

Н. С. Копылова, Т. М. Янчук

Иркутский государственный университет, Иркутск

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТАЙШЕТА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ ВЫБРОСАМИ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ

Аннотация. Город Тайшет в 2023 г возглавил «антирейтинг» самых загрязненных городов региона. Материалы работы позволяют определить степень загрязнения среды выбросами нефтеперекачивающей станции и оценить риски здоровья жителей города.

Выявлено 26 основных загрязняющих веществ атмосферы, из которых основная доля приходится на умеренно опасные и высокоопасные загрязнители. Максимально-разовые, среднесуточные и максимальные приземные концентрации 16 веществ соответствуют требованиям СанПиН 2.1.6.1032-01. Превышают показатели предельно допустимых концентраций в санитарно-защитной и жилой зонах шесть веществ. Это высокотоксичные загрязнители 2 и 3 класса опасности, которые оказывают негативное воздействие на здоровье населения города и природную среду. С целью снижения отрицательного влияния аэровыбросов станции предложен ряд технологических, специальных и планировочных мероприятий. На основе материалов исследования разработаны нормативы предельно допустимых выбросов исследуемых загрязняющих веществ и утверждены в Управлении Росприроднадзора по Иркутской области.

Ключевые слова: диоксид азота, диоксид серы, газообразные фториды, техногенное загрязнение, карты рассеивания загрязняющих веществ, мониторинг состояния компонентов природной среды и здоровья населения.

N. S. Kopylova, T. M. Yanchuk

Irkutsk State University, Irkutsk, the Russian Federation

AIR POLLUTION IN THE CITY OF TAISHET AND ITS SURROUNDINGS BY THE EMISSION OF THE OIL PUMPING STATION

Abstract. In 2023 the city of Taishet was the leader in the «antirating» of the most polluted cities in the region. The research materials allow to determine the degree of environmental pollution by the oil pumping station emissions and to assess the risks for the health of the city residents.

26 main atmosphere pollutants were determined, among them the main share consists of moderately hazardous and highly dangerous pollutants. The maximum one-time, average daily and maximum surface concentrations of 16 substances correspond to the requirements of SanPiN 2.1.6.1032-01. 6 substances exceed the indicators of the maximum permissible concentrations in the sanitary protected and residential areas. These highly toxic pollutants of the 2nd and 3rd hazard class have a negative impact on the health of the city population and the environment. To reduce the negative impact of air emissions from the station the number of technological, special and planned measures were suggested. Based on the research materials the maximum permissible emissions standards were developed and approved by the administration of Russian nature supervision for the Irkutsk region.

Keywords: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, gaseous fluorides, technogenic pollution, maps of dispersion of pollutants, monitoring of the state of the components of the environment and people's health.

Введение

Уровень антропогенного воздействия на природную среду постоянно увеличивается и одним из негативных результатов этого процесса является загрязнение атмосферы вредными веществами. Атмосфера – один из важнейших факторов природной среды, оказывающий постоянное влияние на человека, с которым связана наибольшая часть канцерогенных и не канцерогенных рисков здоровья населения [2]. Город Тайшет относится к неблагоприятным по загрязнению природной среды территориям области, так в 2011 г. валовые аэровыбросы составили 3061,99 тонн, в 2023 г. общий объём выбросов от 1186 источника достиг 14050 тонн и по этому показателю город стал лидером в регионе. Процент уловленных загрязняющих веществ атмосферы составил по области 82,9 %, в Тайшетском районе – 34,9 % [7].

В связи с этим актуальным является оценка степени негативного воздействия нефтеперекачивающей станции на качество воздушной среды города Тайшета и разработка мероприятий по снижению их воздействия. Материалы данной работы позволяют представить степень загрязнения воздушного компонента среды, оценить риски здоровья жителей города и наметить мероприятия по улучшению экологической обстановки на исследуемой территории.

Материалы и методы

Оценка степени загрязнения воздушной среды в городе Тайшете и его окрестностях выбросами нефтеперекачивающей станции (НПС) проводилась на основании материалов, собранных за период 2009-2023 гг. Первоначальный сбор данных по особенностям технологического процесса НПС, структуре и объему выбросов, а также анализ литературных материалов [3, 7] позволили установить 26 основных загрязняющих веществ атмосферы (табл. 1). Для каждого поллютанта рассчитаны их максимально-разовые или среднесуточные показатели концентрации, определен годовой объем выбросов основных загрязняющих веществ атмосферы и для каждого составлены карты полей рассеивания.

В работе использовали следующие нормативы качества атмосферного воздуха: ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» и ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». В качестве критерия оценки качества среды, в соответствии с СанПиН 2.1.6.1032-01 [11] использовали – ПДКм.р. (максимально-разовое) или ПДКс.с. (среднесуточное), которое рассчитывалось по формуле: $0,1C \leq \text{ПДКс.с.}$, где С – максимальное значение разовой концентрации [6].

Суммарное загрязнение атмосферы без учета очистки и с учетом действия очистного оборудования вычисляли с применением специальных компьютерных программ. При определении выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от производств разного профиля использовали методики, включенные в «Перечень методик, используемых для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», ежегодно разрабатываемый НИИ Атмосфера.

Оценка величины приземных концентраций веществ в окрестностях предприятия проведена расчетным путем на основании нормативной методики ОНД-86, с помощью унифицированной программы для ЭВМ – УПРЗА «Эколог» версия 3.0 [9].

В каждой расчетной точке вычислялась максимальная по величине скорости и направлению ветра концентрация примеси. При расчетах производился перебор направлений и скоростей ветра в соответствии с требованиями ОНД-86 по алгоритму уточненного перебора скоростей ветра, заложенному в программу «Эколог» и одобренному ГГО им. А. И. Воейкова. Шаг по углу перебора направлений ветра был принят равным 1°.

На основании полученных материалов составили карты полей рассеивания для всех загрязняющих веществ. В случае, когда выбросы по веществу превышали 0,1 ПДК, то производили расчет рассеивания загрязняющих веществ с учетом фонового загрязнения [6]. Таким образом, в работе были учтены особенности влияния ветра, рельефа, температуры на перенос загрязняющих веществ в атмосфере.

Кроме того, при расчетах загрязнения атмосферы учитывали группы суммаций для ряда загрязняющих веществ, которые ограничивают применение гигиенических нормативов согласно формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,0$$

Где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ [9].

Результаты и обсуждение

Анализ материалов проведенного исследования показал, что в воздушную среду г. Тайшета и его окрестностей от нефтеперекачивающей станции поступает 26 загрязняющих веществ (табл. 1). Доля участия чрезвычайно опасных веществ составляет 4,3 %, высокоопасных – 34,8 %, умеренно опасных 43,5 % и 17,4 % приходится на малоопасные вещества (рис. 1).

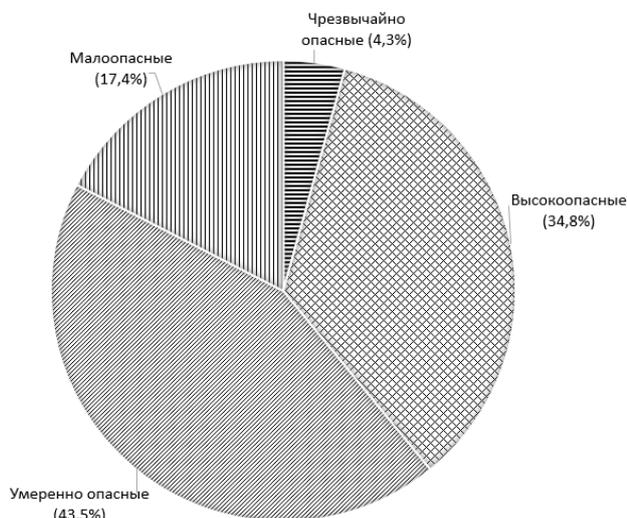


Рис. 1. Доля участия загрязняющих веществ по классам опасности

Максимально-разовые и среднесуточные показатели 26 веществ не превышают установленные нормативы ПДК (табл. 1). Суммарный объем выброса всех загрязняющих веществ без очистки составляет 34,103 т/год, твердых веществ – 9,725 т/год, газообразных – 24,377 т/год (рис. 2).

Таблица 1

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу НПС «Тайшет», после очистки

Загрязняющее вещество	Используемый критерий	Значение критерия мг/м ³	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
				г/с	т/год
1	2	3	4	5	6
диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	ПДК с/с	0,04	3	0,019	0,131
диЖелезо триоксид (Железа оксид) (Пыль металлическая)	ПДК с/с	0,04	3	0,003	0,049
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	ПДК м/р	0,01	2	0,0004	0,0022
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,2	3	1,863	2,210
Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,4	3	0,303	0,359
Водород хлорид	ПДК м/р	0,2	2	0,016	0,613
Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,15	3	0,549	0,871
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,5	3	0,979	6,719
Дигидросульфид (Сероводород)	ПДК м/р	0,008	2	0,003	0,006
Углерод оксид	ПДК м/р	5	4	2,734	3,749
Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02	2	0,114	0,099
Фториды плохо растворимые	ПДК м/р	0,2	2	0,00005	0,0001
Смесь углеводородов предельных C ₁ -C ₅	ОБУВ	50		4,186	7,659
Смесь углеводородов предельных C ₆ -C ₁₀	ПДК м/р	60	4	1,548	2,833
Бензол	ПДК м/р	0,3	2	0,020	0,037

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	ПДК м/р	0,2	3	0,006	0,012
Метилбензол (Толуол)	ПДК м/р	0,6	3	0,013	0,023
Бенз/а/пирен (3,4- Бензпирен)	ПДК с/с	1,00E-06	1	0,000003	0,000006
Формальдегид	ПДК м/р	0,035	2	0,021	0,0001
Углеводороды по бензину	ПДК м/р	5	4	0,052	0,032
Углеводороды по керосину	ОБУВ	1,2		0,564	0,026
Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	ПДК м/р	1	4	0,004	0,0006
Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)	ПДК с/с	0,002	2	0,002	0,012
Пыль неорганическая: 70- 20% SiO ₂ (Пыль сварочная)	ПДК м/р	0,3	3	0,00005	0,0001
Пыль неорганическая: 70- 20% SiO ₂ (Летучая зола)	ПДК м/р	0,3	3	2,866	1,238
Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)	ОБУВ	0,04		0,00008	0,030
Всего веществ: 26				15,865583	26,711106
в том числе твердых: 10				3,439583	2,333406
жидких/газообразных: 16				12,426	24,3777

Газопылеочистительное оборудование установлено только в механическом цехе предприятия, поэтому в основном улавливаются твердые вещества – пыль металлическая и абразивная, после очистки их участие уменьшается более чем в 4 раза и составляет – 2,3334 т/год, газообразных – 24,3777 т/год. Суммарный валовый выброс всех загрязняющих веществ после очистки снижается до 26,7110 т/год (рис. 3).

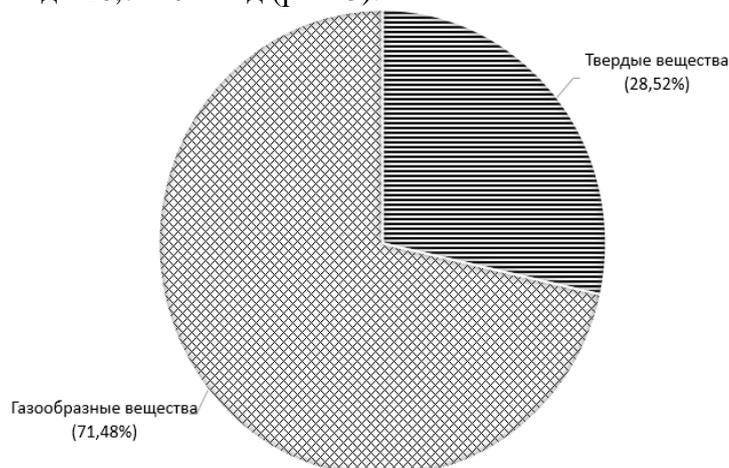


Рис. 2. Суммарный валовый выброс загрязняющих веществ без учета очистки, %

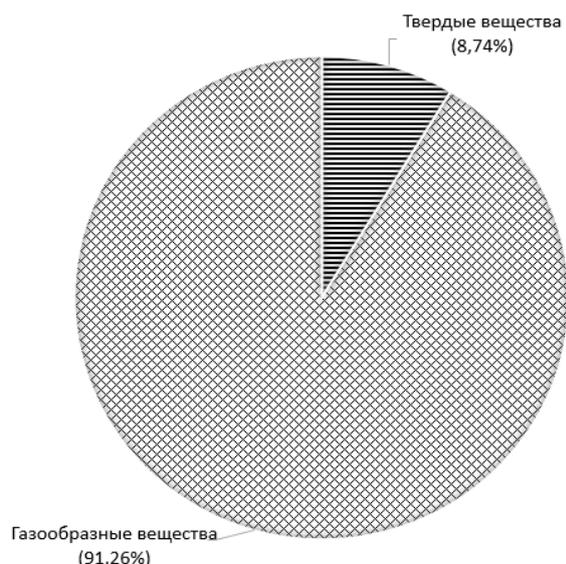


Рис. 3. Суммарный валовый выброс загрязняющих веществ с учетом очистки, %

Более точно оценить степень воздействия загрязняющих веществ на природную среду и ее компоненты, включая человека, позволяет такой критерий как величина приземной концентрации вещества. Этот показатель и соответствующие ему карты рассеивания веществ рассчитываются с учетом расположения источников выброса загрязняющих веществ, особенностей метеорологического и климатического режимов, рельефа и др. В данном исследовании при составлении карт рассеивания загрязняющих веществ, кроме указанных выше критериев, учитывали размеры санитарно-защитной зоны, расположение жилой застройки и лесных массивов (рис. 3, 4). Для НПС «Тайшет» размер санитарного разрыва по проекту составляет 100 метров (Санитарно-эпидемиологическое заключение №38.ИЦ.06.000.Т.000823.08.10 от 02.02.2010 г.). Ближайшая жилая зона (с. Березовка) расположена в западном направлении на расстоянии 170 м от площадки, в северо-восточном направлении (г. Тайшет) на расстоянии 600 м от площадки.

Результаты исследования показали, что максимальные приземные концентрации 23 загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной (СЗЗ) и жилой зон не превышают установленных санитарно-гигиенических нормативов и учет фонового загрязнения атмосферы для них не требуется (табл. 2).

Таблица 2
Максимальные приземные концентрации на границе санитарно-защитной и жилой зон без учета фонового загрязнения

Загрязняющее вещество	Расчетная максимальная приземная концентрация, в долях ПДК	
	В жилой зоне	на границе СЗЗ
1	2	3
диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо) / диЖелезо триоксид (Пыль металлическая)	0,02	0,04
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,01	0,03
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,43	0,65
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,03	0,05
Углерод (Сажа)	0,21	0,31
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,08	0,10
Дигидросульфид (Сероводород)	0,13	0,29
Углерод оксид	0,03	0,07
Фториды газообразные	0,20	0,25
Смесь углеводородов предельных C ₁ -C ₅	0,03	0,06
Смесь углеводородов предельных C ₆ -C ₁₀	0,0078	0,02
Бензол	0,02	0,04

Продолжение таблицы 2

Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0096	0,02
Метилбензол (Толуол)	0,0064	0,01
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,01	0,02
Формальдегид	0,03	0,04
Углеводороды по бензину	0,0018	0,0044
Углеводороды по керосину	0,02	0,04
Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,00098	0,0036
Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂ (Пыль сварочная, Летучая зола)	0,59	0,85
Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)	0,00078	0,0021
Азота диоксид и оксид, мазутная зола, серы диоксид*	0,55	0,81
Сероводород, формальдегид*	0,13	0,30
Серы диоксид и сероводород*	0,20	0,38
Углерода оксид и пыль неорганическая*: 70-20% SiO ₂	0,62	0,91
Фтористый водород и плохо растворимые соли фтора*	0,20	0,25
Серы диоксид, азота диоксид*	0,32	0,47
Серы диоксид и фтористый водород*	0,29	0,35

* - группы суммаций

Максимальные приземные концентрации шести веществ превышают 0,1 ПДК, это диоксид серы, диоксид азота, дигидросульфид, сажа, газообразные фториды, пыль неорганическая (табл. 2). Максимальная приземная концентрация диоксида азота в контрольной точке на границе жилой зоны составила 0,43 ПДК, санитарно-защитной – 0,65 ПДК, диоксид серы превышает 0,1 ПДК на границе санитарно-защитной зоны (рис. 4, 6). Более значительные показатели превышения по этому критерию выявлены у всех групп суммаций загрязняющих веществ, диапазон их изменений 0,2-0,9 ПДК.

В связи с этим необходимо оценить рассеивание указанных веществ с учетом фонового загрязнения. Однако, в Иркутском гидрометеорологическом центре материалы имеются только по двум веществам, для которых были рассчитаны максимальные приземные концентрации с учетом фонового загрязнения (табл. 3). Для диоксида азота этот показатель составил 0,46 ПДК на границе жилой зоны и 0,69 ПДК в санитарно-защитной; для диоксида серы – 0,11 ПДК на границе санитарно-защитной зоны (рис. 5, 7).

Таблица 3

Максимальные приземные концентрации на границе санитарно-защитной и жилой зон с учетом фонового загрязнения

Загрязняющее вещество	Расчетная максимальная приземная концентрация, в долях ПДК	
	В жилой зоне	на границе СЗЗ
1	2	3
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,46	0,69
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,09	0,11
Серы диоксид, азота диоксид	0,34	0,49

Исследуемые загрязняющие вещества оказывают негативное воздействие, в первую очередь, на состояние здоровья жителей города, во-вторых, на другие живые организмы – растения, животные, грибы [8, 10]. Они накапливаются как в биотических, так абиотических (почва, вода, воздух) компонентах экосистем и поступают в круговорот веществ. В связи с этим, актуально изучение их содержания в природной среде, в частности в атмосфере.

При увеличении концентрации диоксида серы (SO₂) в воздухе повышается вероятность сердечнососудистых и легочных заболеваний у человека, бронхиальная астма – наиболее частое заболевание людей, дышащих воздухом с повышенным содержанием диоксида серы; установлена тесная связь повышенной смертности при бронхитах с повышенной концентрацией диоксида серы в воздухе [8, 1, 4].

Оксиды азота (NO, NO₂), сажа отрицательно влияют на эпителий органов дыхания, вызывают отеки, при длительном их воздействии на человеческий организм нарушается

деятельность центральной нервной системы [1, 12, 13]. Загрязнение воздуха поллютантами сопровождается образованием устойчивых аномалий повышенного содержания загрязнителей в воде, почве и растениях.

Таким образом, исследования показали, что веществами, максимальные приземные концентрации которых превышают показатели ПДК в санитарно-защитной и жилой зонах являются – диоксид азота, диоксид серы, дигидросульфид, сажа, газообразные фториды, пыль неорганическая. Основными источниками их поступления в воздушную среду являются: котельная, транспорт, установка по сжиганию промасленных и нефтесодержащих отходов, дизельная электростанция. Ни одно из указанных производств не оборудовано пылегазоулавливающими установками, необходимо срочно провести инженерно-технические работы по использованию новых, более эффективных методов пыле- и газоочистки на указанных производствах.

Котельную, дизельную электростанцию и транспорт целесообразно перевести на топливо с меньшим содержанием вредных примесей. С целью большего рассеивания вредных веществ необходимо продумать эффективность изменения высоты дымовой трубы котельной.

На листьях деревьев и кустарников оседает до 72% взвешенных в воздухе частиц, поэтому считаем целесообразным отделить территорию нефтеперекачивающей станции от жилой части зеленой буферной зоной из деревьев и кустарников для локализации и нейтрализации токсичных выбросов [5, 8].

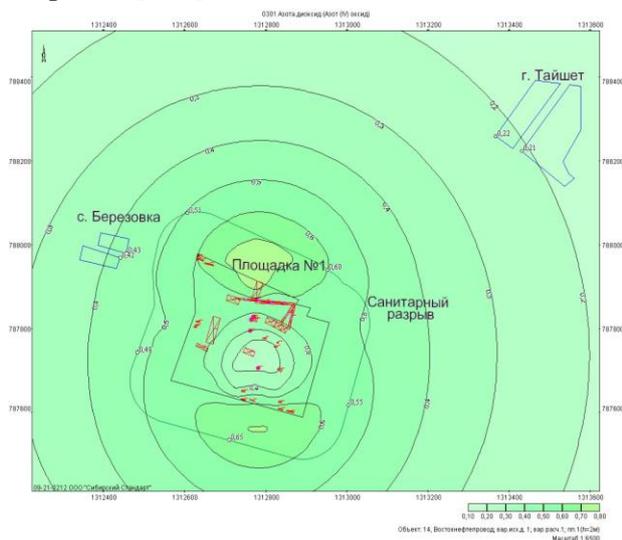


Рис. 4. Карта рассеивания диоксида азота без учета фоновго загрязнения

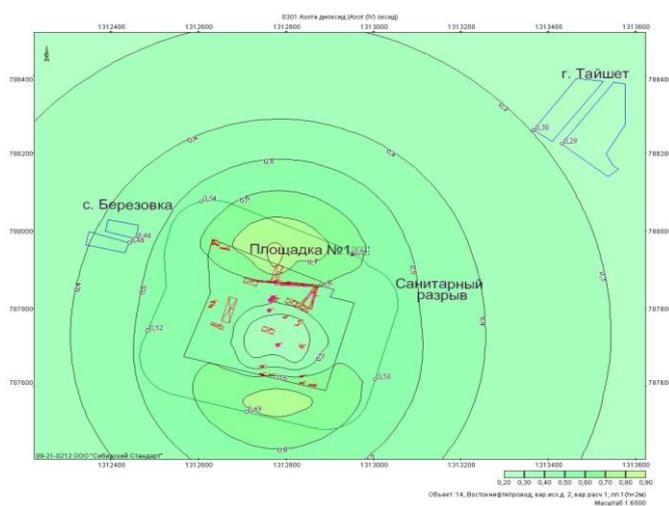


Рис. 5. Карта рассеивания диоксида азота с учетом фоновго загрязнения

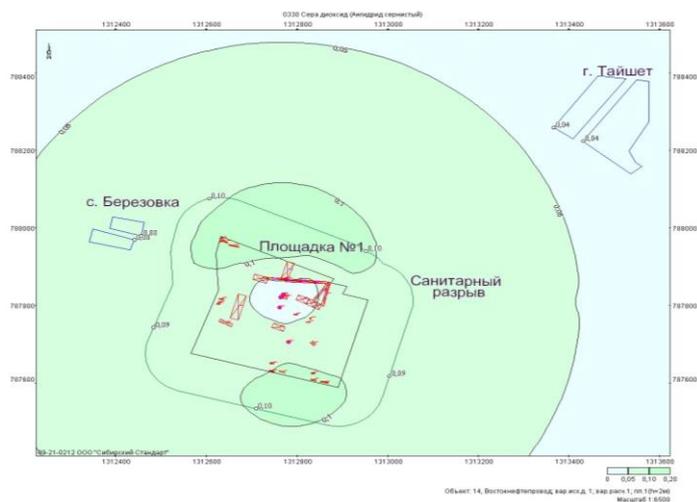


Рис. 6. Карта рассеивания диоксида серы без учета фоновго загрязнения

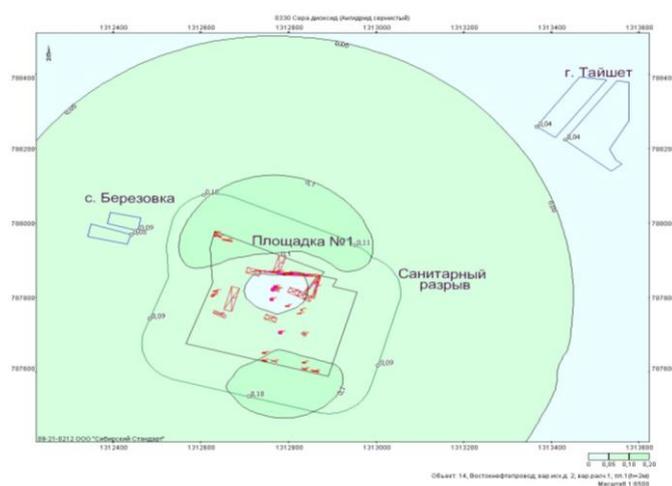


Рис. 7. Карта рассеивания диоксида серы с учетом фоновго загрязнения

Заключение

В атмосферу города Тайшета и его окрестностей от нефтеперекачивающей станции поступает 26 загрязняющих веществ, суммарный выброс которых без очистки составляет 34,103 т/год, после механической очистки – 26,711 т/год.

По результатам проведенных исследований установлено, что максимально-разовые, среднесуточные и максимальные приземные концентрации 16 веществ соответствуют требованиям СанПиН 2.1.6.1032-01 и не оказывают вредное воздействие на природную среду города Тайшета и его окрестностей.

Превышают показатели предельно допустимых концентраций по основным критериям качества воздушной среды – диоксид серы, диоксид азота, дигидросульфид, сажа, газообразные фториды и пыль неорганическая. Для этих веществ, превышения, в долях ПДК, показателя максимальной приземной концентрации в контрольной точке на границе жилой зоны и санитарно-защитной составляют от 0,2 ПДК до 0,85 ПДК. С учетом фоновго загрязнения, максимальная приземная концентрация диоксида азота на границе ближайшей жилой застройки достигает 0,46 ПДК, в санитарно-защитной зоне – 0,69 ПДК; диоксида серы на границе санитарно-защитной зоны – 0,11 ПДК. Эти загрязнители являются ведущими загрязнителями воздушной среды, высокотоксичными элементами 2 и 3 класса опасности, которые оказывают негативное воздействие на здоровье населения города и природную среду. В связи с этим необходим постоянный мониторинг состояния компонентов природной среды города и его окрестностей.

С целью снижения негативного воздействия аэровыбросов нефтеперекачивающей станции необходимо провести ряд предложенных технологических, специальных и планировочных мероприятий.

На основе материалов исследования получено санитарно-эпидемиологическое заключение в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», утверждены нормативы предельно допустимых выбросов исследуемых загрязняющих веществ в Управлении Росприроднадзора по Иркутской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биличенко Т.Н., Чигирева Э.И., Ефименко Н.В. и др. Загрязнения атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения. // Пульмонология. – 2003. - №1. – С. 19–21.
2. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Иркутской области в 2011 году» // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области. – Иркутск, 2012. – 256с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области за 2012 год». – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. – 337с.
4. Ефимова Н.В., И.В. Тихонова, О.В. Жигалова и др. Ингаляционный риск здоровью населения на территориях размещения химических предприятий (на примере Иркутской области) // Сибирский медицинский журнал. – 2009. - №5. – С.111–113.
5. Кулагин А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190с.
6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное) // ОАО «НИИ Атмосфера», Санкт-Петербург, 2012. – 224с.
7. Муниципальные образования Иркутской области: экономико-статистический сборник, часть II // Федеральная служба государственной статистики (ИРКУТСКСТАТ). – Иркутск, 2012. – 40с.
8. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 275с.
9. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 84с.
10. Ревич Б. А. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека / Б. А. Ревич, С. Л. Авалиани, Г. И. Тихонова. – М.: Центр экологической политики России, 2004. – 267с.
11. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17 мая 2001 г.). – 9с.
12. Хаитов Р.М., Пинегин Б.В., Истамов Х.И. Экологическая иммунология. – М.: Издательство ВНИРО, 1995. – 320с.
13. Экология и здоровье детей / Под редакцией М. Я. Студиникина, А.А. Ефимовой. – М.: Медицина. – 1998. – 384с.

REFERENCES

1. Bilichenko T.N., Chigireva E.I., Efimenko N.V. i dr. Zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа i bolezni organov dykhaniya u naseleniya [Air pollution and respiratory diseases of the population]. Pulmonologiya [Pulmonology], 2003. No. 1, pp. 19–21.
2. Gosudarstvennyy doklad «O sanitarno-epidemiologicheskoy obstanovke v Irkutskoy oblasti v 2011 godu» [State report «About the sanitary-epidemiological situation in the Irkutsk region in 2011»]. Upravleniye Federalnoy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka po Irkutskoy oblasti [Administration of federal service of consumer protection and people's welfare supervision in the Irkutsk region], 2012, 256 p.
3. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Irkutskoy oblasti za 2012 god» [State report «About the condition and the environmental protection in the Irkutsk region for 2012»]. Izdatelstvo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN [Publishing House of the Institute of Geography named after V.B. Sochava SB RAS], 2013, 337 p.
4. Efimova N.V., Tikhonova I.V., Zhigalova O.V. i dr. Ingalyatsionnyy risk zdorovyu naseleniya na territoriyakh razmeshcheniya khimicheskikh predpriyatiy (na primere Irkutskoy oblasti) [Inhalation health risk of the population on the areas with chemical enterprises (by the

example of the Irkutsk region)] // Sibirskiy meditsinskiy zhurnal [Siberian medical journal], 2009, No. 5, pp. 111–113.

5. Kulagin A.A. Drevesnyye rasteniya i biologicheskaya konservatsiya promyshlennykh zagryazniteley [Arboreal plants and biological conservation of industrial pollutants]. Nauka [Science], 2005, 190 p.

6. Metodicheskoye posobiye po raschetu. normirovaniyu i kontrolyu vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernyy vozdukh (Dopolnennoye i pererabotannoye) [Methodical manual on calculation, standartisation and control of the air pollutant emissions (expanded and redesigned manual)] OAO «NII Atmosfera» [OAO «NII Atmosfera»], 2012, 224 p.

7. Munitsipalnyye obrazovaniya Irkutskoy oblasti: ekonomiko-statisticheskiy sbornik. chast II [Municipalities in the Irkutsk region: economico-statistical collection, part 2]. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (IRKUTSKSTAT) [Federal State Statistics Service (Irkutskstat)], 2012, 40 p.

8. Nikolayevskiy V.S. Biologicheskiye osnovy gazoustoychivosti rasteniy [Biological foundations of plants gas resistance]. Nauka [Science], 1979, 275 p.

9. OND-86. Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernom vozdukh vrednykh veshchestv. sodержashchikhsya v vybrosakh predpriyatiy [OND-86. Method of pollutant concentration calculation from enterprises' emission in the atmospheric air]. Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Center Publishing], 1987, 84 p.

10. Revich B. A. Osnovy otsenki vozdeystviya zagryaznennoy okruzhayushchey sredy na zdorovye cheloveka [Fundamentals of polluted environment impact assessment on the human health]. Tsentr ekologicheskoy politiki Rossii [Center for Environmental Policy of Russia], 2004, 267 p.

11. SanPiN 2.1.6.1032-01 «Gigiyenicheskiye trebovaniya k obespecheniyu kachestva atmosfernogo vozdukha naseleennykh mest» (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 17 maya 2001 g.) [SanPiN 2.1.6.1032-01. «Hygienic requirements for quality assurance of atmospheric air of the inhabited places» (approved by the chief state sanitary doctor of Russian Federation on 17 May 2017)], 9 p.

12. Khaitov R.M., Pinegin B.V., Istamov Kh.I. Ekologicheskaya immunologiya [Environmental immunology]. Izdatelstvo VNIRO [Publishing company VNIRO], 1995, 320 p.

13. Ekologiya i zdorovye detey [Ecology and children's health]. Pod redaktsiyey M.Ya.Studinikina, A.A. Efimova [Edited by M.Ya.Studinikin, A.A. Efimova]. Medicina [Medicine], 1998, 384 p.

Информация об авторах

Копылова Надежда Сергеевна – магистрант. Иркутский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: kopylovan@mail.ru.

Янчук Татьяна Михайловна – к.б.н., доцент кафедры «Ботаники», Иркутский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: panytm@mail.ru.

Information about the authors

Kopylova Nadezhda Sergeevna – undergraduate (master student), Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: kopylovan@mail.ru.

Yanchuk Tatiana Mikhailovna – Ph.D. of Biology Science, Associate Professor, the Subdepartment of Botany, Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: panytm@mail.ru.