

УДК 697.921.23

## ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ТЕРРИТОРИЮ В СПЕКТРЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ШУМА

Плотников А.С., Жилина Т.С.

*ФГБОУ ВПО Тюменский индустриальный университет, Тюмень, e-mail: ts-z@yandex.ru*

В статье представлены материалы, затрагивающие процессы развития территории с точки зрения инженерной инфраструктуры и учетом планирования концепции схем теплоснабжения в спектре процессов распространения шума на примере микрорайона «Губернаторский» в городе Тюмени. Авторами определены источники шумового воздействия и выполнен акустический расчет показателей шума котельной. Основные источниками шума являются котельные установки, горелочные устройства и установленная насосная техника. Авторами посчитана общая тепловая нагрузка рассматриваемых объектов. Представленные результаты расчетов - основа математического моделирования процессов шумообразования, с учетом природных факторов, для достижения оптимального положения зданий, строений и сооружений друг относительно друга. Авторами статьи сделан вывод о важности суммы факторов, таких как: пожарная безопасность, инсоляция и наложение спектров звука от автономных источников теплоснабжения.

**Ключевые слова:** шум, звуковое давление, автономные источники теплоснабжения, оборудование котельной

## EFFECTS OF HEAT SOURCES IN SURROUNDING AREA IN THE SPECTRUM OF THE NOISE DISTRIBUTION PROCESSES

Plotnikov A.S., Zhilina T.S.

*Federal State budget institution of higher education "Tyumen industrial University", Tyumen, e-mail: ts-z@yandex.ru*

This article presents material affecting the development of the territory in terms of engineering infrastructure and taking into account planning for district heating schemes concept in the spectrum of the noise distribution processes on the example of «Governor» in the city of Tyumen. The authors identified sources of noise exposure and acoustic noise calculation of boiler. The main sources of noise are boilers, burners and installed pumping equipment. The authors calculated the total heat load of the considered objects. Presented the results of the calculations is the basis of mathematical modelling noise processes, taking into account environmental factors, in order to achieve the optimum situation of buildings, structures and installations in relation to each other. The authors of the article concluded that the importance of the amount of factors such as: fire safety, insolation and aliasing sound from heat sources.

**Keywords:** noise, sound pressure, heating, autonomous sources of boiler equipment

Проблема обеспечения тепловой энергией городов России с суровыми климатическими условиями является задачей государственной важности.

В настоящее время наблюдается период изменения градостроительной политики в сторону точечной застройки территорий и решения вопроса обеспечения инженерными сетями объектов капитального строительства на новых территориях.

Климатические особенности территории Тюменской области требуют обеспечения более 70% дней в году непрерывной подачи энергии тепла. В процессе изучения утвержденной схемы теплоснабжения города Тюмени на период 2017-2031 гг. и генерального плана застройки города ярко выраженным становится развитие земель с удалением от крупных источников теплоснабжения ТЭЦ и увеличением числа малых источников теплоснабжения, таких как муниципальные и ведомственные котельные.

Всего на территории города Тюмени предусмотрено 19 планировочных районов

и 362 планировочных микрорайона. Основная проблема теплового комплекса - изношенность сетей. Решение проблемы кроется в массовом устройстве индивидуальных источников тепла, в числе которых отдельно стоящие и крышные котельные с основным используемым топливом природным газом [1].

Конечно, устройство малых источников тепла имеет положительные стороны:

- минимальные затраты на строительство источников тепла;
- нерегламентированная минимальная пропускная способность трубопроводов квартальных тепловых сетей [2];
- минимизированные потери теплоносителя при перекачке от источника к потребителю;
- высокая живучесть систем при обеспечении резервирования установок;
- использование резервного топлива;

Но, к сожалению, основной минус - шум и вибрация, которые негативно влияют на организм человека нанося вред на производстве и в быту [3].

В настоящее время в различных регионах Российской Федерации при развитии систем ЖКХ под воздействием негативных эффектов шума и вибрации находятся от 25 до 40% населения, что значительно влияет на продолжительность и уклад жизни, а около 45% горожан периодически испытывают чувство дискомфорта от техногенного воздействия и шумового загрязнения селитебных территорий. Итогом всего этого стало появление «шумовой болезни» [4]. Несмотря на то, что основная задача любого развития - соблюдение баланса интересов общества проблема развития территории с учетом планирования концепции схем теплоснабжения в спектре процессов распространения шума изучается слабо и остается без должного внимания.

В данной статье авторами представлена оценка воздействий автономных источников теплоснабжения в предполагаемой проектной разработке по застройке нового жилого района г. Тюмени с расположением в 14 планировочном районе города, рассчитанного на 65 тыс. жителей под названием жилой район «Губернаторский» (см.рис.1). Общая особенность изучаемых жилых массивов состоит в идентичном установленном

зонировании территории по градостроительной классификации [5] – зона Ж1 [6].

Планируемый район застройки представлен смешанной зоной застройки зданий переменной высоты с преимущественным количеством этажей 10, 16 и 24 этажа. Развитая уличная дорожно-транспортная сеть микрорайона подготовлена к высокой плотности проживания граждан на постоянной основе, с моментами ажиотажного спроса на доступ к административным центрам.

При разработке концепции теплоснабжения отправной точкой расчета акустического воздействия систем инженерно-технического обеспечения на окружающую территорию принят фактор этажности зданий, благодаря которому сформированы два варианта компоновки оборудования крышных газовых котельных. Основные источники шума – котельные установки, горелочные устройства и насосная техника. Общая тепловая нагрузка объектов: 1,15 МВт для 10 и 16 этажных зданий; 1,6 МВт для 24 этажных зданий. Состав и характеристика ограждающих строительных конструкций котельной представлен в таблице 1.

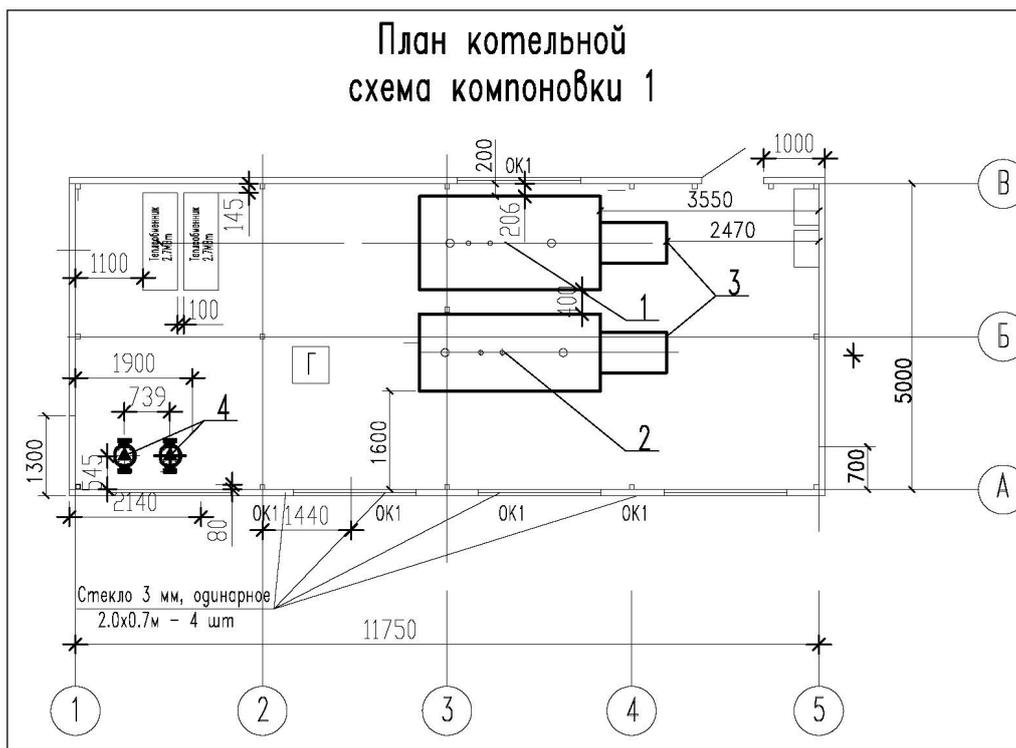
Геометрические данные компоновок котельных:



Рис.1. Жилой район «Губернаторский»

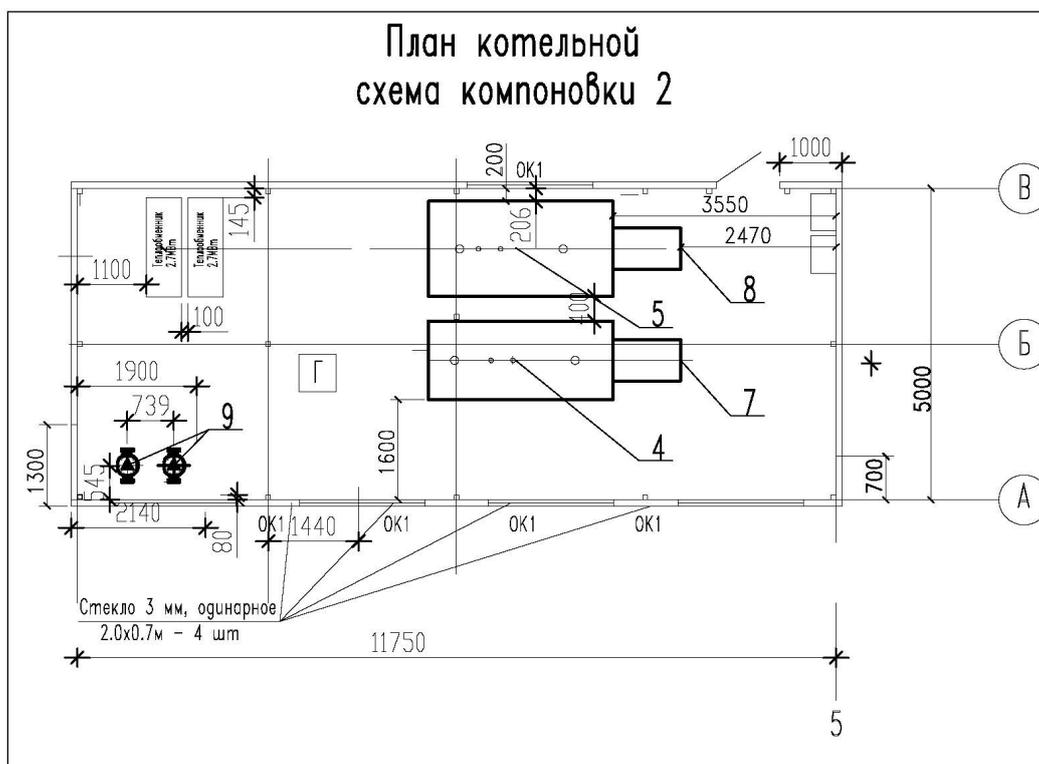
Таблица 1

Наименование	Материал	Толщина, мм	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Масса изделия, кг/м <sup>2</sup>
ТПС 2500x1000x100-4007. Технические условия ТУ 5284-001-50531895-06	СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ СТЕНОВЫЕ	100	200	45
ТПС 2500x280x100-4007. Технические условия ТУ 5284-001-50531895-06	СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ СТЕНОВЫЕ	100	200	45
ТПС 3050x1000x100-4007. Технические условия ТУ 5284-001-50531895-06	СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ СТЕНОВЫЕ	100	200	45
Остекление двойное, мм	стекло	40	1100	220



*Рис. 2. Схема компоновки котельной №1*

Объем помещения котельной – Площадь фасада – 153,45 м<sup>2</sup>;  
 393,155 м<sup>3</sup>; В том числе остекление двойное – 8,0 м<sup>2</sup>;  
 Площадь ограждающих конструкций - Схема компоновки котельной №1 (см.  
 161,45 м<sup>2</sup>; рис.2):



*Рис. 3. Схема компоновки котельной №2*

График 1

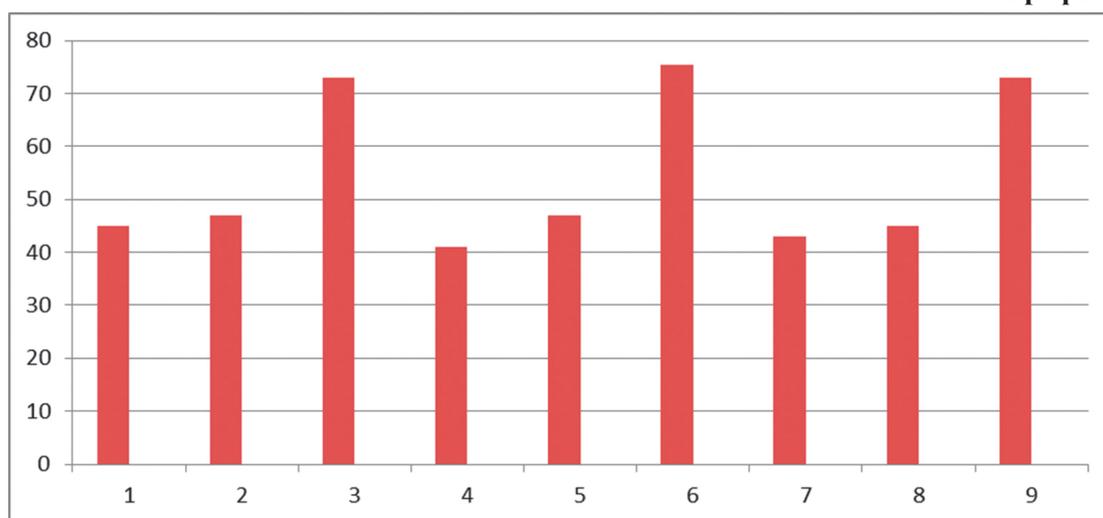


Таблица 3

Оборудование	Размеры			Расстояние РТ до АЦ источника шума r, м	Расстояние от воображаемой поверхности, проходящей через РТ до поверхности источника шума d, мм	Площадь воображаемой поверхности S, м <sup>2</sup>
	длина	ширина	высота			
Расчетная точка - РТ. (см. компоновки котельных)						
Горелки Baltur TBG 85 P газовая двухступенчатая	1230	645	520	8,8	5110	10,8
Горелка Baltur TBG 120 PN газовая двухступенчатая	1280	690	550	9,0	5110	12,6

1. Двухходовой жаротрубный дымогарный водогрейный котел серии Duotherm-750N=0,75 МВт;

2. Двухходовой жаротрубный дымогарный водогрейный котел серии Duotherm-1000N=1,0 МВт;

3. Горелки Baltur TBG 85 P газовая двухступенчатая 170-850 кВт – 2 шт.;

4. Циркуляционные Насосы UPS 65-120 – 2 шт.;

Схема компоновки котельной №2 (см. рис.3):

4. Двухходовой жаротрубный дымогарный водогрейный котел серии Duotherm-750N=0,75 МВт;

5. Двухходовой жаротрубный дымогарный водогрейный котел серии Duotherm-400N=0,4 МВт;

7. Горелка Baltur TBG 85 P газовая двухступенчатая 170-850 кВт – 1 шт.;

8. Горелка Baltur TBG 120 PN газовая двухступенчатая 240 – 1200 кВт – 1 шт.

9. Циркуляционные Насосы MAGNA3 100-120 F – 2 шт.;

Таблица 4

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Суммарные октавные уровни звуковой мощности источников шума в котельной	-	81,6	81,7	79,6	75,4	71,7	66,3	60,6	54,6

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц, $B_{1000}$	$B_{1000} = \frac{V}{1000}$					19,66			
Частотный множитель $M$	Таблица 1	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
Постоянная помещения $B$ , $m^2$	$B = B_{1000} \cdot M$	12,78	12,19	12,58	14,75	19,66	29,49	47,18	82,57
Отношение $B/S_{огр}$ , при $S_{огр}=161,45 m^2$	-	0,079	0,0776	0,078	0,92	0,122	0,183	0,293	0,512
Коэффициент $\Psi$		0,96	0,94	0,95	0,98	0,93	0,86	0,775	0,675
Величина $10lg B$ , дБ		11,065	10,86	10,99	11,69	12,94	14,69	16,74	19,17
Величина $10lg \Psi$ , дБ		-0,18	-0,27	-0,23	-0,09	-0,315	-0,655	-1,11	-1,71
Октавные уровни звукового давления в зоне отраженного звука в котельной, $L_{отр}$ , дБ		83,14	82,76	80,97	78,37	78,11	80,44	89,94	116,29
Расчетная точка Горелка Baltur TBG 85 P газовая двухступенчатая									
Коэффициент $x$ при $\gamma_{\max}=7,16$		1	1	1	1	1	1	1	1
Величина при $S=10,8 m^2$ , дБ.	$10lg \cdot \frac{x \cdot \Psi}{S}$	-1,052	-1,0603	-1,0557	-1,0422	-1,065	-1,099	-1,145	-1,205
Октавные уровни газовой двухступенчатой горелки Baltur TBG 85 P, дБ; $L_{корркт}$		54	55,6	55,1	66,4	67,3	66,7	61,4	51,1
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр}$ , дБ		52,948	54,5397	54,0443	65,3578	66,235	65,601	60,255	49,895

Ниже представлены акустические показатели технических устройств (график 1).

Акустический расчет шума котельной выполнен по основному алгоритму определения октавных уровней звукового давления [7].

$$L_{огр} = \sum_{i=1}^k L_{pi} - 10lg B + 10lg V + \delta \quad (1)$$

$$B = B_{1000} \cdot \mu \quad (2)$$

$$B_{1000} = \frac{V}{20} \quad (3)$$

$V$  котельной - 393,155  $m^3$

После проведенных расчетов определялось расстояние от котельной до ближайших жилых зданий в проектируемом районе, на примере жилого района «Губернаторский»

г. Тюмень, в котором уровни звукового давления не должны превышать допустимых норм (рис.4).

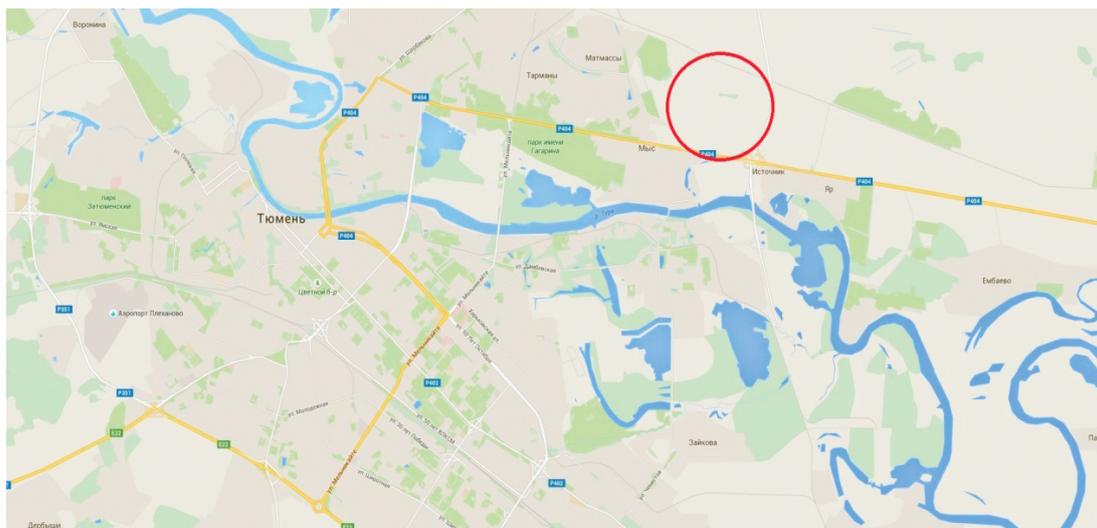


Рис. 4. Месторасположение жилого района «Губернаторский»

Таблица 5

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звукоизолирующая способность стеновых панелей R1, дБ	-	35	35	36,5	44	51,5	59	60	60
Звукоизолирующая способность двойного стеклопакета R2, дБ	-	12	17,6	26,4	35	43,8	45	43	47
Величина 10-0,1R1	-	0,32x 10-3	0,32x 10-3	0,22x 10-3	0,4x 10-4	0,7x 10-5	0,13x 10-5	0,1x 10-5	0,1x 10-5
Величина 10-0,1R2	-		0,27x 10-1	0,36x 10-2	0,5x 10-3	0,64x 10-4	0,2x 10-4	0,8x 10-4	0,13x 10-4
Величина S* 10-0,1R1	-	12	4,2	1,2	0,3	0,1	0,04	0,18	0,2 x 10-1
Величина S* 10-0,1R2	-		2,3	0,32	0,04	0,06x 10-1	0,22x 10-2	0,05 x 10-1	0,09x 10-2
$\sum_{i=1}^{k=2} S_i \cdot 10^{-0,1R}$		12	6,5	1,52	3,04	1,006	0,0422	0,185	0,0209
Средняя звукоизолирующая способность ограждения R <sub>ср</sub> , при S=161,45 м <sup>2</sup>		14,3	17,3	21,8	26,4	30,8	34,7	30,5	38,2
Допустимые октавные уровни звука в жилой застройке		55	44	35	29	25	22	20	18
Величина Y, дБ		3,91	11,27	13,34	12,45	11,31	11,36	27,70	47,41
Допустимое расстояние от крышной котельной до ближайшего соседнего дома г, м		3	9	11	9	9	9	16	24

Источником шума в данном случае являлись все узлы котельной, которые дают суммарный уровень шума от здания.

Предельно допустимые значения звука в октавных частотах и эквивалентном уровне



Рис. 6

звука принимались согласно действующих на территории РФ нормативов [8]

Полученные данные с расчетами сведены в таблицу 5.

Итогом всех расчетов стало значение расстояния между домами в 24,0 м.

При разработке вариантов планировки микрорайона (см. рисунок 6) прослеживается динамика создания благоустроенных открытых пространств с заполнением местности плоскостными сооружениями досуга жителей.

По результатам расчета и анализа концепции теплоснабжения застройки микрорайона можно сделать вывод: при проектировании жилых массивов с применением автономных источников теплоснабжения необходимо учитывать сумму факторов пожарной безопасности, инсоляции и обязательно параметров распространения шума в окружающую среду.

### Список литературы

1. ГОСТ 5542-2014. «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения».
2. СП 124.13330.2012. «Тепловые сети».
3. Плотников А.С., Жилина Т.С. Исследование процессов шумообразования в системах отопления жилых зданий. Сборник материалов XIII научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей ТюмГАСУ. – Тюмень: РИО ГОУ ВПО ТюмГАСУ, 2014. с.165 – 168.
4. Шумовой мониторинг городских территорий. Цукерников И.Е., Шубин И.Л. НИИСФ РААСН. Academia. Архитектура и строительство 5. Год: 2009. Страницы: 94-100.
5. Решение Тюменской городской Думы №472 от 26.05.2016 «О внесении изменений в Правила землепользования и застройки города Тюмени, утвержденные решением Тюменской городской Думы от 30.10.2008 № 154».
6. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016)
7. Рекомендации по акустическому расчету котельных. Серия ЖЗ-172. Москва, 1984 г.
8. СП 51.13330.2012 «Защита от шума».