



УДК 504.3.054(571.53)

## **Загрязнение атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта на территории туристско-рекреационной зоны побережья озера Байкал**

С. Ж. Вологжина, С. А. Новикова, Ф. М. Ясько

*Иркутский государственный университет, Иркутск*

**Аннотация.** Проведена оценка загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспортных средств на примере одного из самых посещаемых туристами мест на побережье оз. Байкал. Собраны данные о количестве автотранспорта, въезжающего и выезжающего из пос. Листвянка. Проведено 41 видеонаблюдение за составом и интенсивностью движения потока автотранспорта в выходные дни в феврале 2015 и 2016 гг. и июле 2015 г. во временные промежутки, проходящиеся на самый массовый поток автомобилей на рассматриваемой территории. В феврале 2016 г. с помощью газоанализатора выполнены замеры содержания в атмосферном воздухе оксида углерода, диоксида серы, проведено сравнение результатов замеров с величинами предельно допустимых концентраций. С помощью стандартной методики рассчитаны количественные величины загрязняющих веществ: оксидов азота, диоксида серы, оксида углерода, углеводородов, бенз(а)пирена, формальдегида, сажи в отработанных газах автотранспорта. Максимальные величины оксида углерода, углеводородов и диоксида серы, рассчитанные по данным натурных наблюдений, в январе-феврале превышают значения показателей июня-июля, выбросы оксидов азота, бенз(а)пирена, формальдегида, сажи имеют прирост в июне-июле. В связи с увеличением количества автобусов и микроавтобусов средние величины по всем загрязняющим веществам в летний период 2015 г. превышают значения зимнего периода 2015 г. Отмечены наибольшие увеличения выбросов формальдегида – на 90 %, сажи – на 60 %.

**Ключевые слова:** Листвянка, загрязнение атмосферы, автотранспорт, методика расчета, концентрации, газоанализатор.

### **Введение**

Современная цивилизация не может существовать без автотранспортных средств. Однако в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта и увеличением количества автомашин на магистралях городов и пригородных зонах, проблема воздействия отработанных газов автомобилей на окружающую среду стала очень острой. Автомобильный транспорт, наряду с промышленностью, является одним из основных источников загрязнения атмосферы. Так, если в начале 70-х гг. доля загрязнений, вносимых автотранспортными средствами в атмосферный воздух, составляла 10–13 %, то в настоящее время эта величина достигла 50 % и продолжает увеличиваться [8]. С отработанными газами автомобильных двигателей в атмосферный воздух попадает до 200 веществ, большинство из которых токсичны. Повы-

шенные концентрации таких загрязняющих веществ, как сажа, диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, бенз(а)пирен, в атмосферном воздухе оказывают негативное влияние на экосистемы и здоровье населения, поэтому изучение воздействия выбросов автомобилей на окружающую среду и здоровье человека является актуальной проблемой современности.

Исследования транспортных потоков с экологических позиций позволили выявить основные группы факторов, влияющих на количественный и качественный состав выбросов вредных веществ. К таким группам факторов относятся [9]:

1) характеристики транспортного потока (структура потока по типу подвижного состава, грузоподъемности, классу автомобилей; интенсивность движения, скорость);

2) дорога (микро- и макрорельеф, категория дороги, состояние покрытия, обустройство дороги, количество полос, количество поворотов, светофоров, перекрестков);

3) водитель (квалификация, возраст, психофизиологические особенности, стаж работы);

4) качество топлива (наличие примесей, присадок, загрязненность, обводненность, соответствие требованиям ГОСТа);

5) климатические условия (температура, время года, время суток, направление и скорость ветра).

Загрязнение воздуха автомобильным транспортом происходит в результате сжигания топлива. Основными загрязняющими веществами при эксплуатации автотранспорта являются: выхлопные газы (один из наиболее опасных – оксид углерода, который образуется при неполном окислении углерода топлива из-за недостатка кислорода во всем объеме цилиндра двигателя или в отдельных его частях), нефтепродукты при их испарении, пыль, продукты истирания шин, тормозных колодок и дисков сцепления, асфальтовых и бетонных покрытий. Выбросы бензиновых двигателей характеризуются меньшим содержанием сажи, что связано с наиболее полным сгоранием топлива в сравнении с дизельными двигателями. Так, во время работы дизельного двигателя в среднем выбрасывается до 1618 кг сажи на 1 т сжигаемого топлива [1]. Содержание диоксида серы в выхлопных газах дизельных двигателей в 3,5 раза выше, чем в бензиновых. Наиболее неблагоприятными режимами работы являются малые скорости и холостой ход двигателя автомобиля, вследствие чего в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества в количествах, значительно превышающих выброс на нагрузочных режимах.

Целью данного исследования явился анализ влияния выбросов автотранспорта на качество атмосферного воздуха в пос. Листвянка. Научная новизна исследования заключается в том, что впервые были проведены натурные наблюдения за автомобильным потоком на участке дороги в пос. Листвянка, рассчитано количество выбросов основных загрязнителей от движущегося автотранспорта на участке дороги в пос. Листвянка с помощью стандартной методики, сделаны замеры содержания загрязняющих веществ при помощи газоанализатора «АНКАТ-7664 Микро», проведено

сравнение полученных данных зимних наблюдений за 2015 и 2016 гг.; проанализированы данные летних и зимних натуральных видеонаблюдений за 2015 г.

Полученные результаты дополняют представления о современном состоянии загрязнения атмосферного воздуха Байкальского региона. Результаты исследований могут быть полезны природоохранным службам и администрации пос. Листвянка для разработки комплекса природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия выбросов отработанных газов автотранспорта на окружающую среду, при осуществлении мероприятий по развитию туристско-рекреационной зоны на побережье оз. Байкал; кроме того, могут быть использованы владельцами автотранспортных средств – для обоснования выбора топлива, фильтров, катализаторов; дендрологами – для установления потенциальных зон загрязнения почв и поражения растительности.

### **Объект исследования**

Озеро Байкал – величайшее озеро, достояние не только Иркутской области, но и всей Российской Федерации. Байкал привлекает гостей и туристов со всего мира, поток которых с каждым годом увеличивается. Так, по статистическим данным, в 2014 г. количество иностранных туристов увеличилось на 85 % по сравнению с предыдущим годом, показатель внутреннего туристического потока в 2014 г. по отношению к 2013 г. увеличился на 5 %, а по отношению к 2012 г. – на 40 % [10]. Одним из наиболее популярных мест остается пос. Листвянка, добраться до которого легче и дешевле автотранспортом. Автодорога в Листвянку проходит на расстоянии 10 м от береговой линии, в летний период поток машин значительно увеличивается, о чем свидетельствуют данные проведенных авторами натуральных обследований. Главную улицу поселка можно сравнить с главными улицами городской зоны.

Листвянка – поселок городского типа в Иркутской области России, административный центр Листвянского городского поселения с населением 2002 чел. (по состоянию на 06.08.2015), площадью 0,4 км<sup>2</sup>, состоящий из одной улицы (рис. 1). Листвянка является туристическим и культурным центром, в 65 км от г. Иркутска [5]. Поселок Листвянка расположен на узкой полосе между крутыми склонами отрогов Приморского хребта и кромкой воды по правую сторону истока р. Ангары и вытянут на северо-запад вдоль оз. Байкал (залив Лиственничный) на 5 км. Несмотря на то что г. Иркутск находится всего в 65 км от Листвянки, климат этих населенных пунктов различается. Огромные водные массы Байкала в летний период прогреваются на глубину 200–250 м, как аккумулятор, накапливая большое количество тепла. Зима в Листвянке значительно мягче, а лето прохладнее, чем в Иркутске. Весной в Листвянке холоднее, а осенью теплее, чем в Иркутске [5]. Осадками отмечаются 139 дней в году, минимум приходится на январь-март, максимум – на июль-август. Среднегодовая скорость ветра – 4,6 м/с, повторяемость ветра – 13 %. В течение года преобладают ветра южного и северного направлений, с повторяемостью случаев 15–34 и 29–67 % соответственно. Штили регистрируются в 1–8 %, слабые ветра (0–1 м/с) наблюдаются в 7–23 % случаях.



Рис. 1. Исследуемый участок дороги в пос. Листвянка [5]

### Методы исследования

В данном исследовании были проведены расчеты выбросов загрязняющих веществ: оксида углерода (CO), оксидов азота (NO, NO<sub>2</sub>), углеводородов (CH), сажи, диоксида серы (SO<sub>2</sub>), формальдегида (CH<sub>2</sub>O), бенз(а)пирена (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), поступающих в атмосферный воздух от всех категорий автотранспортных средств в пос. Листвянка, с помощью стандартной методики [6]. Используемые при расчете выбросов параметры определялись на основе натурных обследований структуры и интенсивности движения автотранспортных потоков с подразделением их по основным группам (легковые, автофургоны и микроавтобусы, автобусы, грузовые) в пос. Листвянка. Для расчета выбросов движущегося автотранспорта наблюдения проводились на участке дороги, равной 0,5 км, – на ул. Горького, 49. Подсчет автомобилей выполнялся в зимний период – с 17.01.2015 по 28.02.2015, а также с 13.02.2016 по 28.02.2016, и в летний период – с 20.06.2015 по 26.07.2015. Наблюдения осуществлялись в выходные дни, в часы наибольшего транспортного потока с 14:00 до 17:00, как требует регламент ГОСТа [2]. Общее количество наблюдений – 41, из них в зимний период проведено 21 обследование и 20 – в летний период.

С помощью газоанализатора «АНКАТ-7664 Микро» были выполнены замеры загрязняющих веществ – оксида углерода (CO), диоксида серы (SO<sub>2</sub>).

### Результаты исследования и их обсуждение

На основании данных проведенных расчетов по каждому компоненту были составлены диаграммы, представленные на рис. 2–10.

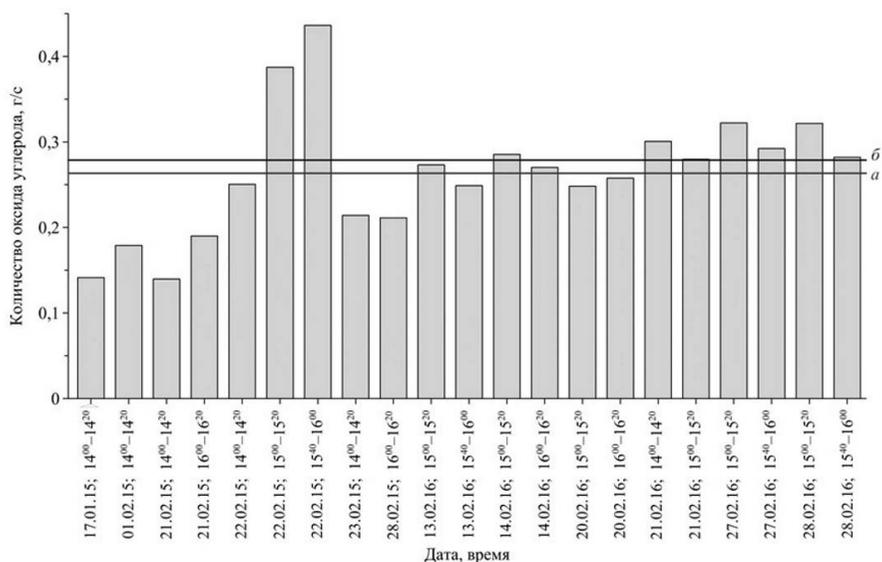


Рис. 2. Выбросы оксида углерода двигателями автотранспорта на исследуемом участке в зимний период: *a* – средний показатель за зимний период; *b* – средний показатель по результатам всех наблюдений

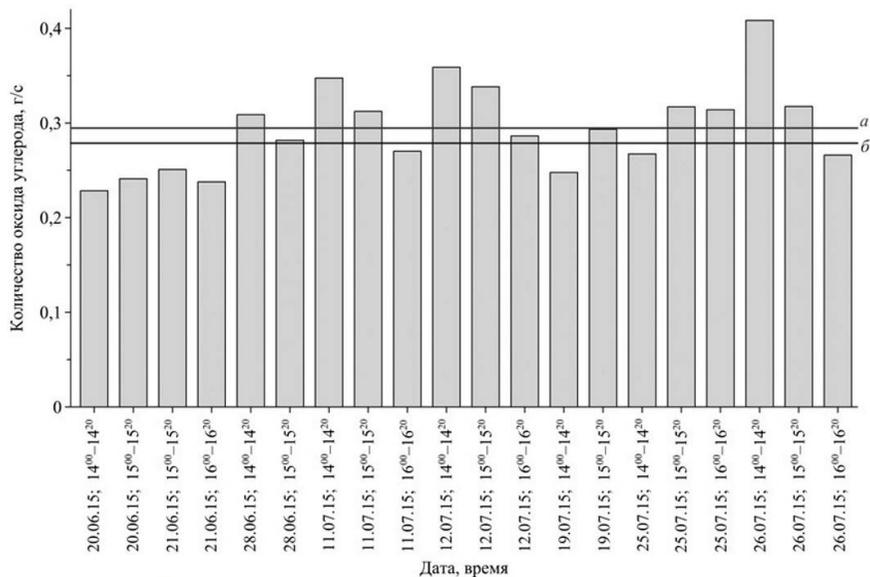


Рис. 3. Выбросы оксида углерода двигателями автотранспорта на исследуемом участке в летний период: *a* – средний показатель за летний период; *b* – средний показатель по результатам всех наблюдений

*Оксид углерода (СО):* наибольший суммарный выброс оксида углерода (0,44 г/с) был выявлен 22.02.2015 во временной промежуток 15:40–16:00, он в 1,7 раза превышает среднее значение по всем наблюдениям зимнего периода (рис. 2) и в 1,6 раза средний результат по данным всех обследований, с учетом и летнего периода 2015 г. (рис. 3). Близкий к указанному результату выброс был 26.07.2015 (14:00–14:20) – 0,41 г/с. Наименьший выброс СО выявлен в зимний период в 2015 г.: 21.02.2015 (14:00–14:20) и 17.01.2015 (14:00–14:20) и составил 0,14 г/с. Данные показатели в 2 раза ниже средних значений зимнего периода и результатов обчета 41 наблюдения. Остальные показатели имеют несущественное превышение или уменьшение от усредненных значений, которые составляют: 0,26 г/с (в зимний период); 0,29 г/с (в летний период); 0,28 г/с (за все время наблюдений).

*Оксиды азота (NO, NO<sub>2</sub>):* максимальный суммарный выброс оксидов азота (0,17 г/с), который в 1,4 раза превышает средний показатель всех летних результатов (рис. 4) и в 1,5 раза средние данные всех наблюдений, был выявлен 26.07.2015 (14:00–14:20). Близкие к указанному результату выбросы отмечены 22.02.2015 (15:40–16:00) – 0,16 г/с, 20.02.2016 (15:00–15:20) – 0,15 г/с. Минимальное суммарное содержание оксидов азота выявлено 17.01.2015 (14:00–14:20) – 0,05 г/с, данный результат в 2 раза меньше средних показателей по зимнему периоду и расчетов всех наблюдений (рис. 5). Средние показатели оксидов азота таковы: 0,10 г/с (в зимний период); 0,12 г/с (в летний период) и 0,11 г/с (за все время наблюдений), большинство значений близки к усредненным, за исключением полученных 11.07.2015 во временной интервал 14:00–14:20 – 0,15 г/с; 22.02.2015 в 15:00–15:20 – 0,14 г/с и 12.07.2015 в 15:00–15:20 – 0,14 г/с.

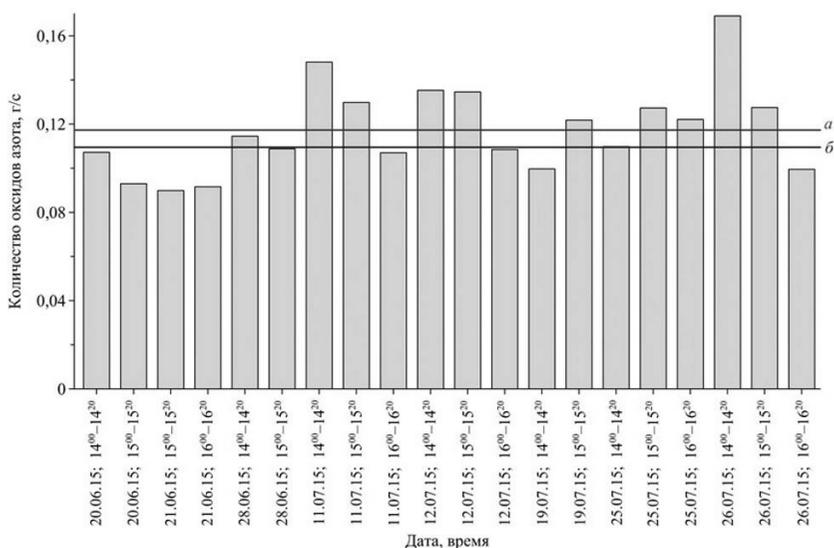


Рис. 4. Выбросы оксидов азота двигателями автотранспорта на исследуемом участке в летний период: *а* – средний показатель за летний период; *б* – средний показатель по результатам всех наблюдений

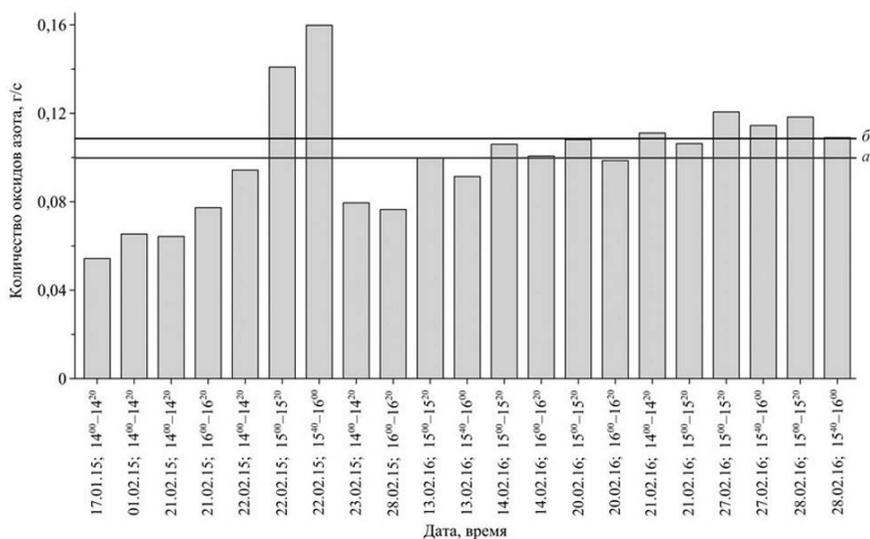


Рис. 5. Выбросы оксидов азота двигателями автотранспорта на исследуемом участке в зимний период: *а* – средний показатель за зимний период; *б* – средний показатель по результатам всех наблюдений

*Сажа (С)*: наименьший выброс сажи отмечался 17.01.2015 (14:00–14:20) в количестве  $0,66 \cdot 10^{-3}$  г/с (рис. 6). Содержание сажи в отработанных газах автотранспорта 26.07.2015 (14:00–14:20) было в 4 раза выше (рис. 7), чем в зимний период, –  $2,49 \cdot 10^{-3}$  г/с. Рост показателя связан с увеличением количества грузового транспорта и автобусов, которые вносят основной вклад в выбросы сажи. Средняя величина выбросов данного компонента с учетом всех наблюдений составила  $1,26 \cdot 10^{-3}$  г/с. Сравнение данных по сезонным периодам показывает, что в летний период автотранспорт выбрасывает в 1,5 раза больше сажи ( $1,50 \cdot 10^{-3}$  г/с), чем в зимний ( $1,03 \cdot 10^{-3}$  г/с).

*Углеводороды (СН)*: максимальное количество углеводородов в отработанных газах автомобилей в пос. Листвянка наблюдалось при двух съемках – 22.02.2015 (15:40–16:00) и 26.07.2015 (14:00–14:20) и составило 0,11 г/с (рис. 8) и 0,10 г/с (рис. 9) соответственно. Максимальная величина зимнего периода отличается от усредненного значения в 1,6 раза, а в сравнении с результатами всех наблюдений – больше в 1,5 раза. Максимальный показатель летнего периода имеет 1,4-кратное превышение над средними значениями за летний период и 1,5-кратное превышение всех результатов обследования. Минимальное количество углеводородов выявлено 17.01.2015 (14:00–14:20), их содержание не превышало 0,04 г/с, что ниже средних показателей в 1,8 (зимний период) и в 1,9 раза (все наблюдения). В летний период по сравнению с зимним отмечалось большее количество выбросов, превосходящих средние значения: 0,07 г/с (в зимний период); 0,08 г/с (в летний период) и 0,07 г/с (за все время наблюдений).

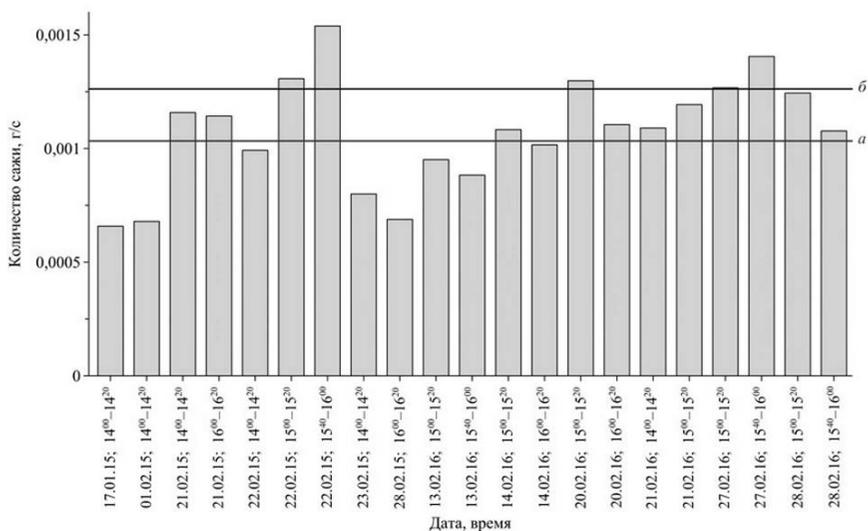


Рис. 6. Выбросы сажи двигателями автотранспорта на исследуемом участке в зимний период: *a* – средний показатель за зимний период; *b* – средний показатель по результатам всех наблюдений

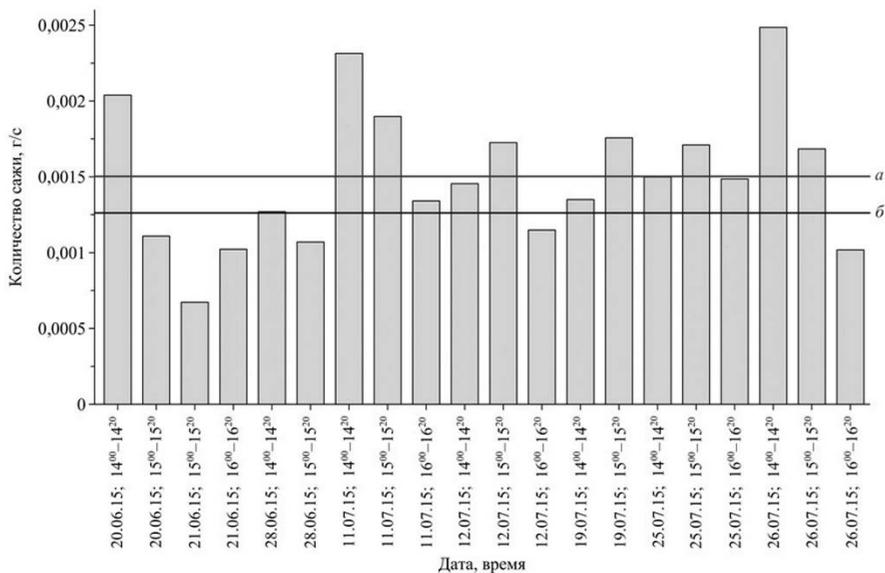


Рис. 7. Выбросы сажи двигателями автотранспорта на исследуемом участке в летний период: *a* – средний показатель за летний период; *b* – средний показатель по результатам всех наблюдений

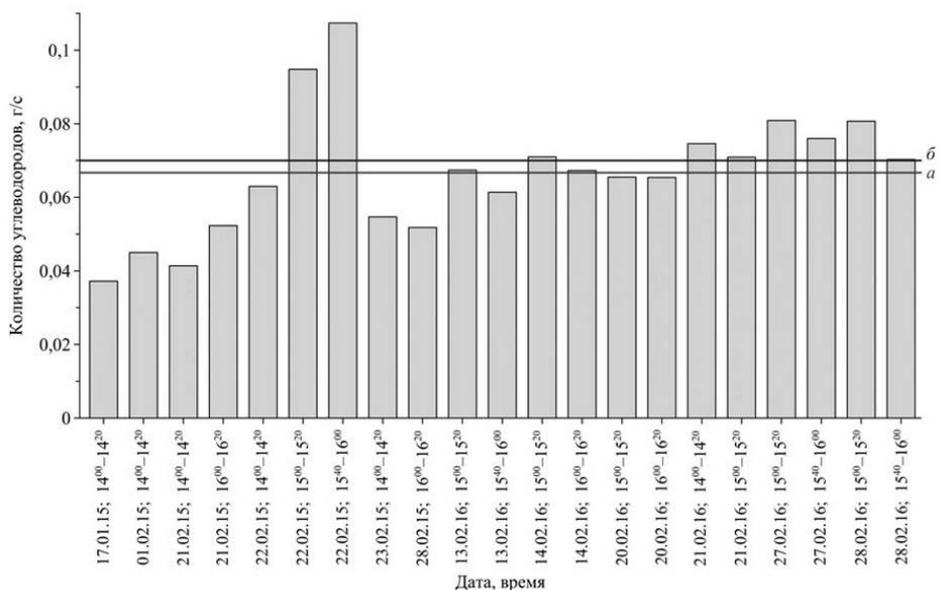


Рис. 8. Выбросы углеводородов двигателями автотранспорта на исследуемом участке в зимний период: *а* – средний показатель за зимний период; *б* – средний показатель по результатам всех наблюдений

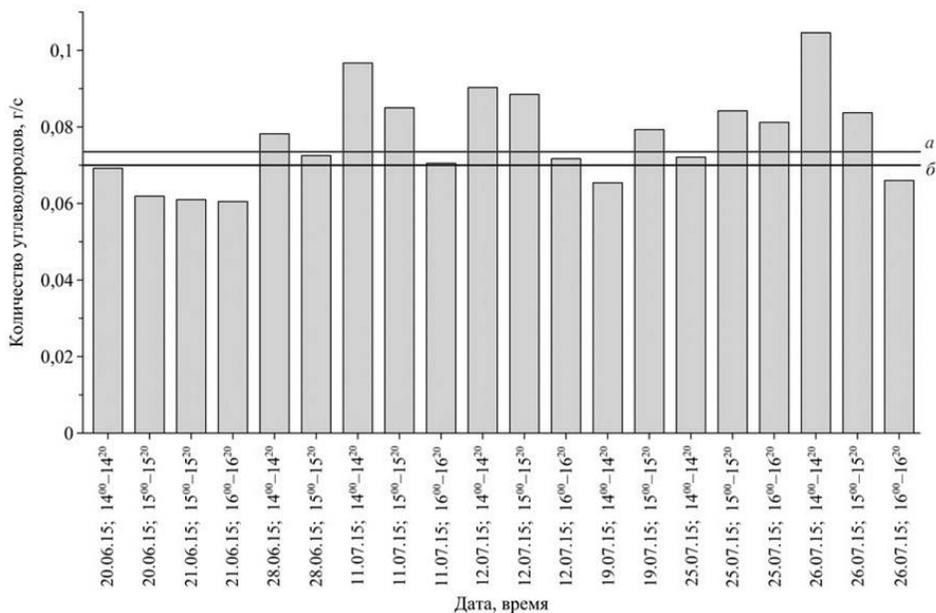


Рис. 9. Выбросы углеводородов двигателями автотранспорта на исследуемом участке в летний период: *а* – средний показатель за летний период; *б* – средний показатель по результатам всех наблюдений

*Диоксид серы ( $SO_2$ ):* по результатам наблюдений 22.02.2015 (15:40–16:00) выбросы составили  $1,87 \cdot 10^{-3}$  г/с, 26.07.2015 (15:00–15:20) –  $1,81 \cdot 10^{-3}$  г/с. Указанные величины в 1,5 раза превышают средние показатели всех обследований с учетом зимнего и летнего периодов. Наименьший выброс диоксида серы был выявлен 17.01.2015 (14:00–14:20) –  $0,60 \cdot 10^{-3}$  г/с, что в 2 раза меньше средней величины за все зимние наблюдения. Максимальный показатель  $SO_2$  в 3 раза превосходит рассчитанное минимальное значение. Усредненное количество  $SO_2$  в отработанных газах автомобилей, рассчитанное по результатам всех наблюдений, равно  $1,20 \cdot 10^{-3}$  г/с, в зимний период –  $1,11 \cdot 10^{-3}$ , в летний период –  $1,29 \cdot 10^{-3}$ . Увеличение данного показателя в летний период связано с ростом потока легкового автотранспорта.

*Формальдегид ( $CH_2O$ ):* наибольшее количество формальдегида, равное  $7,97 \cdot 10^{-4}$  г/с, было выявлено 26.07.2015 (14:00–14:20), наименьшее количество ( $1,45 \cdot 10^{-4}$  г/с) зафиксировано 17.01.2015 (14:00–14:20), максимальная величина в 5,5 раза превосходит минимальное значение. Средние показатели по формальдегиду составили:  $2,64 \cdot 10^{-4}$  г/с (в зимний период),  $4,87 \cdot 10^{-4}$  г/с (в летний период) и  $3,72 \cdot 10^{-4}$  г/с (за все время наблюдений). Величины летнего периода в 1,8 раза выше значений зимнего периода, так как основной вклад по выбросу  $CH_2O$  вносят микроавтобусы, доля которых в общем потоке автотранспорта больше летом.

*Бенз(а)пирен ( $C_{20}H_{12}$ ):* максимальное количество выбросов бенз(а)пирена было выявлено 26.07.2015 (14:00–14:20) и составило  $4,178 \cdot 10^{-8}$  г/с, близкое значение было рассчитано по данным зимних видеосъемок 22.02.2015 (15:40–16:00) –  $4,01 \cdot 10^{-8}$  г/с. Минимальный показатель ( $1,37 \cdot 10^{-8}$  г/с) отмечен 17.01.2015 (14:00–14:20), он в 3 раза меньше наибольших показателей и в 2 раза меньше всех усредненных значений, которые для данного загрязняющего атмосферный воздух компонента соизмеримы:  $2,48 \cdot 10^{-8}$  г/с (в зимний период),  $2,98 \cdot 10^{-8}$  г/с (в летний период) и  $2,73 \cdot 10^{-8}$  г/с (за все время наблюдений). Таким образом, наименьшие выбросы бенз(а)пирена были отмечены 17.01.2015 (14:00–14:20), что обусловлено наименьшим потоком легкового автотранспорта. Данные обследования 22.02.2015 (15:40–16:00) и 26.07.2015 (14:00–14:20) характеризовались значительным увеличением потока легкового автотранспорта, микроавтобусов, а 26.07.2015 и автобусов, поэтому все расчетные показатели существенно выше средних значений.

По результатам данных видеонаблюдений за составом и интенсивностью движения автотранспортных средств (январь–февраль 2015 г., февраль 2016 г.) проведен анализ минимальных, максимальных и средних значений выбросов загрязняющих веществ (оксида углерода, оксидов азота, диоксида серы, углеводородов, сажи, бенз(а)пирена, формальдегида). Анализ полученных результатов показал, что средние величины по семи вышеперечисленным загрязняющим веществам в феврале 2016 г. превышают значения января-февраля 2015 г. Отмечено повышение количества оксидов азота на 30 %, содержание в отработанных газах сажи имеет прирост на 25 %, выбросы оксида углерода, диоксида серы, бенз(а)пирена превышены в 2016 г. по сравнению с 2015 г. на 23 %. Выбросы формальдегида увеличились на 14 %, наименьшее увеличение наблюдалось по выбросам углеводородов – на 12 %.

Минимальные значения в 2016 г. превышены практически по всем ингредиентам, за исключением бенз(а)пирена, результаты по которому имеют идентичные значения в 2015 и 2016 гг. Максимальные значения оксида углерода, диоксида серы, углеводородов, сажи, бенз(а)пирена, формальдегида в январе-феврале 2015 г. превышают значения выбросов февраля 2016 г., исключение составили выбросы оксидов азота, результаты отчетных периодов для данного компонента сопоставимы. Выбросы диоксида серы в 2015 г. превышают максимальные значения февраля 2016 г. на 44 %. Выбросы оксида углерода, углеводородов, формальдегида увеличились на 33 %, бенз(а)пирена – на 25, сажи – на 10. Данные натурных обследований за два зимних периода позволили выявить рост потока автотранспорта в 2016 г. по сравнению с 2015 г.

При проведении измерений концентраций загрязняющих веществ с помощью газоанализатора «АНКАТ-7664 Микро» показатели по диоксиду серы имели нулевые значения. Сравнительный анализ результатов измерений по датам позволил выявить, что во все дни наблюдений прослеживается превышение норматива – ПДК<sub>сс</sub> оксида углерода (ПДК<sub>сс</sub> = 3,0 мг/м<sup>3</sup>) [4], только 13.02.2016 максимальный показатель не достигает значения ПДК<sub>сс</sub> (рис. 10).

Концентрации веществ в атмосферном воздухе зависят от метеорологических параметров, а именно от направления и силы ветра. Метеоданные за период измерений были взяты с сайта Gismeteo.ru. Западный ветер наблюдался 13.02.2016 и 21.02.2016, восточный – 20.02.2016 и 28.02.2016, северо-западный – 27.02.2016 [3], во все дни измерений сила не превышала 4 м/с, следовательно, погодные условия не оказали влияния на результаты замеров. Температурные условия по дням наблюдений попадали в тот диапазон, при которых не наблюдается сбоя в работе газоанализатора.

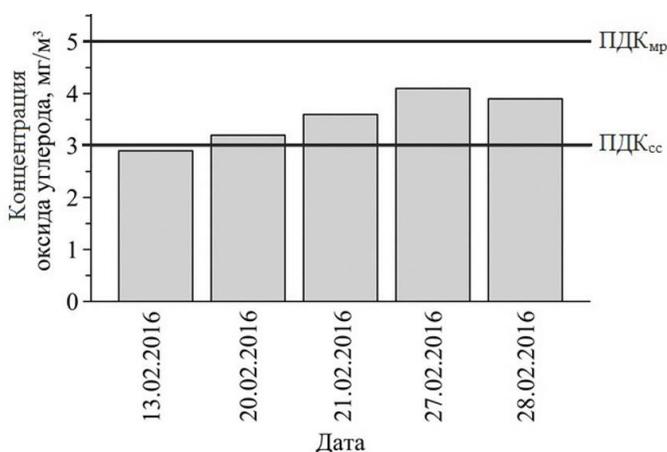


Рис. 10. Максимальные концентрации оксида углерода за периоды наблюдений по результатам замеров газоанализатором: ПДК<sub>сс</sub> – среднесуточная предельно допустимая концентрация, ПДК<sub>мр</sub> – максимальная разовая предельно допустимая концентрация

### Заключение

Рост уровня загрязнения атмосферы происходит вследствие увеличения количества автомобилей, сжигания ими топлива, а также отсутствия на автомобилях современных средств снижения выбросов. Места отдыха и туризма не являются исключением. Для сохранения красоты и чистоты таких мест на первое место встает решение проблемы по сокращению постоянно растущих автомобильных потоков, следовательно, и связанных с ними выбросов загрязняющих веществ.

Таким образом, в данной работе на примере пос. Листвянка показано влияние количества автотранспорта на качество атмосферного воздуха. Сравнение данных за два года позволило установить тенденцию к увеличению потока автотранспорта, на котором добираются жители и гости в пос. Листвянка. Тенденция к росту числа автомобилей отмечается и по всей России. С целью снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух пос. Листвянка, что благоприятно скажется на здоровье и самочувствии жителей поселка и туристов, авторами исследования предлагается осуществить следующие мероприятия:

1. Создать экологическую зону с ограничением проезда автотранспорта.
2. Организовать парковку в трехкилометровой зоне от пос. Листвянка (63 км от г. Иркутска), место установки шлагбаума, знака, запрещающего проезд (рис. 11).

Поскольку рельеф местности не позволяет установить парковку больших размеров, то наилучшим решением является строительство многоуровневой автостоянки, которая позволит вмещать значительное количество автомобилей и при этом экономить земельные ресурсы (рис. 12).



Рис. 11. Карта-схема возможного места размещения новых объектов



Рис. 12. Макет многоуровневой парковки [7]

Предлагаемая парковка должна иметь размеры  $100 \times 40$  м, может быть выполнена в три-четыре этажа. Первый ярус необходимо сделать более высоким и размещать в нем автобусы, грузовики и микроавтобусы, а два-три последующих яруса предназначить для легкового автотранспорта. Для того чтобы данный проект удовлетворял как гостей, так и администрацию пос. Листвянка, можно сделать первые несколько часов стоянки автомобиля бесплатными, а за последующее время взимать плату с автовладельцев. Такая схема позволит окупить строительство парковки, а также увеличить пропускную способность пос. Листвянка. Схема предлагаемой парковки с изображением одного уровня приведена на рис. 13. Данный чертеж выполнен с помощью программы CorelDraw X6.

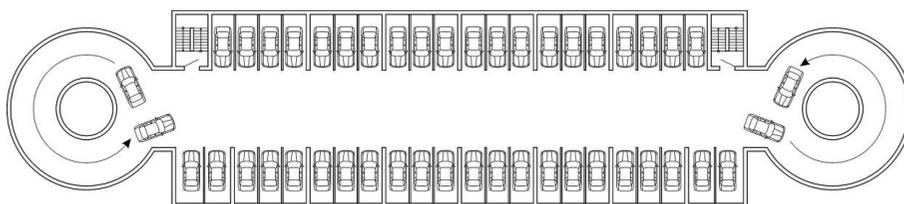


Рис. 13. Схема многоуровневой парковки

3. Перенести автовокзал, который в настоящее время находится в центре поселка, за территорию предполагаемой экологической зоны.
4. Организовать проход по территории поселка пешком или на велосипедах.
5. Разрешить проезд автотранспорта по спецпропускам для местного населения, транспорта для обслуживания гостиничных комплексов, работы пристани.

Предложенные мероприятия позволят решить проблему перегруженности автотранспортным потоком пос. Листвянка, гости поселка смогут любоваться красотой водных просторов и окрестных пейзажей, не затрачивая время на поиски места парковки.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00189.*

#### Список литературы

1. *Владимиров С. Н.* Загрязнение окружающей среды при эксплуатации, хранении, техническом обслуживании и ремонте автотранспортной техники // *Успехи современ. естествознания.* – 2013. – № 3. – С. 118–119.
2. ГОСТ Р 56162-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/>.
3. Дневник погоды в Листвянке за февраль 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL <https://www.gismeteo.ru/diary/10946/2016/2/>.
4. Информаторий. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ [Электронный ресурс]. – URL: <http://astrakhandobycha.gazprom.ru/d/textpage/6e/110/vozdukhinformatorij.pdf>.
5. Листвянка [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
6. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – СПб., 2010. – 15 с.
7. Многоуровневая парковка в г. Ашхабад (Туркменистан) [Электронный ресурс]. – URL: <http://tdti.by/portfolio/mnogourovnevuj-parking-v-g-ashgabat-turkmenistan>.
8. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 г. : гос. докл. – М., 2015. – 473 с.
9. *Сарбаев В. И.* Об условиях формирования выбросов вредных веществ от транспортных потоков [Электронный ресурс] / И. В. Сарбаев // МГИУ. – URL: [http://science-bsea.narod.ru/2001/dorogi\\_2001/sarbaev.htm](http://science-bsea.narod.ru/2001/dorogi_2001/sarbaev.htm).
10. *Турпоток на Байкале* [Электронный ресурс]. – URL: <http://russiaturism.ru/regions>.

## **Air Pollution by Auto Transport Emissions on the Territory of Tourism-Recreation Coastal Zone of Lake Baikal**

S. Z. Vologzhina, S. A. Novikova, F. M. Yasko

*Irkutsk State University, Irkutsk*

**Abstract.** Assessment of air pollution from motor vehicles on the example of one of the most visited tourist places of coast zone of Lake Baikal was carried out in the article. Data the number of vehicles travel to and from the village of Listvyanka were collected. 41 videography for the types and intensity of transport traffic flow during weekends in February 2015, 2016 and July 2015 was carried out in the period attributable to the most intensive car traffic in this territory. Measurements of carbon monoxide, sulfur dioxide in the air have been carried out in February 2016 with help of the gas analyzer. Measurement results are compared with the values of maximum permissible concentrations. Using standard methodology quantities of polluting substances such as nitrogen oxides, sulfur dioxide, carbon monoxide, hydrocarbons, benzo(a)pyrene, formaldehyde, soot in the exhaust gases of motor vehicles were calculated. The maximum value of the carbon monoxide, hydrocarbons and sulfur dioxide calculated according to field observations in January-February, exceeding the values of indicators in June-July. Emissions of nitrogen oxides, benzo(a)pyrene, formaldehyde, carbon black increased in June and July. In connection with the increase in the number of buses and minibuses, the average values for all pollutants in summer 2015 exceeds the value of winter season 2015. The largest increasing formaldehyde emissions (90 %) were observed, soot emissions increased by 60 %.

**Keywords:** Listvyanka, air pollution, vehicle, methods of calculation, concentrations, gas analyzer.

#### References

1. Vladimirov S.N. Environmental pollution during operation, storage, maintenance and repair of vehicles. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2013, N 3, pp. 118-119 (in Russian).
2. GOST R 56162-2014. National standard of the Russian Federation. Emissions of pollutants into the atmosphere. The method for calculating emissions from motor vehicles when conducting summary calculations for urban settlements. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/> (in Russian).
3. Weather Diary in Listvyanka. February. Available at: <https://www.gismeteo.ru/diary/10946/2016/2/> (in Russian).
4. Informatories. Maximum permissible concentrations of pollutants. Available at: <http://astrakhandobycha.gazprom.ru/d/textpage/6e/110/vozdukhinformatorij.pdf> (in Russian).
5. Listvyanka. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (in Russian).
6. The methodology for determining emissions of motor vehicles for carrying out summary calculations of atmospheric pollution in cities. St. Petersburg, 2010, 2015 p.
7. Multi-level parking in Ashgabat (Turkmenistan). Available at: <http://tdti.by/portfolio/mnogourovnevnyj-parking-v-g-ashgabate-turkmenistan> (in Russian).
8. State report «About condition and protection of environment in Irkutsk region in 2015». Moscow, 2015, 473 p.
9. Sarbaev V.I. On the conditions for the formation of emissions of harmful substances from transport flows. *MGIU* [Moscow State Industrial University]. Available at: [http://science-bsea.narod.ru/2001/dorogi\\_2001/sarbaev.htm](http://science-bsea.narod.ru/2001/dorogi_2001/sarbaev.htm) (in Russian).
10. Tourist flow on Lake Baikal. Available at: <http://russiaturism.ru/regions> (in Russian).

*Вологжина Саяна Жамсарановна*  
кандидат географических наук  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 42-56-84  
e-mail: [svologzhina@gmail.com](mailto:svologzhina@gmail.com)

*Vologzhina Sayana Zhamsaranovna*  
Candidate of Sciences (Geography)  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 42-56-84  
e-mail: [svologzhina@gmail.com](mailto:svologzhina@gmail.com)

*Новикова Светлана Александровна*  
старший преподаватель  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 52-10-72  
e-mail: [novikovasveta41@mail.ru](mailto:novikovasveta41@mail.ru)

*Novikova Svetlana Aleksandrovna*  
Senior Lecturer  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 52-10-72  
e-mail: [novikovasveta41@mail.ru](mailto:novikovasveta41@mail.ru)

*Ясько Федор Михайлович*  
бакалавр  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 52-10-72  
e-mail: [syrogat@ya.ru](mailto:syrogat@ya.ru)

*Yasko Fyodor Mikhailovich*  
Bachelor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 52-10-72  
e-mail: [syrogat@ya.ru](mailto:syrogat@ya.ru)