

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КРУПНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЛИПЕЦКА)

Город Липецк среди областных городов Центрального Черноземья выделяется развитием черной металлургии, машиностроения, стройиндустрии, энергетики. Все эти производства оказывают существенное влияние на окружающую среду. Санитарные врачи и метеорологи дают объективную оценку состояния атмосферы в городе при помощи регулярных наблюдений. Но это всего лишь язык цифр. Он не отображает многогранного действия загрязненного воздуха на растения, животных и человека. Представляется важным дать комплексную оценку загрязнения воздушной среды крупного металлургического центра – Липецка. Для решения этой задачи необходимо было объединить все возможные методы оценки степени загрязнения воздуха, как прямые (инструментальные измерения концентраций различных веществ), так и косвенные – ответ биологических организмов на существующее загрязнение. Для решения первой задачи используются данные Росгидромета, ЦГСЭН, отдельных специалистов в области охраны окружающей среды, а также публикации авторов, занимающихся научными исследованиями в этой области.

Состояние загрязнения воздушной среды в Липецкой области и областном центре

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – это суммарное загрязнение воздуха в долях ПДК диоксида серы. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается низким, если ИЗА ниже 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА равном или больше 14. В Липецке, где данный показатель выше 14, веществами, определяющими высокий уровень ИЗА, являются **фенол, аммиак, формальдегид и диоксид азота** [2].

Состояние атмосферного воздуха в **Липецкой области** год от года остается напряженным. До 90% выбросов предприятий приходится на производства, связанные с черной металлургией, доля автомобильного транспорта составляет 30% от общего загрязнения атмосферы, но в сравнительном аспекте с сопредельными регионами это немного.

В пределах центральной России Липецкая область занимает лидирующее положение по концентрациям **формальдегида** в атмосфере, зачастую превышающим 20 мкг/м³. Отмечаются и высокие концентрации марганца (0,57–0,66 мкг/м³) [5]. Большинство городов ЦЧО имеют невысокие средние концентрации марганца в атмосферном воздухе, составляющие порядка 0,03–0,07 мкг/м³. Среди городов Центральной России Липецк лидирует в списке регионов, загрязненных медью, где ее концентрация превышает 0,36 мкг/м³. **Медь** также поступает в воздух с выбросами металлургических производств. В выбросах твердых веществ она содержится, в основном, в виде соединений оксида меди. В Липецке отмечаются и значительные концентрации **оксидов азота** (96 мкг/м³) [3].

Таким образом, и область и сам г. Липецк, относятся к экологически неблагоприятным регионам в общероссийских масштабах вследствие большой техногенной нагрузки. По данным областного ЦГСЭН, в 2002 году по сравнению с 1997 достигнуто снижение загрязнения атмосферного воздуха под факелом ОАО «НЛМК» на расстоянии 1 км по максимальным из разовых концентраций бензола в 5 раз, толуола – в 2,2 раза, ксилола – в 3 раза, этилбензола – в 42 раза, формальдегида – в 1,2 раза. За этот же период по данным комплексной лаборатории по мониторингу загрязнения природной среды Липецкого центра гидрометеороло-

гии по всем постам, расположенным в городе Липецке, наблюдается снижение степени загрязнения, по диоксиду серы в 1,2 раза.

В то же время в 2002 г. по сравнению с 1997 г. на расстоянии 1 км под факелом ОАО «НЛМК» отмечался рост степени загрязнения атмосферного воздуха по максимальным из разовых концентраций следующих компонентов: свинца – в 6,3 раза, фтористого водорода – в 1,4 раза, двуокси азота – в 1,1 раза, взвешенных веществ – в 2,7 раза, фенола – в 1,8 раза, аммиака – в 2,1 раза, сероводорода – в 1,9 раза, оксида углерода – в 1,8 раза. За этот же период (по данным комплексной лаборатории по загрязнению природной среды Липецкого центра гидрометеорологии) на стационарном посту, расположенном на границе однокилометровой санитарно-защитной зоны ОАО

«НЛМК», отмечался рост степени загрязнения атмосферного воздуха: среднегодовых концентраций по взвешенным веществам, диоксиду азота, фенолу, сероводороду и окиси углерода [3].

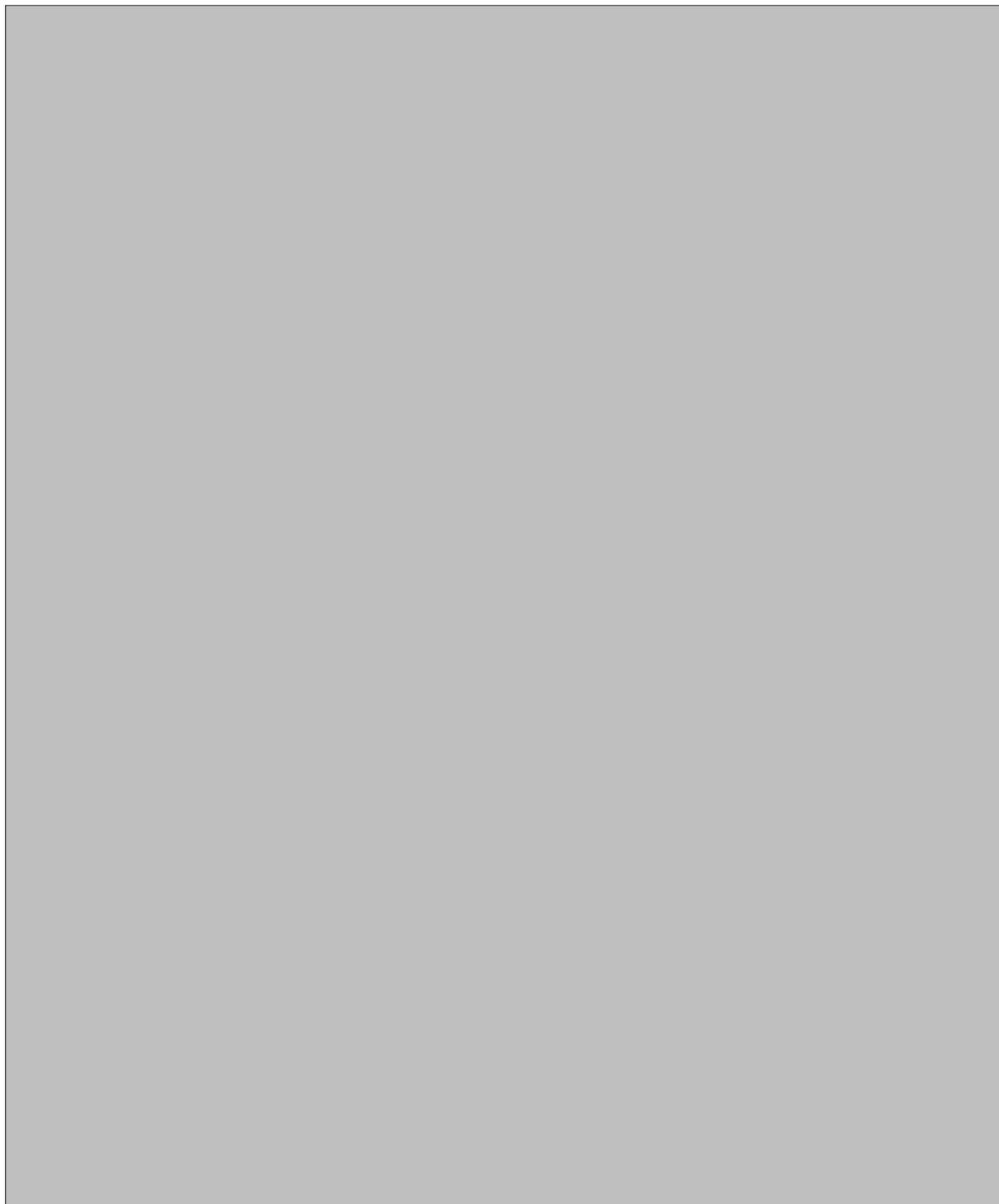
В настоящем обзоре анализируются данные порядка 30 предприятий г. Липецка различных отраслей с негативным влиянием на окружающую среду, в том числе и на атмосферный воздух. Не учтенные нами предприятия либо имеют неорганизованные источники выбросов, либо их вклад в суммарное загрязнение незначителен. Количество только учтенных или, как их принято называть, организованных источников выбросов составляет порядка 4 тыс. единиц. В городе Липецке создана и внедрена первая очередь автоматизированной эколого-информационной системы, предназна-

Таблица 1

Сводные данные выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по городу Липецку за 1995-2000 гг. [по материалам ЦГСЭН г. Липецка]

Предприятие	Количество источников выбросов, штук	Выброшено в атмосферу (среднее за 5 лет), тонн
1. НЛМК	1535	365056
2. Завод пусковых двигателей	25	26,090
3. Станкостроительный завод	177	96,517
4. Цементный завод	75	8481,7
5. Тепловые сети (Липецкэнерго)	5	539,11
6. ТЭЦ-2	5	7495,5
7. Спирт. завод	14	32,963
8. АО Ж/бетон	152	188,79
9. Трубный завод	146	2122,84
10. Тепловые сети ЖКХ	30	648,544
11. Тракторный завод	499	3575,86
12. АО Полимер	70	11,579
13. Нефтебаза	10	112,3
14. ДПИК Сокольское	7	94,87
15. ЮУ-323/2	25	148,613
16. Центролит	246	5223,62
17. Гидромаш	30	133,11
18. Селикатный завод	140	438,225
19. Свободный Сокол	210	5225,59

*Комплексная характеристика загрязнения воздушной среды крупного металлургического центра
(на примере города Липецка)*



- | | |
|--|--|
| <i>1 – минимальное к-во источников</i> | <i>5 – очень высокое к-во источников</i> |
| <i>2 – низкое к-во источников</i> | <i>6 – максимальное к-во источников</i> |
| <i>3 – среднее к-во источников</i> | <i>7 – пост наблюдения за состоянием
воздушной среды</i> |
| <i>4 – высокое к-во источников</i> | |

Рис 1. Размещение стационарных источников выбросов загрязняющих веществ наиболее крупных предприятий и постов мониторинга загрязнения природной среды на территории г. Липецка

*Данные использованные для карт: Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Аналитический доклад ЦГСЭН по Липецкой области. 2002 г.

ченной для решения экологических и экономических задач по охране атмосферы. Сведения о наиболее крупных источниках представлены в таблице 1, пространственное их расположение – на рис. 1.

С учетом выбросов только от стационарных источников нагрузка на одного жителя г. Липецка составляет 714 кг загрязнителей в год.

Значительный вклад в загрязнение атмосферы вносит автомобильный транспорт. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в атмосферный воздух в 2002 г. составили в г. Липецке – 103,5 тыс. т. Они характеризуется следующими показателями: двуокись азота – от 2,4 до 4,8 ПДК, окись углерода – от 1,2 до 1,9 ПДК, акролеин от 1,2 до 3,6 ПДК (замеры проводились в рамках операции «Чистый воздух»). [6] Отбор проб производился на площади Героев, площади Мира, площади Победы и других крупных магистралях города (рис 2).

Следует отметить, что все расчеты объемов выбросов в атмосферный воздух по ОАО

«НЛМК» и других крупных промышленных производств базируются на нормативных показателях и объемах производства (рис 3).

Экологическая схема на рис.3 построена нами по данным объемов производства, без учета метеорологической ситуации. Для фактического учета выбросов по общим объемам и каждому показателю необходимо оснастить источники выбросов индивидуальными приборами контроля и учета. На предприятиях отсутствует согласованная с контролирующими органами долгосрочная программа уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу, практически не ведется создание автоматизированной системы контроля за состоянием выбросов. До сих пор не установлен конечный срок определения предельно допустимых выбросов по всем стационарным источникам и комбинату в целом.

Металлургический комбинат находится в юго-восточной левобережной части города, на противоположном центральной селитьбе бере-

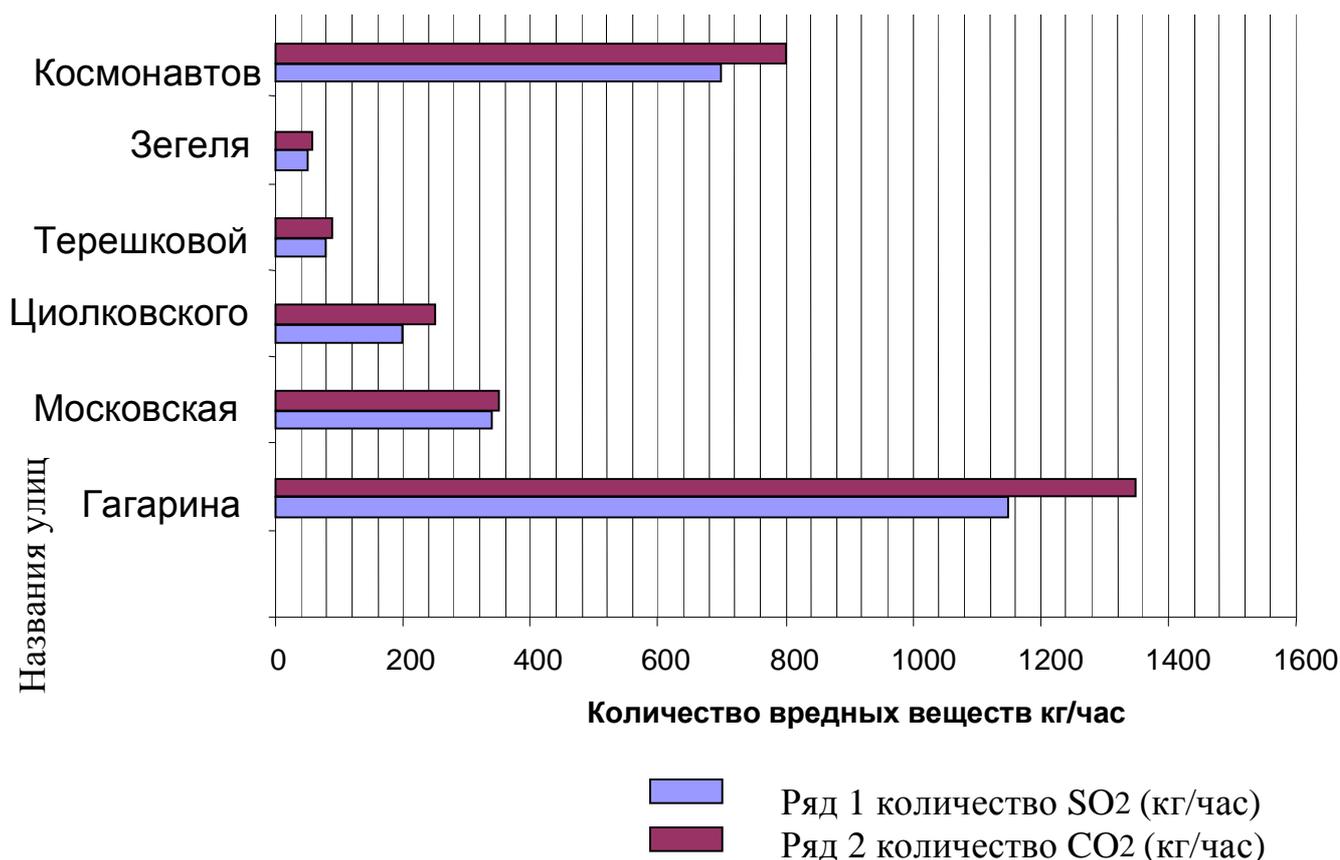


Рис 2. Распределение валовых выбросов автотранспорта по магистралям города

*Данные использованные для карт: Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Аналитический доклад ЦГСЭН по Липецкой области. 2002 г.

*Комплексная характеристика загрязнения воздушной среды крупного металлургического центра
(на примере города Липецка)*



Рис 3. Экологическая схема стационарных источников загрязнения воздушной среды и их неблагоприятного воздействия на территорию г. Липецка

*Данные использованные для карт: Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Аналитический доклад ЦГСЭН по Липецкой области. 2002 г.

О.В. Попова

гу реки Воронеж. Другие достаточно крупные предприятия, например, завод по производству чугуна, трубный завод, расположены на северных, северо-восточных окраинах. Роза ветров в районе Липецка круговая, поэтому город попеременно находится под воздействием выбросов промышленных объектов, размещенных с разных сторон от города. Концентрация примесей в воздухе города повышается при скорости ветра 4-6 м/с, когда загрязненный воздух опускается от высоких источников.

Следует заметить, что уровень загрязнения воздуха при данных выбросах мог бы быть значительно выше. Его снижение обеспечивается хорошей рассеивающей способностью атмосферы. В районе Липецка сравнительно редки застои воздуха, приземные инверсии слабо влияют на рассеивание высоких нагретых выбросов от высоких источников предприятий черной металлургии.

Неблагоприятные условия могут создаваться зимой, особенно в утренние и дневные часы, когда над городом формируется низкая приподнятая инверсия, препятствующая переносу загрязненного воздуха в верхние слои атмосферы. Повторяемость таких инверсий достигает в январе – феврале 31-33% [1].

Визуальное представление о масштабах загрязнения прилежащих к г. Липецку территорий дает схема ореола хронического зимнего загрязнения снежного покрова, полученная в результате глобальных исследований снежного покрова городов с населением более 50 тыс. человек путем дешифрирования спутниковых телевизионных изображений (рис 4). Жирной линией обозначен ореол загрязнения



Рис 4. Схема ореола хронического зимнего загрязнения снежного покрова вокруг г. Липецка по результатам дешифрирования спутниковых телевизионных изображений [5]

*Комплексная характеристика загрязнения воздушной среды крупного металлургического центра
(на примере города Липецка)*

с постоянным превышением нормы альbedo снега в 2 раза. [4] При площади пятна городской застройки в 40 км², площадь пятна загрязнения составляет 990 км².

Биоиндикация загрязнения воздушной среды г. Липецка

С позиций охраны природы фактические концентрации загрязнителей (ПДК, ПДВ, ПДД) в среде малоинформативны, так как отображают информацию об отдельных компонентах экосистемы. Важно знать биологический эффект воздействия различных веществ, который наглядно можно наблюдать по реакциям биологических объектов. А с их помощью можно оценить дальность распространения воздушного загрязнения от источника и интенсивность его влияния.

Лихеноиндикация. Автором проводился анализ эпифитной лишайниковой растительности городских ландшафтов г. Липецка. Известно, что лишайники являются одними из самых чувствительных биоиндикаторов воздушного загрязнения. Городская территория была разделена на несколько ландшафтных микрозон, в которых проводился анализ.

В разных микрозонах города наблюдались значительные отклонения в видовом составе лишайников. Так, наибольшее количество видов – 8, было обнаружено в пойменно-водохранилищной ландшафтно-техногенной микрозоне, а в левобережной надпойменно-террасовой промышленно-селитебной зоне наблюдается полное отсутствие эпифитной лишайниковой растительности. Территориально последняя зона совпадает с областью перекрытия пятен выбросов ОАО «НЛМК» и ОАО «ЛТЗ».

Пространственно эти две микрозоны расположены очень близко, но пойменно-водохранилищная микрозона защищена от воздействия выбросов комбината «эффектом аэродинамической трубы» реки Воронеж, снижающим загрязнение примерно на 50% [1].

В рамках плакорно-селитебной микрозоны наименьшее видовое разнообразие лишайников приурочено к участкам, приближенным к самым загрязненным магистралям города (ул. Гагарина, ул. Космонавтов). Низкое же видовое разнообразие в районе ул. Неделина объясняется неблагоприятными условиями рассеивания в рамках приречной (склоновой) селитебно-промышленной микрозоны (большой уклон местности) и малой площадью зеленых насаждений. При этом, смена доминантов (с кустистых и листоватых на накипные лишайники) наиболее заметна при сравнении результатов пригородного контрольного участка с данными по плакорно-селитебной микрозоне. В пределах последней сконцентрирована большая часть автотранспортных магистралей. Наличие «лишайниковой пустыни» в районе санитарно-защитной зоны НЛМК вполне объяснимо в связи с большим количеством неорганизованных выбросов из низких труб. Примером могут служить не только лишайники, но и поврежденные более чем на 1,5 тысячах га зеленые насаждения НЛМК, где выбросы оказали на них губительное воздействие, особенно на хвойные породы. На участках, прилегающих к коксохимическому и азотно-туковому производству, в районе аглофабрики, деревья сосны обыкновенной сбрасывают хвою прошлых лет [8].

Таблица 2

Характеристика ореола хронического зимнего загрязнения снежного покрова вокруг г. Липецка по результатам дешифрирования спутниковых телевизионных изображений [6]

Численность населения, (N) тыс. чел.	Площадь пятна застройки, (F), кв. км.	Площадь ореола, (A) кв. км.	Характерные показатели формы ореола			
			Длина, км	Коэффициент формы	Наибольшая удаленность от центра города, км	Наименьшая удаленность от центра города, км
518	40	990	37	0,76	22	10

Использование клена платанолистного для оценки дальности и интенсивности металлургического производства. Нами была определена дальность и интенсивность распространения тяжелых металлов (ТМ) от источника. Основанием для выбора ряда анализируемых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь) стал тот факт, что лабораторией ЦГСЭН по Липецкой области регулярно проводится анализ атмосферного воздуха на содержание этих компонентов как приоритетных среди других ТМ [6]. Нами проводилась оценка дальности влияния металлургического производства с помощью клена платанолистного (*Acer platanoides*). Получены материалы количественного анализа ТМ в листовых пластинах этого вида, собранных на территории Липецкой области на различном расстоянии от источника загрязнения – Новолипецкого металлургического комбината, в направлении преобладающего ветра. Изучался также процент поражения и омертвения листовых пластин. В результате сделаны следующие выводы:

По мере удаления от комбината на основе результатов химического анализа листовых пластин клена платанолистного можно условно выделить 3 зоны загрязнения тяжелыми металлами: 1) зона наиболее интенсивного загрязнения (0-5 км); 2) зона интенсивного загрязнения (5-10 км); 3) зона воздействий средней интенсивности (10-40 км); 4) зона снижения загрязнения (40-60 км).

На основе биоиндикационных исследований можно также условно выделить зоны видимых неблагоприятных воздействий по всей совокупности загрязнителей металлургического производства, особенно окислов серы.

Зона первичных повреждений. Территориально совпадает с подфакельной зоной высоких труб. Характеризуется преобладанием точечных хлорозов и некрозов. Тип повреждений связан с выпадением осадков, содержащих соединения, способные вызвать разовые ментальные повреждения (H_2SO_4 и HNO_3).

Зона максимальных повреждений. Характеризуется сильными физиологическими повреждениями листовых пластин. Некроз имеет не точечный, а пятнистый характер, не толь-

ко биогеохимического, но и паразитарного происхождения. Его площадь составляет около 50%. Возникновение такой зоны на расстоянии 5 км от источника может быть связано с переходом некоторых газообразных загрязнителей (SO_2 и NO_2) в жидкую фазу и наиболее интенсивным выпадением H_2SO_4 и HNO_3 с осадками.

Зона средних повреждений. Составляет расстояние 10-20 км от источника загрязнения. Повреждения имеют характер межжилкового некроза с численным значением около 20%. Проявления паразитарного некроза редки.

Зона эпизодических повреждений. При удалении от источника загрязнения на 40-60 км выраженные некрозы и хлорозы проявляются в меньшей степени и составляют от 5 до 10%.

Проведенные исследования показали, что дальность выраженного влияния предприятия составляет порядка 40 км. Но и на расстоянии 60 км, несмотря на то, что основные концентрации металлов приближаются к фоновым значениям, физиологическое состояние зеленых частей исследуемого объекта можно назвать лишь удовлетворительным. Очевидно, дальность влияния столь крупного производства на прилегающую территорию превышает 60 км, о том, что это действительно так, свидетельствуют исследования продуктов животноводства на территории области.

Загрязнение продукции животноводства. В хозяйствах Липецкой области, удаленных на расстоянии 5, 100 и 150 км к северо-западу от Новолипецкого металлургического комбината, оценена миграция тяжелых металлов (ТМ). Содержание ТМ в продуктах животноводства по мере удаления от источника загрязнения заметно снижается, однако даже в хозяйствах, удаленных на значительные расстояния, концентрация ТМ в молоке и мясе превышает предельно-допустимые уровни (таблица 3) [7].

Это подтверждает тот факт, что влияние металлургического производства распространяется гораздо дальше, чем предполагалось в начале исследования. И распространяется, как минимум, на 150 км от источника.

Выводы. 1. По уровню загрязнения атмосферы г. Липецк занимает лидирующее поло-

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в продуктах животноводства на разном удалении от источника загрязнения [7]

Наименование хозяйств	Расстояние, (L, км)	Продукты	Элементы, мг/кг (л) продукта			
			Cr	Ni	Fe	Cd
ОПХ «Липецкое»	5	молоко	6,73	2,71	44,5	0,010
		мясо	3,43	2,20	45,7	0,010
Колхоз «Заря Коммунизма»	100	молоко	0,19	0,40	7,0	0,005
		мясо	0,44	0,80	51,0	0,008
ТОО «Покрово-Казацкое»	150	молоко	0,12	0,36	7,2	0,004
		мясо	0,35	0,86	33,5	0,030
Норматив		молоко	0,10	0,10	3,0	0,030
Норматив		мясо	0,20	0,50	50,0	0,050

жение в ряду соседних с ним промышленных центров с идентичными климатическими условиями. Основными загрязнителями воздушной среды являются продукты металлургического производства, среди которых, особо можно выделить постоянные превышения предельно допустимых концентраций диоксида серы, оксида углерода, взвешенных частиц, фенола, паров соляной кислоты и веществ 1 класса опасности: никеля, хрома, свинца, ванадия, бенз(а)пирена.

2. В городских пределах насчитывается порядка 4 тыс. стационарных организованных источников выбросов. Они, главным образом, сосредоточены в левобережной промышленной части города, где располагаются Новолипецкий металлургический комбинат и тракторостроительный завод. Зона перекрытия выбросов этих 2-х предприятий и является областью наиболее интенсивного загрязнения, что подтверждается биоиндикацией с помощью эпифитных лишайников. Правобережная селитебная часть менее подвержена промышленному прессингу, сниженному за счет выдува выбросов вдоль долины р. Воронеж. Там приобретают значение выбросы автотранспорта, приуроченные к основным городским магистралям.

3. Дальность влияния металлургического производства на прилегающую территорию по разным данным составляет от 40 до 150 км. Исходя из исследований, приведенных в ста-

тье, можно определить влияние металлургического производства в радиусе 40 км, как интенсивное, а на расстоянии от 40 до 60 км как значительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая [и др.]; под ред. Э.Ю. Безуглой. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 251 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Российской Федерации в 2001 году». – М.: Наука, 2002. – 674 с.
3. Доклад о состоянии окружающей природной среды Липецкой области в 2001 году. – Липецк: Изд-во ЛЭГИ, 2002. – 182 с.
4. Зоны загрязнения снежного покрова вокруг городов на территории РФ / Каталог ореолов для городов с населением более 50 тыс. человек. – СПб.: Гидрометеоздат, 1994. – 201 с.
5. Калущков В.Н. Производство черных металлов и природная среда (географический аспект). Достижения и перспективы / В.Н. Калущков // Природные ресурсы и окружающая среда. – 1984. – Вып. 33, №11. – С. 96-110.
6. Логинов В.А. Решение проблемы снижения вредного воздействия автотранспортного комплекса города на биосферу / В.А. Логинов, В.М. Тонких // Экология ЦЧО РФ. – 1999. – №1. – С. 24-28.
7. Экологическое воздействие загрязнения атмосферного воздуха на здоровье жителей города Липецка / С.И. Савельев [и др.] // Экология ЦЧО РФ. – 2001. – Т. 12, №2. – С. 5-8.
8. Шакалова О.В. Применение методов лишайиндикации для определения гигиенического состояния ландшафтно-техногенных микрозон крупного промышленного центра / О.В. Шакалова, О.В. Попова // Труды молодых ученых – Воронеж, 2003. – Вып. 1. – С. 114-118.