

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШУМОВОГО РЕЖИМА СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Абракитов В.Э., Абракитова Н.В.,

Харьковская национальная академия городского хозяйства,

Селиванов С.Е.,

Херсонская государственная морская академия

Проблема борьбы с шумом в настоящее время приобретает особую актуальность. Одно из направлений её решения – изучение шумового режима городских территорий. Это осуществляется за счёт построения карт шума.

Нашим личным вкладом явилось создание карты шума ряда украинских городов.

Ключевые слова: шум, шумовой режим, городские территории, карты шума.

Вступление. При исследовании шумового режима различных объектов городского хозяйства, где человек подвергается воздействию шума, при исследовании путей оптимизации акустических условий на городских территориях, при разработке шумозащитных мероприятий, определении их эффективности и др. крайне важно иметь информацию о количественных и качественных характеристиках акустических процессов, которые происходят при этом.

Актуальность исследований. В общем случае, с учётом поправок на время проведения измерений, местоположение объекта и др., уровень звука на территории города не должен превышать значения 45-65 дБА (варьируется для разных условий), а уровни звукового давления в октавных полосах частот – не должен выходить за пределы соответствующих нормативных спектров.

Таблица 1 – Нормативные значения уровней звука и звукового давления

Помещения и территории	Уровни звукового давления L (эквивалентные уровни звукового давления $L_{э\text{кв}}$) в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука L_A и эквивалентные уровни звука $L_{A\text{экв}}$ в дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативные значения	82	72	64	59	55	52	50	48	60

Для рассмотренных далее примеров построения карт шума (рис. 9-13) использованы значения п. 5 таблицы 1 СНиП II-12-77 [1] с поправками на местоположение объекта (табл. 2 [1]) и с поправкой «на время суток» (табл. 2 [1]). Получаем значения, указанные в табл. 1.

Величина шумового загрязнения, распределённого по территории города, значительно колеблется от точки к точке. Одна из главных задач, которые возникают перед градостроителями в проектной практике, заключается в том, чтобы предусмотреть зоны влияния будущих источников

шума, предвидеть шумовой режим жилой застройки и реализовать конкретные решения в этой области.

Постановка задачи. Карта шума – графическое изображение картины распределения шума на территории. Точки с одинаковыми значениями уровня звука (или уровней звукового давления в определённых полосах частот) соединяют между собой изолиниями. Области пространства с одинаковыми уровнями шумового загрязнения, как правило, заливают одинаковым цветом. Карта шума даёт наглядное представление о шумовом режиме исследуемой территории.

Полученные данные, которые характеризуют основные источники города, позволяют составить карту источников городского шума. На карту наносят в условных обозначениях основные источники и указывают их эквивалентные уровни шума в дБА.

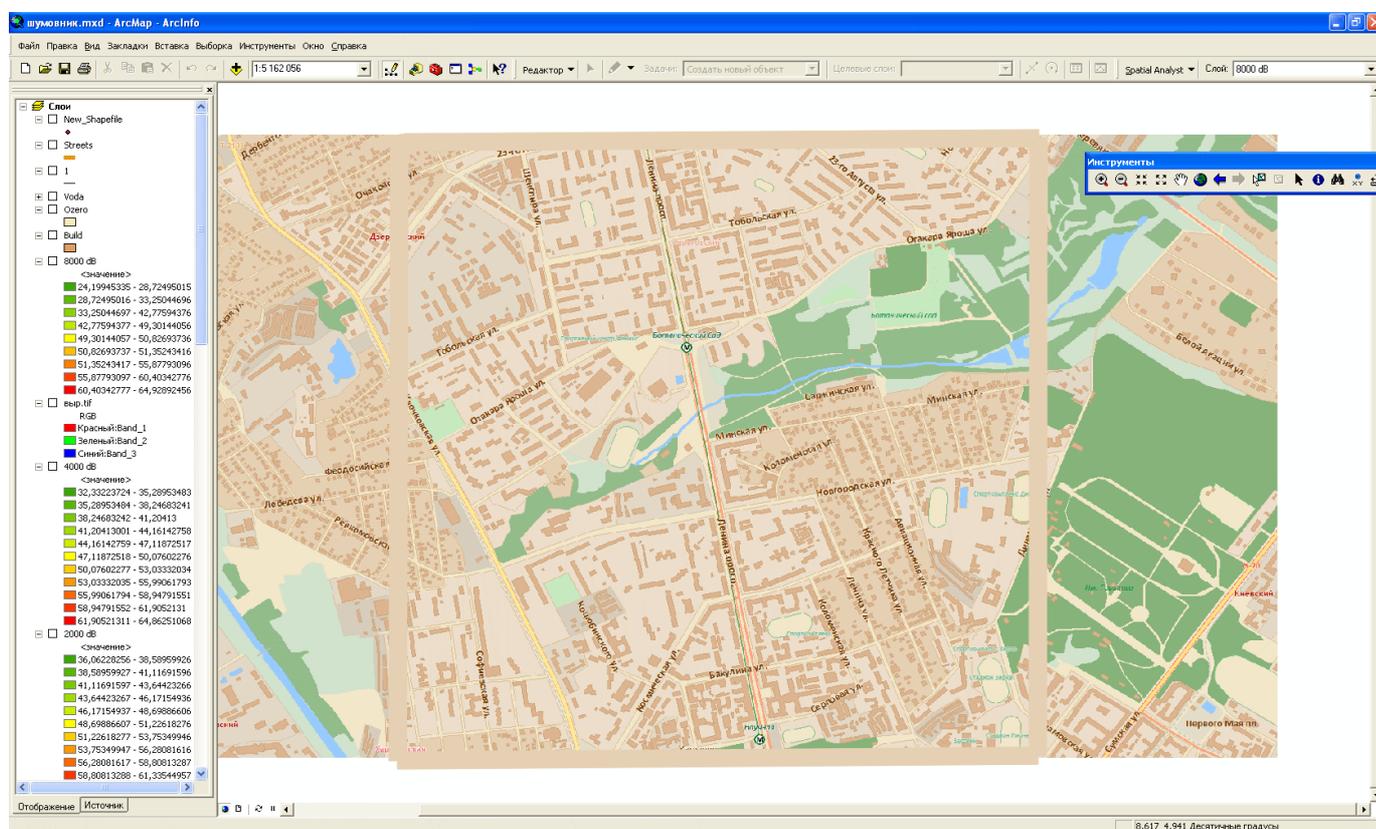


Рисунок 1 – Территория центральной части г. Харькова, подлежащая картографированию шума, в ArcMap. Рамкой выделена зона (квадрат) непосредственного исследования

Существует, по крайней мере, два принципиально разных подхода к программному обеспечению, используемому для создания карт шума. Согласно первому из них, используют универсальные многофункциональные геоинформационные программные комплексы, потенциально способные великое множество разнообразных задач. Частным случаем одной из таких задач является построение именно карт шума. В программный комплекс исследователь вводит желаемую математическую модель процессов распространения шума, соответствующим образом настраивает, вводит

данные и т.п., – после чего программа строит карту шума (по аналогии со всеми прочими другими задачами, которые она обучена решать).

Согласно второму подходу, для создания карт шума используют узкоспециализированное программное обеспечение, специально созданное для данной цели. Примером такого программного обеспечения являются зарубежные программные комплексы Map Noise, Sound Plan, Mitha, Cadna и др., а также российский ExNOISE [2].

Результаты исследований. Нашим личным вкладом в решение проблемы борьбы с шумом явились исследования шума в г. Харькове и др. городах [3, 4]. Исследование проводилось с использованием аппаратных и программных средств, подробно описанных в монографиях [5, 6] и защищённых патентом Украины [7]. Фрагмент исследуемой территории (картографическая подоснова) представлен на рис. 1.

Рис. 2 представляет собой то же самое, что и рис. 1, только избавленное от ненужной картографической информации (векторизация).

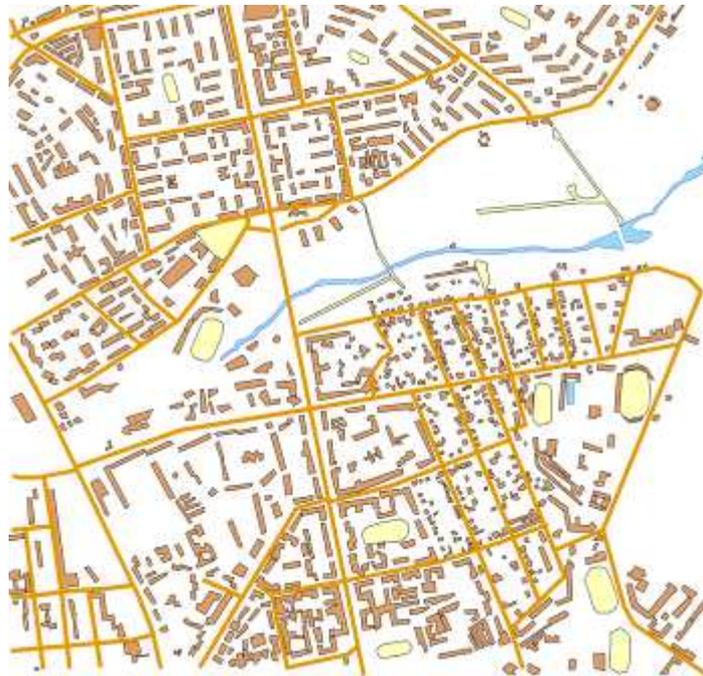


Рисунок 2 – То же, после векторизации. Ненужные элементы удалены

Изыскания по построению карт шума, в соответствии с общепринятой практикой геоинформационных исследований делились на два последовательных этапа – полевой (натурные измерения акустических параметров) и камеральный (обработка полученных результатов, построение карт шума)

На первом этапе использовались переносные приборы – шумомер и карманный персональный компьютер (КПК), а также программное обеспечение ArcPad 10. Исследователь выдвигался в контрольную точку на местности, включал GPS-приёмник КПК и по сигналам со спутника осуществлял GPS-навигацию. Точные данные о местонахождении внутри КПК *автоматически* передавались в программу ArcPad для PocketPC.

Данные вносились в специально созданный шейп-файл (рис. 3-а). Фиксация самих контрольных точек и их привязка к местности требуют минимального участия человека.

Шейп-файл несёт информацию о пространственном расположении контрольной точки на территории (т.е. схему расположения точек измерения на местности с привязкой к геодезической системе координат, получаемую от GPS-навигатора), а также (создаваемые по усмотрению экспериментатора) поля для записи сопутствующей информации. Всё это представляется в виде «таблицы атрибутов» (термин ArcGIS). (Рис. 3-б).

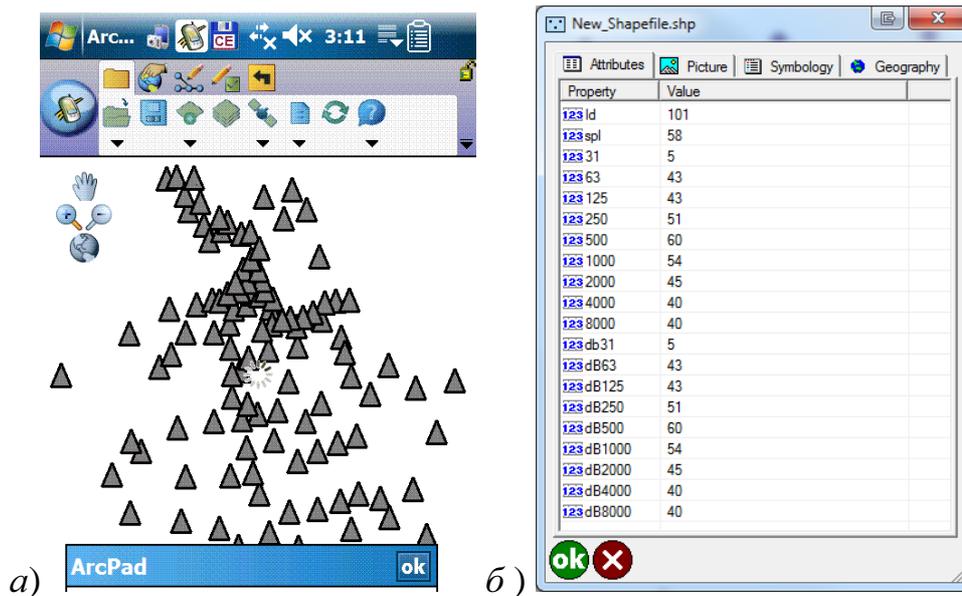


Рис. 3 – а – скриншот с экрана КПК. В ArcPad внесены контрольные точки (треугольники) с данными измерений:

б – таблица атрибутов (с данными о спектре шума в одной из точек: точка условно зарегистрирована за № 101)

После этого остаётся лишь занести данные акустических измерений (показания шумомера) в данной контрольной точке в одну строку таблицы шейп-файла, распределив их по соответствующим графам.

Проделав необходимые измерения, переходим к камеральному этапу исследований и переносим данные в настольный компьютер.

При этом от программы ArcPad 10 (предназначенной только для сбора первичных сведений – см. рис. 3 – переходим к программе ArcMap (использована версия 9.3.1), совместимой с ArcPad по формату поддерживаемых файлов и предназначенной для детальной обработки данных в камеральных условиях.

Обработка геофизической информации (создание карты исследуемого района в векторном виде – рис. 2) уже описана нами выше. Теперь на ней (рис. 2) в виде отдельного слоя наложены данные о расположении точек измерения и измеренных уровнях звукового давления в них (рис. 4).



Рисунок 4 – Полный набор исходных данных для построения карты шума

Уделим больше внимания таблице атрибутов, внешний вид которой представлен на рис. 5. На рис. 3.б представлены атрибуты (измеренные спектры шума) только для одной точки. На рис. 5 все атрибуты (все измеренные спектры шума для всех точек) объединены в одну общую единую таблицу.

FID	Shape	Id	spl	db31	dB63	dB125	dB250	dB500	dB1000	dB2000	dB4000	dB8000
1	Точка	399	66	28	43	51	57	58	58	53	52	54
2	Точка	399	55	19	27	30	31	42	41	38	45	43
3	Точка	399	58	18	24	32	37	50	47	43	45	46
4	Точка	399	56	10	22	39	41	45	46	42	41	40
5	Точка	399	55	7	19	27	36	43	44	40	44	46
6	Точка	399	60	8	18	31	42	58	61	41	41	44
7	Точка	399	60	12	24	31	37	42	47	51	59	58
8	Точка	399	63	28	40	41	42	50	47	43	47	49
9	Точка	399	58	16	21	32	42	43	45	44	45	41
10	Точка	399	69	21	34	35	42	45	46	41	45	44
11	Точка	400	61	12	14	27	31	50	54	50	43	41
12	Точка	400	67	3	21	24	37	45	47	42	41	42
13	Точка	400	58	17	21	32	42	44	47	46	45	43
14	Точка	400	58	21	28	34	45	49	52	46	47	46
15	Точка	400	61	7	21	31	34	39	42	37	36	35
16	Точка	400	72	20	35	40	45	43	38	42	51	50
17	Точка	400	63	29	43	45	48	43	42	40	46	45
18	Точка	400	51	32	40	43	50	45	45	40	45	45
19	Точка	400	67	20	43	60	65	62	50	40	40	38
20	Точка	400	60	20	30	39	43	39	41	43	52	56
21	Точка	401	59	25	30	35	40	43	44	50	59	57
22	Точка	401	63	19	34	36	37	41	43	42	49	53
23	Точка	401	61	23	29	42	43	46	47	48	58	62
24	Точка	401	60	8	23	31	36	37	38	37	45	47
25	Точка	401	66	10	24	31	39	45	44	45	57	54
26	Точка	401	59	23	34	40	43	45	44	43	50	52
27	Точка	401	59	21	36	40	53	43	43	42	50	53
28	Точка	401	63	24	37	41	42	45	45	44	57	54
29	Точка	401	53	28	38	39	39	40	43	41	42	42
30	Точка	401	59	19	30	35	37	49	51	49	58	59
31	Точка	401	71	20	21	31	41	43	50	56	63	65
32	Точка	402	70	18	40	45	43	46	53	45	43	41
33	Точка	402	54	9	24	38	42	42	45	45	47	50
34	Точка	402	58	25	36	45	46	47	46	45	48	50
35	Точка	402	60	34	37	38	45	53	52	45	57	58
36	Точка	402	69	37	53	61	60	60	57	56	52	49
37	Точка	402	66	25	32	39	50	58	60	57	55	50
38	Точка	402	62	25	37	39	51	57	59	51	49	47
39	Точка	402	64	30	32	43	50	56	54	52	54	50
40	Точка	402	66	20	39	45	55	55	58	54	54	50
41	Точка	402	67	35	51	63	61	60	61	57	55	54
42	Точка	403	68	39	50	62	64	58	60	58	57	56
43	Точка	403	56	27	38	43	53	53	54	53	50	44
44	Точка	403	67	25	31	47	58	59	60	58	48	46
45	Точка	403	68	31	42	49	54	63	69	59	55	54
46	Точка	403	66	23	39	45	56	54	55	46	42	45
47	Точка	403	65	21	40	45	47	65	67	51	53	51
48	Точка	403	60	26	39	49	52	53	60	55	50	45
49	Точка	403	57	27	42	43	44	50	52	50	45	42
50	Точка	403	59	21	25	30	48	47	49	48	47	46
51	Точка	403	62	37	49	52	54	56	59	59	57	58
52	Точка	404	64	39	50	57	56	57	59	58	56	57
53	Точка	404	60	27	36	42	48	57	56	55	54	51
54	Точка	404	60	24	43	57	58	49	50	49	47	57
55	Точка	404	71	28	42	45	51	63	66	64	65	61
56	Точка	404	61	9	18	31	38	43	42	45	44	42
57	Точка	404	63	1	13	16	30	42	43	41	42	41
58	Точка	404	84	19	33	40	43	44	44	46	47	48
59	Точка	404	54	19	29	30	38	40	39	36	38	39
60	Точка	404	63	15	38	43	47	54	58	54	59	61
61	Точка	404	73	15	18	37	38	41	43	47	47	46
62	Точка	405	67	22	37	38	37	43	46	45	51	58
63	Точка	405	59	27	38	40	38	40	40	45	50	48
64	Точка	405	65	18	37	50	48	50	52	50	51	50
65	Точка	405	61	24	40	44	51	53	59	55	56	54
66	Точка	404	63	15	38	43	47	54	58	54	59	61
67	Точка	405	61	30	38	43	46	54	48	44	56	57

Рисунок 5 – Все измеренные спектры шума – общая таблица атрибутов

Каждой точке измерения соответствует одна строка в такой таблице атрибутов.

Поля FID, и ID отвечают за нумерацию точек. Поле Shape* определяет тип объекта (т.е. означает, что это именно точка измерений). Остальные созданы самостоятельно автором для своих акустических целей.

Количество возможных создаваемых полей (т.е. вертикальных колонок), вероятно, всё же конечно, однако оно, вероятно, огромно и явно превышает все мыслимые потребности. Экспериментатор сам создаёт нужные ему поля. Для наших, акустических целей, очевидно, потребовалось создать по меньшей мере 10 полей (рис. 5). Поле SPL (ещё раз оговариваем – названия полей устанавливает сам экспериментатор) в нашей таблице

атрибутов предназначено для занесения значений уровней звука, дБА; поля dV31.5, dV63, dV125, dV250, dV500, dV1000, dV2000, dV4000, dV8000 – уровней звукового давления, дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами соответственно 31,5; 63; 125; 250 и 500 Гц; 1; 2; 4 и 8 кГц.

Таким образом, процесс натуральных измерений шума очень лёгок во всех отношениях – характеризуется крайне низкой трудоёмкостью и очень высокой степенью автоматизации, требует наличия приборов крайне малой массы и размеров (вес современных шумомеров и КПК измеряется в граммах), и выдвигает невысокие требования к производителю измерений: (лаборант может иметь неполное среднее образование и должен лишь быть обучен обращению с КПК и шумомером).

Всем понятно, что шум в ночное время в одной и той точке крайне сильно отличается от шума в дневное время. Если есть в том необходимость, можно создать любое количество полей. Одни относятся к дневным измерениям, а другие – к ночным. На рис. 5 с целью удободоступности объяснения авторы принудительно скрыли отображение ряда полей. Они есть в таблице атрибутов, но искусственно сделаны невидимыми. На рис. 5 визуализированы только те поля, по данным которых построены карты шума на последующих рисунках 9-13.



Рисунок 5 – Карта шума исследуемого района (построено по показателю: уровень звука, дБА)

На рис. 6 приведена карта шума исследуемого района, характеризующая распределение уровней звука (в дневное время), выраженных в дБА. На последующих иллюстрациях представлено ещё 9 карт шума, каждая из которых построена для распределения шума в каждой из

стандартизованих октавних полос частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 1000; 2000; 4000; и 8000 Гц. Для уменьшения количества рисунков на всех иллюстрациях представлен только шум в дневное время. Имеются данные акустических измерений на той же территории, но в ночное время, по которым было построено ещё 10 карт шума. Они, естественно отличаются значениями количества децибел (в меньшую сторону, т.к. ночью – тише), но принцип построения – тот же, и очертания ночных зашумлённых зон в общем виде на них повторяют дневные.

Сопоставление ночного и дневного шума для одной и той же территории (но только в соседнем районе городской застройки) приведено в работе [8].



Рисунок 7 – Карты шума того же района (построено по показателю: уровень звукового давления, дБ в октавной полосе частот со среднегеометрической частотой 63 Гц и 125 Гц соответственно)



Рисунок 8 – Карты шума того же района (построено по показателю: уровень звукового давления, дБ в октавной полосе частот со среднегеометрической частотой 250 и 500 Гц соответственно)

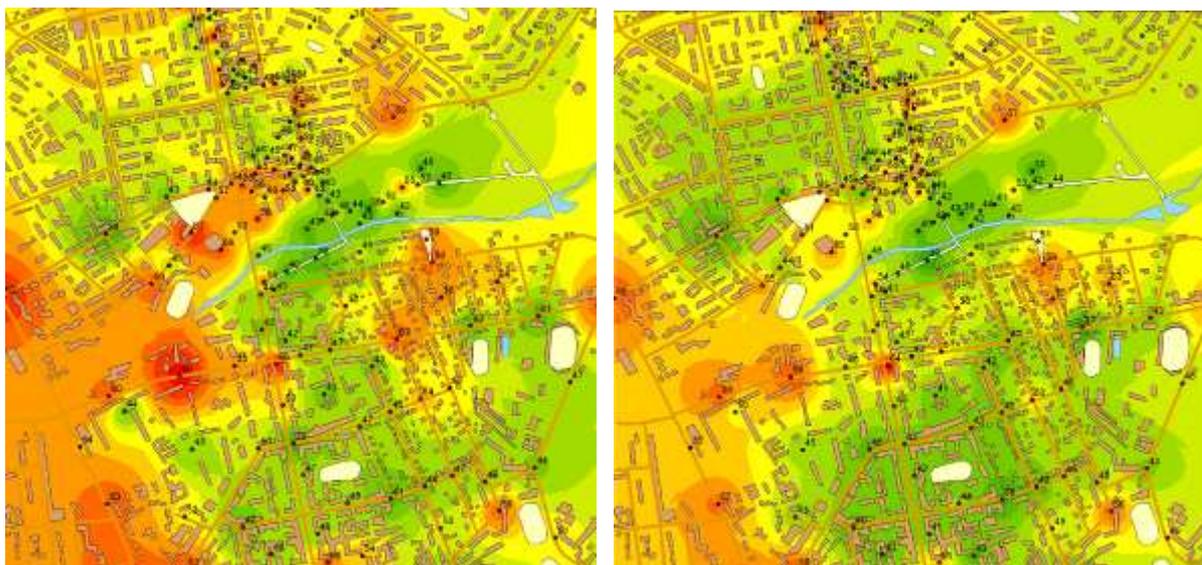


Рисунок 9 – Карти шума того ж району (побудовано по показателю: рівень звукового тиску, дБ в октавній смузі частот з середньгеометричною частотою 1000 і 2000 Гц відповідно)

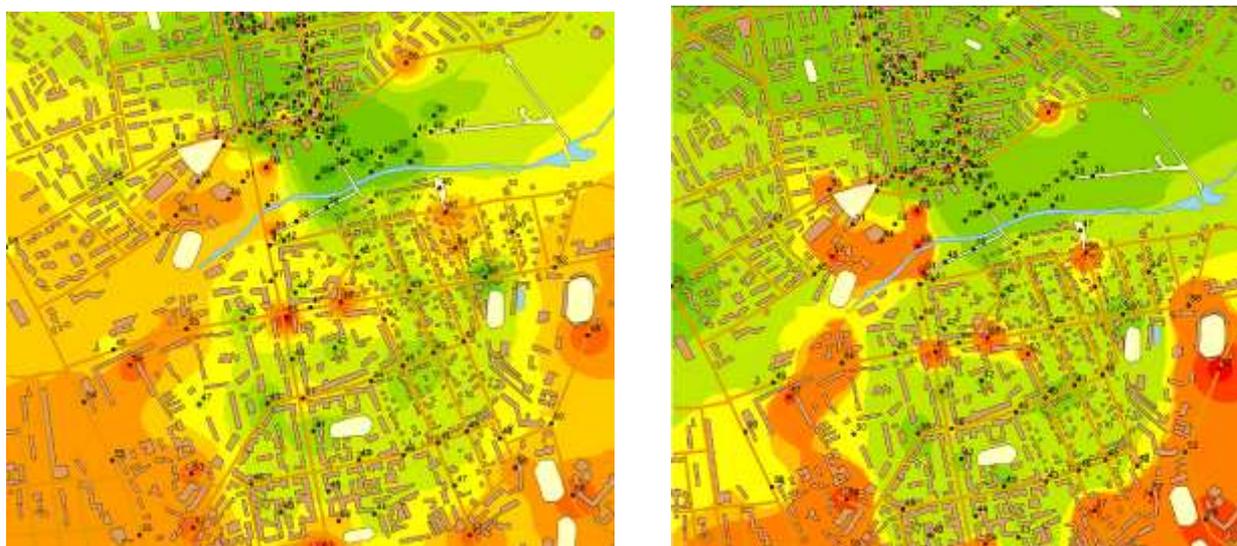


Рисунок 10 – Карти шума того ж району (побудовано по показателю: рівень звукового тиску, дБ в октавній смузі частот з середньгеометричною частотою 4000 і 8000 Гц відповідно)

Створення карт шуму дозволяє здійснювати моніторинг акустичного забруднення навколишнього середовища, вивчити закономірності поширення шуму в міській забудові, коректувати проектні рішення (рис. 11) і т.п.

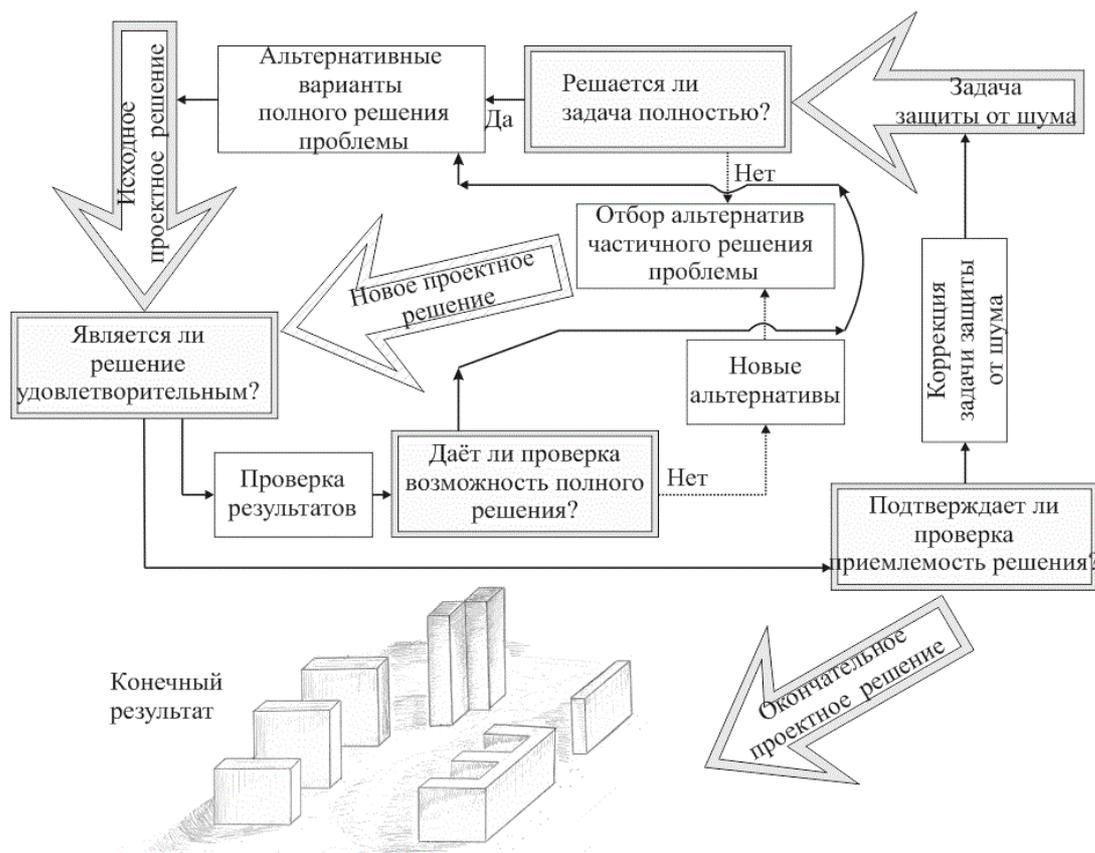


Рисунок 11 – Методическая блок-схема последовательности этапов решения и разработки шумозащиты от целевой задачи к проектному решению

Выводы: в работе рассмотрена методология создания карт шума населенных мест с использованием прикладного программного обеспечения ArcGis. В качестве территории, подлежащей исследованию, был избран густонаселенный район в центральной части г. Харькова. На базе непосредственных натуральных измерений созданы карты шума: общая, построена по показателю: уровень звука, дБА; и карты спектрального анализа шума, построены по показателю уровень звукового давления, дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-12-77. Нормы проектирования. Защита от шума. – М. : Госстрой СССР, 1977.
2. Марков С. Б. Опыт построения карт шума в условиях сложной городской застройки с помощью программного комплекса EXNOISE // Автотранспорт: от экологической политики до повседневной практики [Труды IV Международной научно-практической конференции (20-21 марта 2008 г., Санкт-Петербург)] – СПб. : Изд-во МАНЭБ, 2008. – С. 42-48.
3. Абракитов В. Э. Натурные исследования шумового режима на территории г. Киева / В. Э. Абракитов, О. Ю. Никитченко // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 62. – С. 267-273.

4. Абракітов В. Е. Картографування шумового режиму центральної частини м. Донецьк / В. Е. Абракітов, О. Ю. Нікітченко // Строительство, материаловедение, машиностроение : научн.-техн. сб. – Дн-ск : ПГАСА, 2011. – Вып. 62. — С. 10-14.

5. Абракітов В. Е. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова : монографія / В. Е. Абракітов. – Харків : ХНАМГ, 2010. – 66 с.

6. Абракітов В. Е. Моделювання в акустиці : монографія / В. Е. Абракітов. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 227 с.

7. Пат. 51229 Україна, МПК04В 1/82. Спосіб ослаблення інтенсивності звукових хвиль / Абракітов В. Е. – Опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.

8. Абракітов В. Э. Экспериментальные исследования шумового режима в Салтовском жилом массиве г. Харькова / В. Э. Абракітов // Комунальне господарство міст : НТЗ. – Харків: ХНАМГ, 2011. – Вип. № 99. – С. 71-75.

Абракітов В.Е., Абракітова Н.В., Селіванов С.Є. КАРТОГРАФУВАННЯ ШУМОВОГО РЕЖИМУ У МІСТІ ХАРКОВІ І ІНШИХ СУЧАСНИХ МІСТАХ

Проблема боротьби з шумом нині придбаває особливу актуальність. Один з напрямів її рішення – вивчення шумового режиму міських територій. Це здійснюється за рахунок побудови карт шуму. Нашим особистим вкладом стало створення карти шуму декількох українських міст.

Ключові слова: шум, шумовий режим, міські території, карти шуму.

Abrakitov V.E, Abrakitova N.V., Selivanov S.E. MAPPING OF THE NOISE MODE IN THE CITY OF KHARKOV AND OTHER MODERN CITIES

The problem of the improvement existing facilities of the fight with noise actual. One of the directions of its decision - a study of the noise mode in town. This is realized for count of the building of the cards of the noise. Personal contribution was a making the card of the noise of the Ukrainian city.

Keywords: noise, a noise mode, city territories, noise cards.