

Садыкова Г.Э.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В связи с высокой степенью урбанизированности современных ландшафтов в настоящее время активно требуются и разрабатываются методики устойчивости и надежности природно-хозяйственных территориальных систем. При проектировании и застройке населенных пунктов происходит достаточно интенсивное преобразование естественных ландшафтов и формируется качественно новая среда обитания. Поэтому оценка устойчивости ландшафтных систем при создании урбандиафтов в настоящее время приобретает особую актуальность и находит отражение во многих работах [1-7].

Так, П.Г.Шищенко определен индекс [4] и степень антропогенного преобразования ландшафта [5], согласно которым наибольшей степенью преобразования характеризуются степные, лесостепные зоны, интенсивно используемые в сельском хозяйстве, гражданском и промышленном строительстве. Для горного Крыма региональный коэффициент антропогенного преобразования ($K_{ан}$) равен 4,78 и относится в целом к незначительно преобразованным, а также предложена методика оценки преобразования ландшафтов для регионального проектирования [5]. Для отдельных районов, населенных пунктов, микрорайонов городов градостроительные процессы и их воздействие на природные ландшафты достаточно сложны и неоднозначны. Оценка воздействия и прогноз изменения должны быть интегральными. Потребность в интегральной оценке территорий для районной планировки, генеральных планов города, микрорайона назрела давно [6]. Однако многокритериальный факторный анализ состояния городской среды, особенно на инструментальном и компьютерном уровне еще не разработан.

Интегральная оценка взаимодействия антропогенных и природных факторов, влияющих на формирование экологической ситуации в районах расселения, должна учитывать покомпонентную оценку условий взаимодействия, интенсивность и характер изменения в пространстве прямых и обратных связей в системе "расселение – окружающая среда". Среди большого числа факторов, взаимодействующих в указанной выше системе, были выбраны наиболее существенные, от которых зависит не только характер поведения этой системы, но и возможность эффективного и целенаправленного управления ею для конструктивного природопользования в различных ландшафтах и сохранения их надежности.

Выбор факторов "расселения" осуществлен на анализе 11 микрорайонов частной застройки городов Крыма. В разряде факторов выделены воздействия 11 функциональных зон, большинство из которых (не менее 8) являются идентичными для всех микрорайонов, и характеризуют специфическую антропогенную нагрузку на ОПС (табл.1,2).

Для примера приводится микрорайон частной застройки г. Симферополя – Ак-Мечеть, расположенный в южной части города на северном склоне Внешней гряды Крымских гор в условиях расчлененного рельефа. Территория района >500 га, общая численность населения > 9 тыс. чел., количество усадеб – 1460. Ширина магистральных улиц – 20 м, квартальных – 5-10 м; только на 30% территории имеются водо-, газопроводные и канализационные сети. В ЮЗ части микрорайона находится несанкционированный полигон промышленных и бытовых отходов площадью $\approx 1,5$ км². Расположение жилых зданий от свалки на расстоянии 5-100 м. В пределах полигона проведено геохимическое опробование почв и техногенных отложений. В концентрациях, превышающих ПДК (1-3200 раз), обнаружено > 15 химических элементов первого и второго классов опасности (Hg, As, Cd, Zn, P, Co, Ni, Tl, Sb, Cu, Cr и др.), а также в значительных объемах (3-10 м³) – минеральные удобрения, ядохимикаты и др.

Концентрация ртути в почвах колеблется в очень широких пределах ($16-5600 \cdot 10^{-6}$ масс. дол.%), распределение ее крайне неравномерное, максимальные значения приурочены к местам скопления техногенных промышленных отходов. В почвенном воздухе, определенном на глубине 0,2 и 0,5 м, содержание ртути колеблется в значениях $50-900 \cdot 10^{-7}$ мг/л. Определения ртути проведены атомно-абсорбционным методом с нижним пределом обнаружения $n \cdot 10^{-6}$ м.д.% в почвах и $n \cdot 10^{-9}$ м.д.% в почвенном воздухе (лаборатория УкрГИМР, 1999 г.).

В микрорайоне не соблюдены санитарно-защитные нормативы для высоковольтных ЛЭП; зафиксировано подтопление территорий, техногенное карстообразование, загрязнение грунтовых вод нитратами, нефтепродуктами и др.

Расположение свалки токсичных веществ в непосредственной близости к жилой застройке, в которой отсутствуют водоснабжение, канализация и другая необходимая инженерная инфраструктура жилого района, нарушены санитарно-гигиенические нормативы районной планировки, создают значительный экологический риск для жизнедеятельности населения.

Задача интегральной экологической оценки конкретной территории или района города заключается в наиболее полном и комплексном учете воспроизводственного и ассимиляционного потенциала природной среды с одной стороны и её способности «содействовать» размещению производительных сил и расселению – с другой. Экологическая информация, как правило, распределена по компонентным составляющим окружающей среды – литосфере, гидросфере, атмосфере, часто имеет качественную оценку; аналитические же данные, характеризующиеся разнородностью и несопоставимостью, слабо согласуются между собой. Разработаны несколько методических приемов, рекомендаций, характеризующихся пестротой и про-

тиворечивостью методических выводов [6].

Методика интегральной оценки экологической ситуации в исследуемых микрорайонах разработана автором с учетом возможности сопоставления полученных оценок. За основу взят анализ подсистем "Расселение – почвы, горные породы", "Расселение – поверхностные и подземные воды", "Расселение – атмосферный воздух"[7]; нами определены факторы изменения в каждой из перечисленных сред: для почв, горных пород – 11 (загрязнение, эрозия, подтопление, активизация инженерно-геологических процессов, отчуждение земель и др.), поверхностных и подземных вод – 8 (загрязнение, изменение параметров водоемов и водоносных горизонтов), атмосферного воздуха – 8 (загрязнение, изменение микроклимата, физических полей) факторов.

Интенсивность взаимного влияния факторов оценивалась по четырех балльной шкале: 3 – сильное влияние, 2 – среднее влияние, 1 – слабое влияние, 0 – прямые и обратные связи отсутствуют. Для возможности сравнения числовых значений экологической оценки микрорайонов количество факторов для выбранных территорий было одинаковым, в таком случае отсутствие фактора оценивалось по нулевому баллу.

Балльная оценка изменений в почвах и поверхностных отложениях, водоемах и подземных водах, атмосферном воздухе в зависимости от воздействия антропогенного источника (функциональной зоны расселения) приведена в табл.1 (отрицательные связи).

Баллы определялись по результатам экологического картирования территорий и устанавливались экспертно при обсуждении ситуации со специалистами-экологами. В числителе приведены баллы, характеризующие антропогенное воздействие функциональной зоны, вызывающее негативное изменение в той или иной сфере (прямые связи). В знаменателе показано воздействие факторов негативного изменения среды на условия безопасной жизнедеятельности в микрорайоне (обратные связи). Например, для селитебной территории характерно отсутствие канализации, сток бытовых и ливневых вод поступает в грунтовые воды, что вызвало подтопление, активизацию карста и оползня. Но данная территория до застройки была частично подтоплена, закарстована, оползневые процессы не проявлены, соответственно баллы взаимосвязи 3/2, 2/2, 3/0 (табл.1 – литосфера).

Нулевые баллы для санитарно-защитной зоны и карьеров свидетельствуют об отсутствии этих зон на территории микрорайона, но они приведены, т.к. имеются в других исследуемых районах.

Для оценки положительных связей в системе "Расселение – окружающая среда" использованы те же антропогенные факторы (функциональные зоны), что и для отрицательных, но сопоставление проводится для природоохранных мероприятий, сопровождающих подготовку территории для застройки, в литосфере, гидросфере, атмосфере – рекультивация несанкционированных свалок, отработанных карьеров, укрепление берегов водоемов, проектирование и устройство, соответствующее современному техническому уровню, инженерной инфраструктуры, озеленение, расширение рекреационных зон и др. (таблица 2). Метод определения баллов аналогичен для отрицательных связей.

Для положительных и отрицательных связей в системе "Расселение – окружающая среда" рассчитана сумма прямых и обратных связей, коэффициент локализации связей, зависящий от величины площади функциональной зоны и коэффициент значимости отрицательных связей, определяющий силу воздействия на природную среду (устанавливается экспертно, за единицу (1) принимается максимальное значение).

Рассмотренные факторы, показатели и их связи позволяют определить индекс антропогенной нагрузки для территории застройки.

Используя методологический подход В.Владимирова [7], была выведена формула для расчета индекса антропогенной нагрузки:

$$J = \frac{\sum F_i \cdot N \cdot \sum P_i \cdot \sum K_i}{\sum F_i' \cdot N \cdot \sum P_i' \cdot \sum K_i'}$$

где F_i – отрицательные прямые и обратные связи (в таблице это числитель и знаменатель чисел в ячейках; определяются экспертно: сильное воздействие – 3; среднее – 2; слабое воздействие – 1; воздействие отсутствует – 0); F_i' – положительные прямые и обратные связи определяются по указанному выше; N – количество функциональных зон (главные землепользователи); P_i – коэффициент локализации отрицательных связей, зависит от величины территории, занимаемой данной функциональной зоной; P_i' – то же, положительных связей; K_i – коэффициент значимости отрицательных связей, зависящий от места, развитости и силы воздействия на природную среду (устанавливается экспертно и за единицу (1) принимается наибольшее значение); K_i' – то же, положительных связей.

Данные для расчета приведены в табл. 1 и 2. Аналогичные исследования и расчеты проведены для 7 новых микрорайонов и для районов города, в которых экологический риск минимален. Для последних, как правило, J не превышает 2, и его можно рассматривать как предельный (нормативный).

Тезис о соответствии восстановительных возможностей ОС негативным изменениям под воздействием деятельности человека не требует доказательств. В данном случае индекс антропогенной нагрузки ($J=2$) может стать основой предварительного обоснования необходимости проведения природоохранных мероприятий на той или иной территории для существующих населенных пунктов, и особенно на стадии предпроектных исследований для освоения территорий под жилое строительство с учетом не только локальных, но и региональных мероприятий. Рассчитанные по указанной формуле индексы антропогенной

нагрузки микрорайонов колеблются в пределах 1,18-5,4. Экологический и социальный анализ значимых факторов и разработанные природоохранные мероприятия позволяют снизить J для всех изученных районов до <2 , за исключением районов Дубки, "Нижнее плато" и Пионерское (Рис.1). Они расположены в юго-западной промзоне города и в необычайно сложных инженерно-геологических условиях, для которых строительство защитных сооружений требует сложных технологических решений и неоправданных экономических затрат.

Своевременная экологическая оценка территории, проектируемой под застройку, позволила бы исключить строительство жилых зданий в этих условиях.

Расчет индекса антропогенной нагрузки на предпроектной стадии жилых комплексов можно проводить достаточно быстро и эффективно с помощью компьютерной обработки данных[8]. В связи с введением новой формулы и большой подготовительной работы с базой данных для расчета интегрального индекса антропогенной нагрузки разработана авторская компьютерная программа Рас-Ecol.

Литература

1. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. – М.: Издательство МГУ, 1979. – 160 с.
2. Преображенский В.С., Александрова Т.Д. Основные положения внедрения геоэкологических принципов в проектирование. – В сб.: Охрана ландшафтов и проектирование. – М.: ИГАН СССР, 1982, с. 6-15.
3. Позаченюк Е.А. Введение в геоэкологическую экспертизу. Междисциплинарный подход, функциональные типы, объектные ориентации. – Симферополь: Таврия, 1999.-413 с.
4. Шищенко П.Г., Гриневецкий В.Г. Функциональная оценка ландшафтов Киевского планировочного района. – Физическая география и геоморфология, 1982, вып. 26, с. 21-28.
5. Шищенко П.Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании. Монография. – Киев: Фотосоцицентр, 1999. – 284 с.
6. Панченко И.В., Смоляга В.К. Комплексная оценка территорий при размещении строительства. – К.: Будивельник, 1991.-144с.
7. Владимиров В.В. Расселение и экология.- М.: Стройиздат, 1996.-392с.
8. Su Kopp H. u. a. Zur Belastbarkeit und Selbstreinigungsleistung der Gwesser// Wirtschaft – Wasser-technik. – 1984, № 8. – s.7-10.

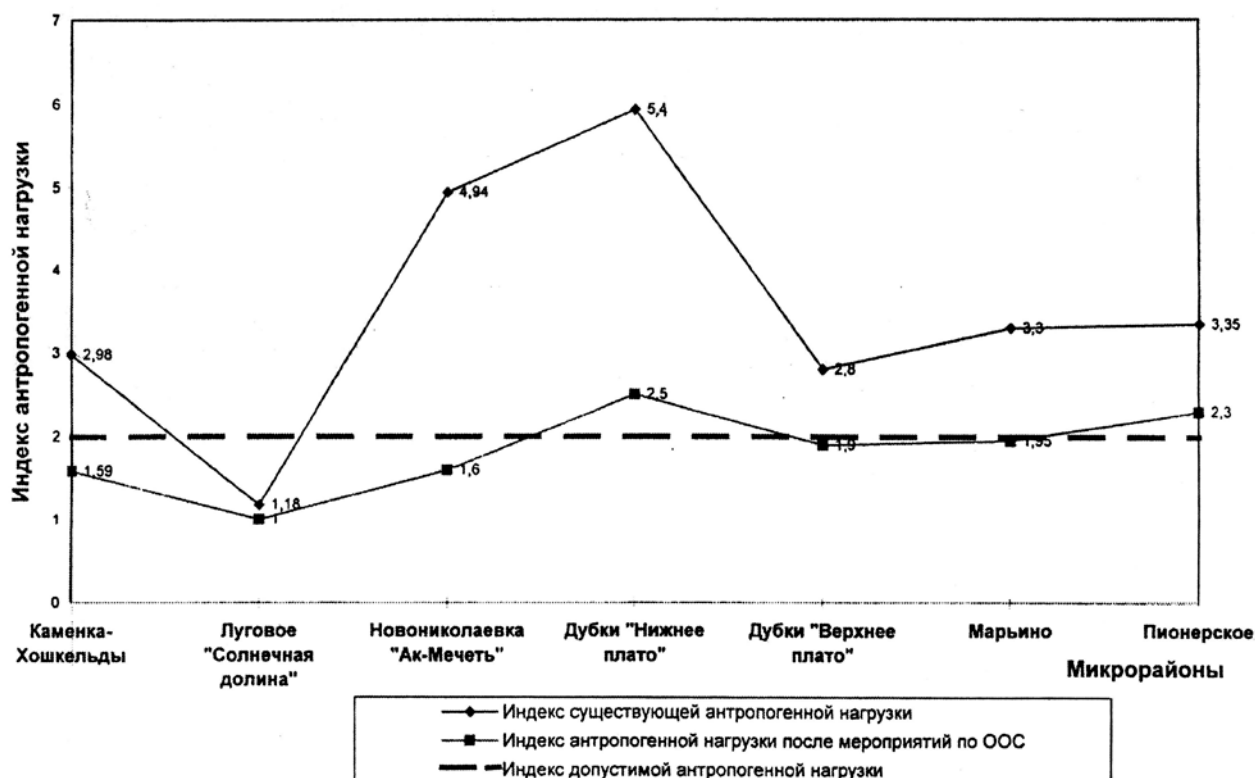


Рис.1. Динамика изменения индекса антропогенной нагрузки в микрорайонах частной застройки г. Симферополя

Таблица 2

**Принципиальная оценка положительных связей в системе "Расселение-окружающая среда"
для микрорайона Ак-Мечеть (Новониколаевка)**

функциональные зоны рас- селения	территория, %	Положительные прямые и обратные связи (F _i) и факторы восстановления																				усовер электроснаб микрорайона	сумма прямых и обратных положи- тельных связей	коэффициент локализации связей P _i	коэффициент значимости K _i	коэффициент значимости K _i после природоохранных мероприятий
		Почвы, горные породы									Поверхн. и подзем. воды					Атмосферный воздух										
		рекультивация карьеров	рекультивация бытов свалок	рекультивация пром свалок	противоэрозийн мероприятия	создание зелен защит зоны	совершенств трансп системы	соверш инженер инфраструк	организ меропр (мусоросбор)	рекреац меропр (созд парков)	ливневая канализация	коммун-бытовая канализация	инженер инфрастр вокруг АЭС	укр берегов ррСалгир и М.Салгир	центральное водоснабжение	совершенств трансп системы	газификация микрорайона	рацион планир территор микр	озеленение трансп магистралей	СЗЗ вокруг АЭС						
Селитебная территория	60	0/0	2/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3/3	3/3	1/3	1/3	0/0	0/0	1/3	1/3	1/3	2/3	1/3	0/0	1/2	69	6.0	0.1	0.1	
Промышлен зона	0.8	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/2	0/0	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	0/2	0/2	0/2	0/1	0/0	0/0	0/1	14	0.08	0.01	0.01	
Санитарно-защитная зона	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0	0	0	
Рекреационная зона	8.5	0/0	0/0	0/0	0/0	1/2	0/0	0/0	0/1	1/2	0/1	0/1	0/0	0/0	0/1	0/1	2/3	1/2	0/0	0/0	19	0.85	0.5	0.7		
Лесная зона	2.5	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	0/2	0/2	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1	0/1	1/3	0/0	0/0	0/0	12	0.25	0.3	0.3		
Транспортн магистрали	27.39	0/0	0/0	0/0	0/0	1/3	0/3	0/0	0/0	0/0	1/3	0/0	0/0	0/0	0/3	0/0	1/1	1/3	0/0	0/0	20	2.739	0.01	0.01		
Инженерная инфраструк- тур	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/3	0/1	0/0	2/3	2/3	0/0	0/0	1/3	0/0	1/3	2/2	0/0	0/0	27	0	0.2	0.6		
Карьеры	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0	0	0	
Неорганиз свалки пром от- ходов	0.2	0/0	0/0	0/3	0/1	0/0	0/0	0/0	0/2	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	7	0.02	0.01	0.01	
Неорганиз свалки бытов отходов	0.6	0/0	0/3	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/3	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	8	0.06	0.01	0.01	
ЛЭП	0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3/1	4	0.001	0.01	0.01	
сумма																						180	10	1.15	1.75	

Таблица 1

**Принципиальная оценка отрицательных связей в системе "Расселение-окружающая среда"
для микрорайона Ак-Мечеть (Новониколаека)**

функциональные зоны расселения	Отрицательные прямые и обратные связи (Fi) и факторы изменения																											сумма прямых и обратных отрица- тельных связей	коэффициент локализации связей Pi	коэффициент значимости Ki	коэффициент значимости Ki после природоохранных мероприятий	
	Почвы, горные породы											Повер. и подз. воды							Атмосф. воздух													
	территория, %																															
	загрязнение ядохимикатами	загрязнен бытов отходами	загрязнен пром отходами	загрязнен тяжел металлами	эрозия и дефляция почв	подтопление территорий	карстообразование	активизация оползней	наруш зем горными выработками	наруш прир ланд(изм русла рек)	отчужд зем в результате ЭМП	загряз водотоков пром стоками	загряз водотоков хоз-быт стоками	загряз водотоков дождей стоками	загряз водотоков нефтепродуктами	безвозвратное потреб чистой воды	загряз подзем вод нефтепродуктами	загрязнение подземных вод	изм (простр и гипсометр)русла рек	изменение микроклимата	загрязнение атмосферы пылью	загрязнение атмосферы аэрозолями	загряз атм CO ₂ ,Nox,SO ₂ ,CnHm	загрязнен парами бензина (АЗС)	изъятие кислорода пром и трансп	ЭМП от ЛЭП	шумовое загрязнение от трансп					
Селитебная терри- тория	60	2/2	3/3	1/1	3/2	2/2	3/2	2/2	3/0	0/0	3/0	2/3	0/1	2/2	2/2	1/2	3/2	2/2	2/3	0/0	2/3	2/3	1/1	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	94	6.0	0.2	0.2
Промышлен зона	0.8	1/0	1/0	3/3	3/2	0/1	1/0	1/0	0/0	0/0	1/0	1/2	1/0	0/0	0/1	1/1	1/1	2/1	2/1	0/0	2/2	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	1/0	1/1	51	0.08	0.3	0.3
Санитарно- защитная зона	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0	0	0
Рекреационная зо- на	0.8	0/0	1/1	0/1	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/2	0/2	0/2	0/1	0/1	0/1	0/0	0/1	0/2	0/0	0/1	0/1	1/1	0/0	0/0	21	0.85	0.01	0.01
Лесная зона	2.5	0/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/3	0/2	0/1	0/1	0/1	0/0	0/1	0/2	0/0	0/2	0/1	0/1	0/0	0/0	20	0.25	0.01	0.01
Транспортн маги- страли	27.39	1/1	1/0	1/0	3/3	1/1	0/0	1/1	0/0	0/0	1/2	0/0	0/0	0/1	0/1	2/1	0/0	2/0	2/0	0/0	2/0	2/1	0/0	3/1	3/0	2/0	0/0	3/0	43	2.739	0.3	0.3
Инженерная ин- фраструктур	0	0/0	1/0	0/0	1/0	2/1	2/2	2/1	0/0	0/0	1/1	0/0	0/0	0/1	0/1	0/0	2/1	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	20	0	0.01	0.01
Карьеры	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0	0	0
Неорганиз свалки пром отходов	0.2	2/2	1/2	3/3	3/3	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	2/3	0/0	1/0	0/0	3/1	0/0	0/0	0/0	3/0	0/0	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	37	0.02	1	0.3
Неорганиз свалки бытов отходов	0.6	2/1	3/3	2/0	3/3	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	2/3	0/0	0/0	1/0	3/1	0/0	0/0	0/0	3/0	0/0	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	35	0.06	0.8	0.2
ЛЭП	0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/3							0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3/0	0/0	6	0.001	0.5	0.5	
сумма																												327	10	3.13	1.83	