

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

DOI: 10.15593/2409-5125/2024.03.05

УДК 504.75.05

Н.С. Бессонова

Тюменский индустриальный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Рассматривается расположение автономной котельной для жилого комплекса, который продолжает застраиваться. В настоящий момент, когда происходит поэтапное строительство зданий, а также поэтапный их ввод в эксплуатацию, актуальной проблемой является расположение объектов, обеспечивающих комфорт населения, с учетом воздействия различных факторов. В данной работе расположение котельной предложено по результатам расчета санитарно-защитной зоны, назначения построенных зданий, а также с учетом влияния близлежащих промышленных объектов. Выбор расположения котельной был выполнен с учетом природно-климатических факторов, а именно преобладающего направления ветра по румбам.

Ключевые слова: котельная, автономная котельная, санитарно-защитная зона, загрязняющие вещества, жилая застройка, жилой комплекс.

Строительная отрасль России является одной из ключевых в экономике России. Ее важнейшей задачей является обеспечение населения жильем. Рост жилищного строительства за 2023 г. составил 7,5 %, что соответствует 110 млн 438,5 тыс. м² жилья. Территория городов в последние годы значительно меняется, освобождаясь от ветхого малоэтажного жилого фонда. Также ведется работа по переносу крупных промышленных предприятий, находящихся в границах города, за его пределы. А освободившиеся территории реконструируют под жилую или офисную застройку. Однако такой рост строительства не ликвидирует дефицит жилья, а это, в свою очередь, приводит к высокой стоимости квартир.

В связи с ограниченной площадью земельных участков, выделяемых под строительство новых зданий, и миграцией населения в круп-

ные города происходит повышение этажности зданий и изменение объемно-пространственных решений застройки.

Национальные программы, направленные на обеспечение населения доступным жильем, требуют предложения по разработке таких проектов. Одной из составных частей проектно-планировочной работы является раздел охраны окружающей среды человека, поскольку современное градостроительство нацелено на сохранение и улучшение условий проживания в целях укрепления здоровья населения [1; 2].

При проектировании жилых комплексов неизбежным является решение вопроса теплоснабжения района потребления. Одним из примеров решения данной задачи будет установление допустимых границ размещения котельной, обслуживающей группу зданий, составляющих жилой комплекс.

При подборе источника теплоты следует учитывать тепловую нагрузку потребителя, возможность расположения котельной так, чтобы она обеспечивала комфортную и безопасную жизнь людей даже с учетом наличия внешних факторов в виде неблагоприятных погодных условий (штиль) и близкого расположения промышленных предприятий, также оказывающих влияние на здоровье человека.

Материалы и методы. Современная застройка жилых комплексов проводится в несколько этапов, с поэтапным вводом жилых домов в эксплуатацию. Когда первая линия застройки вводится в эксплуатацию, то начинается строительство второй и т.д. Несмотря на удобства такой поэтапной работы, есть и значительные недостатки, а именно: нарушение комфортных условий проживания в готовых квартирах из-за строительных работ, проходящих в непосредственной близости, а также связанных с расчетом и установкой оборудования, ориентированного на работу после ввода всех зданий комплекса. В связи с переходом от центрального теплоснабжения на автономные котельные таким объектом можно считать котельную. Автономная котельная для жилого комплекса должна быть рассчитана не только на первую линию ввода зданий, но и на увеличение нагрузки от второй, т.е. принимаются во внимание последующие этапы строительства. Кроме того, при определении допустимых границ размещения котельной должны учитываться все возможные природно-климатические факторы, фоновые воздействия, а также планируемое размещение жилых и социальных зданий.

Для выбора расположения котельной рассмотрим жилой комплекс с поэтапным вводом в эксплуатацию жилых домов (рис. 1). На данный момент в комплексе насчитывается восемь зданий с этажностью 15 и 24 этажа. По плану разработки данного жилого комплекса также предусмотрено строительство еще трех домов с аналогичной этажностью и прилежащих к данному району школы и детского сада. Таким образом, общее количество зданий с соответствующими этажностью и количеством квартир с учетом еще не сданных в эксплуатацию помещений составит:

- шесть зданий в 24 этажа с общим количеством квартир, равным 259 в одном здании;
- два здания в 15 и 24 этажа с общим количеством квартир, равным 510 в одном здании;
- два здания в 15 и 24 этажа с общим количеством квартир, равным 608 в одном здании;
- одно здание в 15 и 24 этажа с общим количеством квартир, равным 1216 в одном здании.

В непосредственной близости (на расстоянии 82 м между двумя самыми ближними границами территорий (рис. 2)) находится промышленное предприятие по разработке технологических комплексов и оборудования для освоения и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. С 2005 г. предприятие входит в крупнейший машиностроительный и инжиниринговый холдинг.

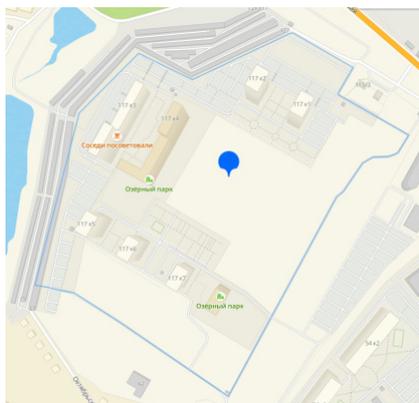


Рис. 1. Территория рассматриваемого жилого комплекса

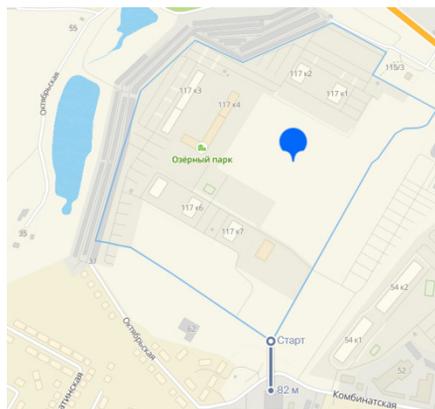


Рис. 2. Взаимное расположение жилого комплекса и промышленного предприятия

Ежегодно выбросы в атмосферу от стационарных источников машиностроительного комплекса составляют около 32 %, что в дальнейшем будет учтено в данном исследовании.

Результаты и их обсуждение. Определим расчетные тепловые потоки для обеспечения отоплением, горячим водоснабжением и вентиляцией [3].

Ранее были описаны характеристики жилого комплекса, откуда общее количество жилых помещений равно:

$$N = 6259 + 2510 + 2608 + 1216 = 5006 \text{ шт.}$$

С учетом планировок квартир для данного ЖК площадь одного помещения составляет в среднем $S = 36 \text{ м}^2$.

Общая жилая площадь (A) помещений жилого комплекса составила:

$$A = N \cdot S = 5006 \cdot 36 = 180\,216 \text{ м}^2.$$

Расчетные тепловые потоки (Q_{Omax}), обеспечивающие отопление жилых зданий, определяют по формуле

$$Q_{\text{Omax}} = q_0 \cdot A, \quad (1)$$

где q_0 – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м^2 общей площади, Вт/м. Так как расчет ведется для новой жилой застройки, то для максимального теплового потока принимается укрупненный показатель, равный 90 Вт/м, при следующих условиях: температура наружного воздуха (t_o) минус 35 °С, обеспеченность 0,92.

В связи с небольшой площадью помещений, в которых отсутствует необходимость в принудительной подаче приточного воздуха и его подготовки, тепловую нагрузку на вентиляцию (Q_{Vmax}) примем равной нулю и в дальнейших расчетах учитывать не будем.

Средние нормативные значения на человека потребления воды на горячее водоснабжение составляет 3,8 м³/месяц или примерно 125 л/сут, а средний тепловой поток на горячее водоснабжение (q_h) равен 360 Вт/чел.

Затем определим средние тепловые потоки [4; 5] на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий кварталов по формуле

$$Q_{hm} = q_h \cdot m, \quad (2)$$

где m – число жителей.

Укрупненно принимаем, что в одной квартире постоянно находится 2 человека, тогда:

$$Q_{hm} = 3\,6025\,006 = 3\,604\,320 \text{ Вт.}$$

На горячее водоснабжение максимальный тепловой поток для жилых зданий определяется следующим образом:

$$Q_{h \max} = 2,4 \cdot Q_{hm} = 2,4 \cdot 3\,604\,320 = 8\,650\,368 \text{ Вт} = 8,65 \text{ МВт.}$$

Таким образом, суммарная тепловая нагрузка объекта потребления составит:

$$\sum Q = 16,2 + 8,65 = 24,85 \text{ МВт.}$$

В среднем 1,0–1,5 % от тепловой нагрузки котельной, работающей на газообразном топливе, уходит на отопление самой котельной.

Таким образом, необходимая тепловая мощность котельной должна составлять:

$$Q = 1,015 \cdot \sum Q = 25,2 \text{ МВт.}$$

Принимаем, что к работе была представлена блочно-модульная котельная ТКУ-26 на газовом топливе с мощностью 26 МВт.

Для расчета санитарно-защитной зоны для котельной полученных данных достаточно.

Для котельных тепловой мощностью менее 200 Гкал, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, размер санитарно-защитной зоны устанавливается в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания загрязнений атмосферного воздуха и физического воздействия на атмосферный воздух (шум, вибрация, ЭМП и др.), а также на основании результатов натурных исследований и измерений [6; 7].

Минимальную санитарно-защитную зону примем размером 50 м.

Для более точного расчета размеров и границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) воспользуемся расчетом по румбам.

Определение размера СЗЗ по румбам проводится по формуле

$$I = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \quad (3)$$

где L_0 – расчетный размер участка местности в данном направлении, где концентрации вредных веществ (с учетом фоновой концентрации от других источников) не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК);

P – среднегодовая повторяемость направления ветра рассматриваемого румба, %;

P_0 – повторяемость направления ветра одного румба при круговой розе ветров, %. При восьми румбовой розе ветров: $P_0 = \frac{100}{8} = 12,5 \%$.

Повторяемость различных направлений ветра приведена в таблице.

Расчет размера участка местности в данном направлении, где концентрации вредных веществ (с учетом фоновой концентрации от других источников) не превышают ПДК, проводится по формуле

$$L_0 = S + C_H, \quad (4)$$

где S – протяжённость предприятия в рассматриваемом направлении (в нашем случае габаритами котельной можем пренебречь), м;

C_H – размер санитарно-защитной зоны, м (для предприятия пятого класса $C_H = 50$ м).

Повторяемость различных направлений ветра, %

Параметр	Направление ветра								
	с.	св.	в.	юв.	ю.	юз.	з	сз.	штиль
Среднегодовое значение	8	6	8	7	16	24	19	12	8

Рассчитаем размеры СЗЗ для различных направлений ветра (для среднегодовых значений):

С: так как $P = 8 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

СВ: так как $P = 6 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

В: так как $P = 8 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

ЮВ: так как $P = 7 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

Ю: так как $P = 16 \% > P_0 = 12,5 \%$, то $l = 50 \frac{16}{12,5} = 64$ м.

ЮЗ: так как $P = 24 \% > P_0 = 12,5 \%$, то $l = 50 \frac{24}{12,5} = 96$ м.

З: так как $P = 19 \% > P_0 = 12,5 \%$, то $l = 50 \frac{19}{12,5} = 76$ м.

СЗ: так как $P = 12 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

Ш: так как $P = 8 \% < P_0 = 12,5 \%$, то $l = L_0 = 50$ м.

Таким образом, основополагающими будут размеры по каждой стороне света.

На основании полученных данных строим СЗЗ (рис. 3).

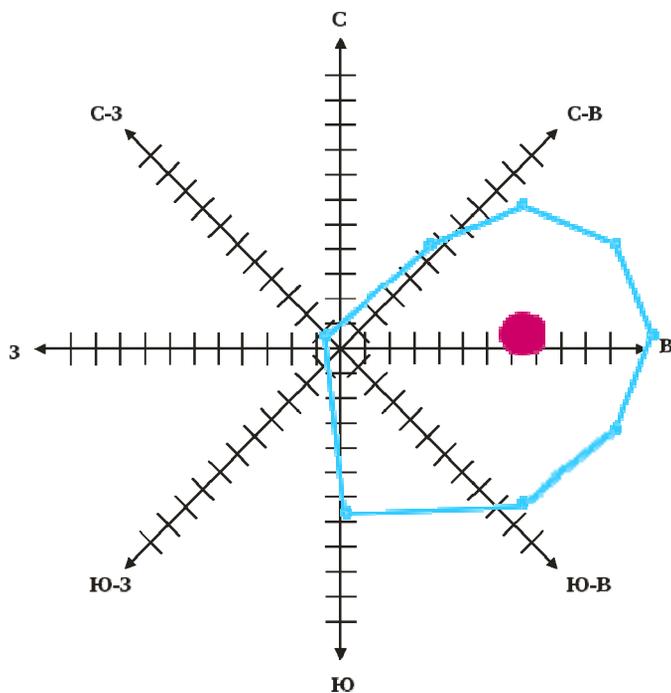


Рис. 3. СЗЗ блочно-модульной котельной с учетом различных погодных условий (одна засечка эквивалентна 10 м)

Главная задача данного расчета заключалась в определении расположения выбранной котельной с учетом санитарно-гигиенических норм и усложняющих факторов в виде плотной застройки, окружени-

ем со всех сторон жилыми зданиями и действующим промышленным предприятием со своими выбросами. В свою очередь она будет достигнута в несколько этапов:

- визуальное обоснование;
- учет санитарно-защитной зоны котельной;
- учет санитарно-защитной зоны крупного промышленного предприятия.

Исходя из того, что центральная площадь жилого комплекса занята непосредственно самими жилыми зданиями и прилегающей к ним инфраструктурой, расположение котельной становится возможным лишь на территориях, близких к границам жилого комплекса (рис. 4), где, в свою очередь, с юго-западной по северную границу расположена гаражная зона, ограничивающая возможность размещения там котельной. С юго-западной по юго-восточную границу с точки зрения возможности физического размещения котельной все удовлетворяет требованиям габаритов блочно-модульной котельной. С юго-востока по северо-запад котельную можно расположить только между жилыми домами и парковкой/строющимся зданием (на плане местности возможные зоны размещения обозначены серым цветом под цифрой V).

Учитывая наличие ранее построенной по румбам СЗЗ блочно-модульной котельной, видим, что размещение на восточной границе невозможно [8], так как размеры СЗЗ котельной превышают располагаемую площадь между жилым домом и парковкой; размещение котельной при границе парковки во избежание эффекта суммации от загазованности от автотранспорта считаем нецелесообразным. Размещение котельной на юго-западе становится невозможным [9; 10], так как в СЗЗ при данном расположении попадают дома либо из частного сектора, либо дома из жилого комплекса. Касаемо южной границы и на северо-востоке жилого комплекса размещение котельной возможно.

Как выше было сказано, в зоне I (см. рис. 4) по границе южной стороны рассматриваемой территории жилого комплекса расположено крупное промышленное предприятие, так же, как и наша котельная, выделяющее в атмосферу вредные выбросы. Вследствие неизвестности состава выбросов от данного промышленного предприятия примем, что он совпадает по составу с выбросами от котельной, но различается концентрацией веществ.

Тогда в воздухе на территории жилого комплекса могут присутствовать вещества не только от транспорта или котельных, но и от предприятий, находящихся в непосредственной близости. Некоторые из загрязняющих веществ могут проявлять усиленное токсическое воздействие на человека при совместном воздействии с веществами, которые обладают подобными свойствами [11]. В таком случае их концентрация должна считаться как суммарная. Но при этом концентрация каждого загрязняющего вещества не должна превышать предельно допустимую.

Таким образом, СЗЗ котельной при близком расположении с заводом значительно увеличивается, чего мы не можем допустить из-за непосредственно близкого расположения жилой зоны. Таким образом, оптимальной зоной размещения котельной с учетом принятых ограничений является северо-восточная часть территории жилого комплекса.

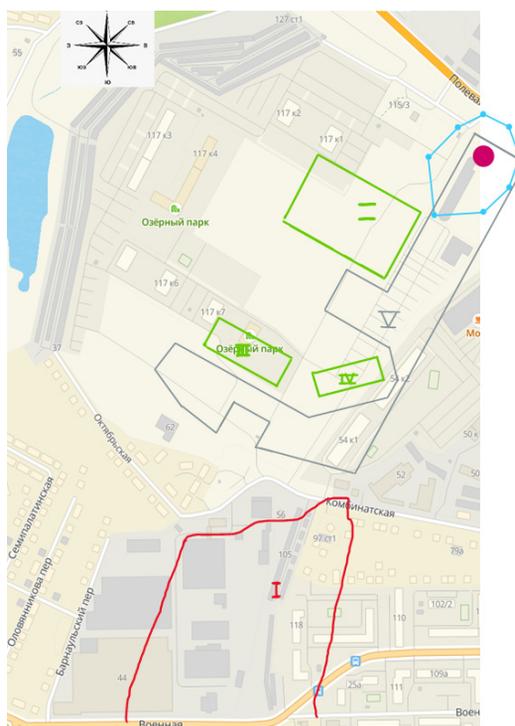


Рис. 4. План местности с обозначением зон и конечно принятым расположением котельной (СЗЗ котельной обозначена голубым цветом, красной точкой сама котельная)

Заключение. При проектировании района [12] потребления важно учитывать как возможность и процесс подачи тепла потребителю, так и возможность организации безопасного его потребления, то есть принимаемая во внимание все санитарно-гигиенические нормы на последних этапах проектирования источника теплоты, включающих в себя выбор месторасположения котельной и мероприятия по снижению концентрации выбросов, с учетом неблагоприятных факторов как в виде близлежащих загрязняющих производств, так и погодных условий [13]. В разобранный выше примере был сделан акцент на основных требованиях к выбору расположения котельной.

Библиографический список

1. Старикова, Ю.О. Исследование существующих отечественных и зарубежных объемно-пространственных моделей жилой застройки / Ю.О. Старикова // Лучшая исследовательская статья 2021: сборник статей международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 31 мая 2021 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 387–402.
2. Устинов, Д.Е. Жилой район на месте заполняемых территориальных разрывов / Д.Е. Устинов, М.П. Диндиенко, А.С. Малыгин // Ползуновский альманах. – 2021. – № 2. – С. 179–184.
3. Крылов, Д.В. Котельные установки и парогенераторы. Аэродинамический расчет котельного агрегата: учебное пособие / Д.В. Крылов. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2023. – 35 с. – ISBN 978-5-7641-1868-0.
4. Демченко, М.С. Параметры оптимизации котлов малой теплопроизводительности блочно-модульных котельных / М.С. Демченко, Д.А. Пряхин // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 69–2. – С. 9–10. DOI: 10.18411/lj-01-2021-45.
5. Трофимов, А.Ю. Санитарно-защитная зона предприятий / А.Ю. Трофимов, Н.Н. Злобина // Студенческий форум. – 2022. – № 3–1 (182). – С. 46–47.
6. Латыпова, А.Ф. Санитарно-защитная зона котельной / А.Ф. Латыпова // Аллея науки. – 2022. – Т. 2, № 12 (75). – С. 207–210.
7. Семешкина, М.И. Санитарно-защитная зона котельной / М.И. Семешкина // Анализ проблем внедрения результатов инновационных исследований и пути их решения: сборник статей международной научно-практической конференции: в 2 ч., Иркутск, 09 июня 2020 года / отв. ред. Асатур Альбертович Сукиасян. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2020. – Ч. 2. – С. 105–107.
8. Шнайдер, В.С. Снижение уровня загрязнения атмосферы выбросами котельных / В.С. Шнайдер, И.Ю. Нагибина // Безопасность городской среды: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Омск, 18–20 ноября 2020 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 257–260.
9. Ахмадеева, А.И. Оценка воздействия на атмосферный воздух проектируемой котельной Г. Октябрьский, РБ / А.И. Ахмадеева, И.М. Айдарова // Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации: сборник статей по материалам второй всероссийской научно-практической конференции, Белебей, 21 апреля 2021 года. – Белебей: Самарский государственный технический университет, 2021. – С. 342–343.
10. Нефедова, М.А. Оценка влияния уровня шума от блок-модульной котельной / М.А. Нефедова, В.А. Житникова // Научные исследования молодых учёных: сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 12 мая 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 44–46.

11. Monitoring of energy efficiency of district heating system facilities: Methodology for determining the energy baseline / L.V. Davydenko, N.V. Davydenko, V.A. Davydenko, D. Sprake // *Problems of the Regional Energetics*. – 2022. – No. 1 (53). – P. 68–83. DOI: 10.52254/1857-0070.2022.1-53.06
12. Mezenina, O. Sustainable urban development: The impact of an asphalt plant on the quality of atmospheric air / O. Mezenina, S. Maslennikova // *E3S Web of Conferences*, Chelyabinsk, 17–19 февраля 2021 года. – Chelyabinsk, 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202125808012
13. Yachmeneva, V.M. Ecological expertise in the management system of environmental use and protection / V.M. Yachmeneva, E.F. Yachmenev, A.A. Antonova // *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems Research*. – Cham: Springer, 2023. – Vol. 250–2. – P. 123–132.

References

1. Starikova Yu.O. Issledovanie sushchestvuyushchih otechestvennyh i zarubezhnyh ob"emno-prostranstvennyh modelej zhiloy zastroyki [Research of existing domestic and foreign spatial models of residential buildings]. *Luchshaya issledovatel'skaya stat'ya 2021: Sbornik statej Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa, Petrozavodsk, 31 may 2021.* – Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka», 2021, pp. 387–402.
2. Ustinov D.E., Dindienko M.P., Malygin A.S. Zhiloy rajon na meste zapolnyaemyh territorial'nyh razryvov [Residential area in place of filled territorial gaps]. *Polzunovskij al'manah*, 2021, no. 2, pp. 179–184.
3. Krylov D.V. Kotel'nye ustanovki i parogeneratory. Aerodinamicheskij raschet kotel'nogo agregata [Boiler installations and steam generators. Aerodynamic calculation of the boiler unit]: uchebnoe posobie. Saint Petersburg: PGUPS, 2023, 35 p, ISBN 978-5-7641-1868-0.
4. Demchenko M.S., Pryahin D.A. Parametry optimizacii kotlov maloj teploprodukcii [Optimization parameters for low-heat boilers of block-modular boiler houses]. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2021, no. 69-2, pp. 9–10.
5. Trofimov A.Yu., Zlobina N.N. Sanitarno-zashchitnaya zona predpriyatij [Sanitary protection zone of enterprises]. *Studencheskij forum*, 2022, no. 3-1 (182), pp. 46–47.
6. Latypova A.F. Sanitarno-zashchitnaya zona kotel'noj [Sanitary protection zone of the boiler room]. *Alleya nauki*, 2022, vol. 2, no. 12 (75), pp. 207–210.
7. Semeshkina M.I. Sanitarno-zashchitnaya zona kotel'noj [Sanitary protection zone of the boiler room]. *Analiz problem vnedreniya rezul'tatov innovacionnyh issledovanij i puti ih resheniya: Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, v 2-h chastyah, Irkutsk, 09 june 2020.* Ufa: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "OMEGA SAJNS", 2020, pp. 105–107.
8. Shnajder V.S., Nagibina I.Yu. Snizhenie urovnya zagryazneniya atmosfery vybrosami kotel'nyh [Reduction of atmospheric pollution by boiler emissions] // *Bezopasnost' gorodskoj sredy: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Omsk, 18–20 november 2020.* Omsk: Omskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2021, pp. 257–260.
9. Ahmadeeva A.I., Ajdarova I.M. Ocenka vozdejstviya na atmosfernyj vozduh proektiruemoj kotel'noj g.Oktyabr'skij, RB [Assessment of the impact on atmospheric air of the projected boiler house in Oktyabr'skiy, RB]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy, dostizheniya i innovacii: Sbornik statej po materialam vtoroj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Belebej, 21 april 2021.* Belebej: Samarskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2021, pp. 342–343.
10. Nefedova M.A., Zhitnikova V.A. Ocenka vliyaniya urovnya shuma ot blok-modul'noj kotel'noj [Assessment of the impact of the noise level from a block modular boiler room]. *Nauchnye issledovaniya molodyh uchyonyh: sbornik statej XXIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 12 may 2023.* Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.Yu.), 2023, pp. 44–46.
11. Davydenko L.V., Davydenko N.V., Davydenko V.A., Sprake D. Monitoring of energy efficiency of district heating system facilities: Methodology for determining the energy baseline. *Problems of the Regional Energetics*, 2022, no. 1 (53), pp. 68–83. DOI: 10.52254/1857-0070.2022.1-53.06
12. Mezenina O., Maslennikova S. Sustainable urban development: The impact of an asphalt plant on the quality of atmospheric air. *E3S Web of Conferences*, Chelyabinsk, 17–19 february 2021. Chelyabinsk, 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202125808012

13. Yachmeneva V.M., Yachmenev E.F., Antonova A.A. Ecological expertise in the management system of environmental use and protection. *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems Research*. Vol. 250-2. Cham: Springer, 2023, pp. 123-132.

N.S. Bessonova

DETERMINING THE LOCATION OF THE BOILER HOUSE ON THE TERRITORY OF A RESIDENTIAL COMPLEX UNDER CONSTRUCTION

The article discusses the location of an autonomous boiler room for a residential complex, which continues to be built up. At the present time, when there is a phased construction of buildings, as well as a phased commissioning, this is an urgent problem. It is necessary to consider the location of objects that provide the comfort of the population taking into account various factors. In this work, the location of the boiler room is proposed based on the results of calculating the sanitary protection zone, the purpose of the buildings constructed, and also taking into account the influence of nearby industrial facilities. The choice of location of the boiler room was made taking into account natural and climatic factors, namely the prevailing wind directions along the bearings.

Keywords: boiler room, autonomous boiler room, sanitary protection zone, pollutants, residential development, residential complex.

Бессонова Наталья Сергеевна (Тюмень, Российская Федерация) – ассистент кафедры «Промышленная теплоэнергетика», Тюменский индустриальный университет (625000, Тюмень, ул. Луначарского 2, e-mail: sheneps@mail.ru).

Natalya S. Bessonova (Tyumen, Russian Federation) – assistant at the Department of Industrial Thermal Power Engineering, Tyumen Industrial University (2 Lunacharsky str., Tyumen, 625000, e-mail: sheneps@mail.ru).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Вклад автора: 100 %.

Поступила: 10.06.2024

Одобрена: 05.12.2024

Принята к публикации: 15.03.2025

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Бессонова, Н.С. Определение месторасположения котельной на территории строящегося жилого комплекса / Н.С. Бессонова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2024. – № 3. – С. 57–68. DOI: 10.15593/2409-5125/2024.03.05

Please cite this article in English as: Bessonova N. Determining the location of the boiler house on the territory of a residential complex under construction. *PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development*, 2024, no. 3, pp. 57-68. DOI: 10.15593/2409-5125/2024.03.05