно определен коэффициент сельского уклада жизни для рассматриваемых типов поселений:

- малые города – $K_1 = 0,5$;
- поселки городского типа – $K_2 = 0,7$;
- сёла – $K_3 = 1,0$.

Площадь зоны воздействия отдельного поселения ($F_{зоз}$) определим из следующего выражения:

$$F_{зоз} = 1,3F_{сел} + f_n NK_i,$$

где $F_{сел}$ – селитебная площадь поселения; 1,3 – с учетом мест коллективного пользования; f_n – индивидуальный надел земли на 1 жителя; N – численность населения; K_i – коэффициент сельского уклада жизни.

Общая площадь воздействия демографической нагрузки на оцениваемой территории рассчитывается по формуле:

$$F_{загр}^{дем} = \sum F_{воз(i)}, \quad i = \overline{1, n},$$

где n – количество учитываемых поселений.

Нарушенные земли. К этой категории земель отнесены полигоны захоронения бытовых и промышленных отходов ($F_{пол}$), выработанные карьеры ($F_{кар}$), отвалы ($F_{отв}$), выбывшие из эксплуатации торфяники ($F_{торф}$). Дegrадация этих объектов выражена в коренной трансформации земной поверхности, гидрологических и гидрогеологических условий, практическом уничтожении (разрушении) почвенного и растительного покровов. Эти объекты, как правило, утратили способность к самовосстановлению и могут быть возвращены к использованию только при проведении системы мер по рекультивации. На основании анализа имеющихся отчетных материалов по степени воздействия на окружающую среду весовые коэффициенты этих объектов, использованные при расчете зон влияния, составляют:

$$F_{нар} = 3F_{пол} + 1,5F_{кар} + 2F_{отв} + 1,5F_{торф}.$$

Отметим, что радиоактивное загрязнение, отличающееся специфическими особенностями в оценке состояния территорий, подлежит отдельному рассмотрению.

Оценка структурной организации территории. Выделив на территории оцениваемого природно-территориального комплекса (ПТК) зоны природно-экологического потенциала и ареала хозяйственной освоенности и рассматривая пространственную целостность ПТК, необходимо оценить условия взаимодействия и взаимовлияния этих зон в общем процессе эволюционного функционирования всей системы. Характер взаимодействия и степень их взаимного влияния определяются в первую очередь структурой пространственной организации территории, соседством различных ареалов, их протяженностью и сопряженностью [8].

К определяющему параметру в этом плане нами отнесена осредненная площадь территории этих полярных зон, а в качестве оценки обоснован структурный показатель – коэффициент раздробленности зон:

$$K_p = \frac{\sum F_{эл(i)}}{n \cdot F_{общ}}, \quad i = \overline{1, n},$$

где $F_{эл(i)}$ – площадь единичного (элементарного) контура природных комплексов (или ареалов хозяйственной освоенности); n – количество учитываемых контуров; $F_{общ}$ – общая площадь оцениваемой территории.

Этот показатель характеризует относительную среднюю величину выделенных зон в общей территории и в некотором плане, частоту их сменяемости в пространстве. При этом K_p рассчитан отдельно для обоих типов рассматриваемых зон. Чем выше значения K_p для загрязненных зон, тем больше влияние техногенеза на оцениваемой территории и слабее локализовано его негативное воздействие на окружающую среду. В качестве примера на рисунке 2 представлена картосхема Каменецкого района Брестской области Республики Беларусь с выделенными «полярными зонами».

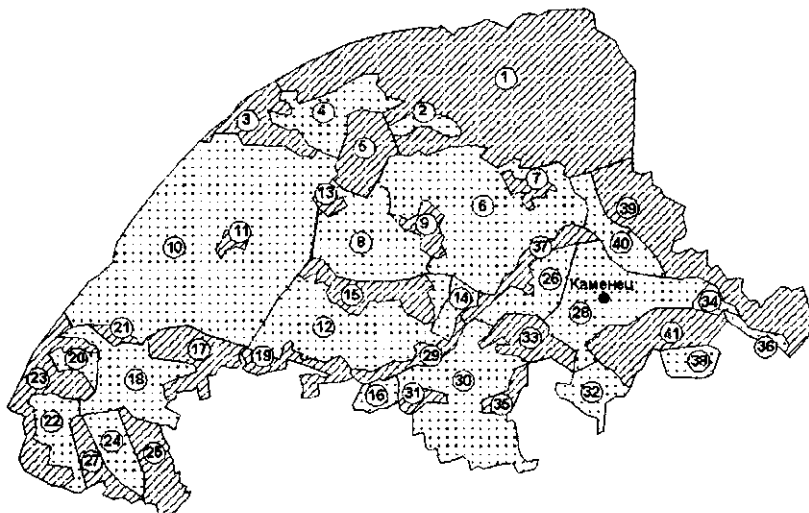


Рис. 2. Картосхема Каменецкого района с выделенными малоизмененными (нечетные номера) и загрязненными (четные номера) зонами

В экологических оценках мы разделяем идею «поляризованного ландшафта» [9], выражающуюся в необходимости «размежевания (разнесения) наиболее контрастных видов природопользования», что позволяет смягчить контрасты между этими зонами и тем самым обеспечить условия для стабилизации естественных эволюционных процессов. В этой связи в дополнение к введенному выше показателю нами обосновано использование параметра композиционной организации территории – меры экологической сопряженности ($m_{\text{эс}}$), характеризующей степень размежевания (разнесения) контрастных зон:

$$m_{\text{эс}} = \frac{\sum L_i}{n}, \quad i = \overline{1, n},$$

где n – количество пар таких зон, выделенных на оцениваемой территории; L_i – расстояние между центрами пар полярных зон (малоизмененной и загрязненной). Этот показатель выражен в мерах длины (км). Очевидно, чем выше значение $m_{\text{эс}}$, тем меньше негативное влияние техногенной нагрузки на природные зоны и тем меньше степень нарушенности и трансформации последних.

Заключение. Подытоживая методологию оценки экологического состояния ПТК, отметим, что в предложенном варианте системы оценки используются два основных комплексных показателя: $I_{\text{ПЭП}}$ и $I_{\text{ХО}}$, и три дополнительных: K_p – для зон малоизмененных ландшафтов и ареалов хозяйственной освоенности; $m_{\text{эс}}$ – мера экологической сопряженности полярных зон. Отметим, что предложенный вариант методики детально опробован на тестовых территориальных объектах и проверен на выборке из 12 административных районов Республики Беларусь. Полученные результаты позволили провести количественный анализ экологического состояния представительных территориальных объектов республики и обосновать заключения о соотношении оценок состояния исследуемой выборке. В практическом плане для использования в работе природоохранных служб предложенные количественные показатели могут быть полезны для сравнительной оценки территориальных объектов различного уровня при решении задач по планированию народно-хозяйственного развития и охраны окружающей среды. Оценка промежуточных показателей – составляющих природно-экологического потенциала и хозяйственной освоенности – при анализе состояния территорий позволяет управляющим органам планирования ориентироваться на степень напряженности состояния по определенным видам хозяйственной деятельности и принятии комплекса природоохранных мероприятий по снижению негативных последствий. Сказанное подтверждено в ряде решений Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды по оздоровлению экологической обстановки в Брестском, Каменецком, Ивановском и Столинском районах, а также объектов предприятия по транспорту нефти Полоцкого района.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донева, А.В. Методика оценки интенсивности техногенных воздействий на окружающую среду и степени экологической опасности отраслей промышленности / А.В. Донева, Л.А. Марковская, Л.А. Семенова // Географическое обоснование экологических экспертиз: сб. ст. / под ред. Т.В. Звонковой. – М.: МГУ, 1985. – С. 104 – 123.
2. Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог в Республике Беларусь: справ. / Гос. гидролог. ин-т. – СПб., 1992. – 39 с. – Депонирован во ВИНТИ 29.11.95, № 3166.
3. Охрана сельскохозяйственных угодий и окружающая среда: сб. ст. / под ред. А.И. Мурашко. – Минск: Урожай, 1984. – 272 с.
4. Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве: сб. ст. / АН СССР. Зоолог. ин-т / под ред. Э.И. Слепяна. – Л., 1981. – 145 с.
5. Транспортная система мира и проблема окружающей среды // Итоги науки и техники. Сер. Организация управления транспортом. – М., 1994. – Т. 13. – 196 с.
6. Пороженко, В.В. Транспорт и охрана окружающей среды / В.В. Пороженко, С.Н. Резерв, Ю.К. Казаров // Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М., 1980. – Т. 7. – С. 114 – 119.
7. Методические установки по созданию эколого-географической карты масштаба 1:2500000: учеб. пособие. – М.: МГУ, 1992. – 111 с.
8. Топчиев, А.Г. Пространственная организация географических комплексов и систем / А.Г. Топчиев. – Киев · Одесса: Выща шк., 1988. – 186 с.
9. Родоман, Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов / Б.Б. Родоман // Ресурсы, среда, расселение: сб. ст. – М.: Наука, 1974. – С. 150 – 162.

Поступила 19.12.2007