

Е.В. НАПРАСНИКОВА, Н.В. ЕМЕЛЬЯНОВА, А.А. СОРОКОВОЙИнститут географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия,
r.kodar@mail.ru, lesnata@irigs.irk.ru, geomer@irigs.irk.ru**ОСОБЕННОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ИРКУТСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ
(ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)**

Представлены результаты исследования современных автотранспортных потоков, проведенного летом 2019 г. на территории Иркутской агломерации (Иркутск, Шелехов, Ангарск). Визуальное наблюдение на указанной территории выполнено впервые. Изучена интенсивность движения потоков основных типов транспорта (легкового, грузового, автобусного) в функциональных зонах городов агломерации. Определено количество сожженного топлива и наиболее вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу одним автомобилем. Расчеты показали, что для всех городов значения выбросов токсичных веществ в виде угарного газа, оксида азота, оксида серы и сажи значительны, но не превышают ПДК. Функциональные зоны городов различаются не только по характеру потоков автотранспорта, но и по содержанию выбросов. Транспортные потоки в Иркутске и Шелехове имеют сходные черты, в Ангарске наблюдается несколько иная ситуация.

Ключевые слова: Иркутская городская агломерация, автотранспорт, загрязнение атмосферы, выбросы, экологическое состояние.

E.V. NAPRASNIKOVA, N.V. EMELYANOVA, A.A. SOROKOVOIV.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, r.kodar@mail.ru, lesnata@irigs.irk.ru, geomer@irigs.irk.ru**CHARACTERISTICS OF MOTOR TRANSPORT FLOWS OF THE IRKUTSK AGGLOMERATION
(ECOLOGICAL ASPECT)**

Presented are the results from investigating the modern motor transport flows in summer 2019 on the territory of the Irkutsk agglomeration (Irkutsk, Shelekhov and Angarsk). Visual observations on the territory under study were made for the first time. A study was made of the intensity of traffic flows of the main types of transport (passenger, goods and autobus vehicles) in the functional zones of the cities of the agglomeration. The amount of fuel burned and the most harmful pollutants emitted to the atmosphere by one automobile is determined. Calculations showed that in all cities the values of emissions of toxic substances in the form of carbon monoxide, nitrogen oxide, sulfur oxide and soot are significant but do not exceed MAC. The functional zones of the cities differ not only in the character of motor transport flows but also in content of emissions. The transport flows in Irkutsk and Shelekhov have similar features, and a somewhat different situation is observed in Angarsk.

Keywords: Irkutsk urban agglomeration, motor transport, atmospheric pollution, emissions, ecological status.

ВВЕДЕНИЕ

Контроль качества окружающей среды признан экологически ориентированным научным подходом, особенно когда речь идет о сохранности компонентов биосферы как среды обитания человека. Крупные города являются каркасными ядрами территориальной организации общества. Особенно велика их роль в формировании и развитии городских агломераций как территориально-компактных совокупностей городских и сельских поселений, группирующихся вокруг мощного ядра и объединенных производственными, торговыми, культурно-бытовыми, трудовыми и иными связями.

Процессы агломерирования имеют как положительные, так и отрицательные последствия для развития территории. К последним относятся ухудшение экологической обстановки, повышенная концентрация промышленного производства и населения на небольшой территории.

Компоненты окружающей среды на урбанизированных территориях подвергаются различным преобразованиям вследствие интенсивной человеческой деятельности, испытывают постоянное тех-

ногенное давление. Серьезной экологической проблемой является интенсивность движения автотранспортных потоков в городской среде и связанное с этим загрязнение основных компонентов окружающей среды: атмосферы, растительности, почвенного покрова, поверхностных вод.

Техническое состояние улично-дорожной сети и уровень ее развития оказывают значительное влияние на социально-экономическое развитие любого города, а интенсивность транспортных потоков на автодорогах и выбросы загрязняющих веществ — на его экологическое состояние. Автодорожная сеть агломерации представлена федеральными, главными территориальными (областными) и местными дорогами. В связи с этим цель данного исследования — изучение характера автотранспортных потоков в городах Иркутской агломерации с последующим учетом выбросов в атмосферу токсичных веществ.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

По численности и занимаемой территории рассматриваемые города Иркутской агломерации можно охарактеризовать следующим образом: по численности населения и занимаемой площади Иркутск относится к крупным городам; Ангарск по численности — к большим, по территории — к крупным; Шелехов по численности населения — к малым, по территории — к средним. Площадь трех основных городов вместе с их пригородной зоной составляет 3100 км².

Климат территории Иркутской агломерации резко континентальный с холодной и продолжительной зимой, теплым, но коротким летом. Средняя температура июля составляет 18 °С, января — –25 °С. Количество атмосферных осадков варьирует от 340 до 739 мм в год. По количественным показателям температуры и осадков города мало отличаются друг от друга [1].

К зонам с высокой степенью экологического риска относятся территории городской застройки средней и высокой этажности в Ангарске, Шелехове и в Ленинском административном округе Иркутска, что обусловлено высокой плотностью транспортных потоков, близостью к вредным производственным предприятиям, котельным.

В работе применены сравнительно-географический, статистический методы, а также геоинформационный, включающий сбор и обработку информации. Наблюдения за потоком автотранспорта проводились визуально в дневные часы. Информационно-нормативную базу исследования составили официальные методические, нормативные материалы и государственные стандарты [2, 3]. В ходе исследований были охвачены основные функциональные зоны городов: селитебная, промышленная, зеленая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большой вклад в антропогенное загрязнение атмосферы городов вносит дорожно-транспортный комплекс [4–7], и Иркутская агломерация не исключение [8–10]. В этой связи проведены оценка интенсивности автотранспортных потоков и расчет загрязняющих выбросов в атмосферу (с учетом функциональных зон города).

Результаты подсчета количества единиц автотранспорта разного типа, проезжающих в изучаемых городах, представлены на рис. 1–3. Учет потока автотранспорта проведен методом визуального наблюдения, фиксирование количества автотранспортных средств проводилось на участках дороги длиной в 1 км в течение 1 ч.

В Иркутске число единиц автотранспорта оказалось самым высоким. Функциональные зоны заметно различаются по количеству автотранспорта определенного вида. По данным рис. 1, легковой транспорт преобладает над другими видами во всех зонах города. Большое количество легкового транспорта в промышленной зоне можно объяснить особенностями ее расположения и наличием здесь основной трассы. Количество грузового транспорта в селитебной и зеленой зонах резко уменьшается. К зеленой зоне города прилегает новый жилой микрорайон, чем обусловлено значительное число легковых автомобилей; автобусы и грузовой транспорт зарегистрированы здесь в минимальном количестве.

В Шелехове, городе с узкой промышленной специализацией, обстановка несколько иная. Количество легкового транспорта в разных функциональных зонах сопоставимо (см. рис. 2). Колебания составляют от 440 до 655 авт/ч. Количество грузового транспорта и автобусов во всех зонах наименьшее (20–24 и 28–56 авт/ч соответственно). Повышенное количество автобусов, проходящих близко к зеленой зоне, можно объяснить особенностью расположения дорожной сети города.

Интенсивность транспортного потока в высокоиндустриальном Ангарске представлена на рис. 3. Легковой транспорт, как и в других городах агломерации, преобладает во всех зонах, незначительное

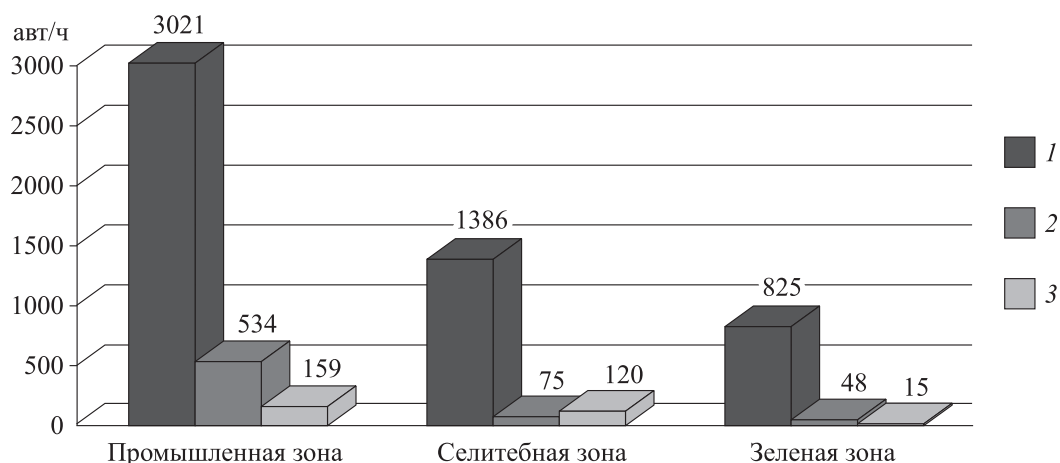


Рис. 1. Интенсивность автотранспортного потока и его структура в Иркутске.

Виды автотранспорта: 1 — легковой, 2 — грузовой, 3 — автобусный.

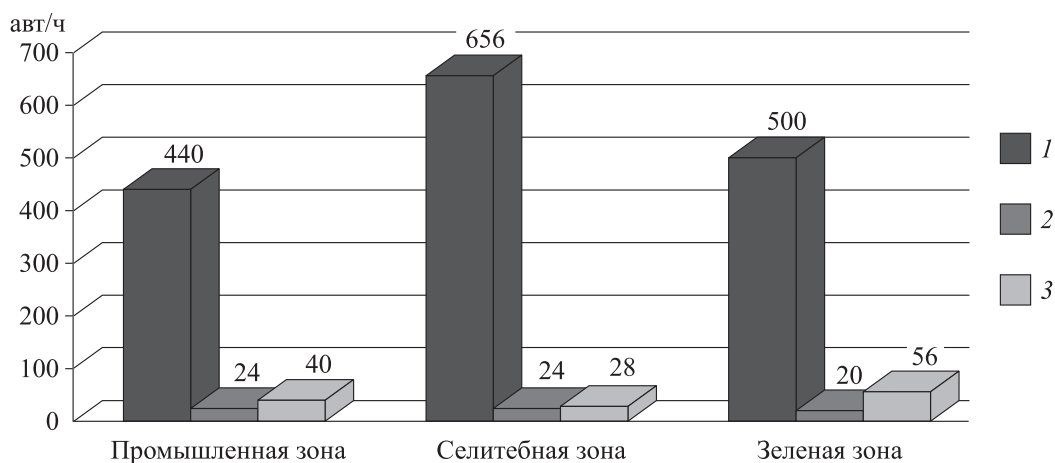


Рис. 2. Интенсивность автотранспортного потока и его структура в Шелехове.

1–3 — см. рис. 1.

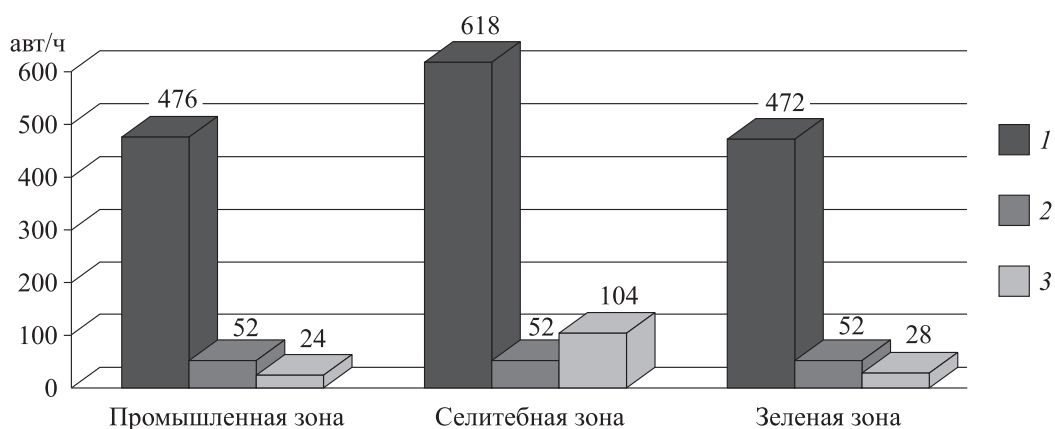


Рис. 3. Интенсивность автотранспортного потока и его структура в Ангарске.

1–3 — см. рис. 1.

Таблица 1

Расчет количества сожженного бензина для каждого вида автотранспорта

Вид автотранспорта	Расход топлива, л/ч		
	Промышленная зона	Селитебная зона	Зеленая зона
Иркутск			
Легковой	362,5	166,3	99,0
Грузовой	165,5	23,2	14,9
Автобусный	66,8	50,4	6,3
Итого		954,9	
Шелехов			
Легковой	52,8	78,7	60
Грузовой	7,4	7,4	6,2
Автобусный	16,8	11,8	23,5
Итого		264,6	
Ангарск			
Легковой	57,1	74,2	57,1
Грузовой	16,1	16,1	16,1
Автобусный	10,1	43,7	11,8
Итого		302,2	

Таблица 2

Количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу одним автомобилем, г/ч

Химическое соединение/класс опасности	Вид автотранспорта		
	легковой	грузовой	автобусный
СО / 4	9,37	20,9	9,5
NO ₂ / 2	1,82	2,93	0,74
SO ₂ / 3	–	0,19	0,03
Сажа / 3	2,4	0,8	0,12

Примечание. Прочерк – нет данных.

превышение (чуть больше 20 %) отмечается в селитебной зоне. Грузовой транспорт зарегистрирован в трех функциональных зонах в одинаковом количестве — 52 авт/ч. Поток автобусов преобладает в селитебной зоне, где хорошо развита улично-дорожная сеть. Следует особо отметить промышленную зону Ангарска, которая мало отличается по интенсивности автотранспортных потоков от других зон, особенно от зеленой. Это объясняется тем, что промышленная зона (химические комбинаты, несколько ТЭЦ) значительно удалена от центральной части города. Она проектировалась вместе с дорожной сетью при строительстве города по генеральному плану, который был разработан с учетом требований экологической безопасности. Транзитная дорога через промышленную зону отсутствует.

На основе результатов оценки интенсивности автотранспортных потоков было рассчитано количество сожженного топлива с учетом удельного расхода на дорогах общего назначения в течение 1 ч (табл. 1). Расчеты общего количества сожженного бензина (л/ч) всеми типами транспорта показали: в Иркутске — 954,9; Ангарске — 302,2; Шелехове — 264,7. Количество топлива ($Q_{л}$), израсходованное каждым типом автомобиля, рассчитывалось по формуле

$$Q_{л} = L_{1} \cdot Y_{1},$$

где L_{1} — количество автомобилей каждого типа за один час, шт.; Y_{1} — удельный расход топлива, л/км.

Как было отмечено выше, для оценки количества израсходованного топлива мы воспользовались показателями удельного расхода топлива (бензина) из методической литературы [11]. Приводим (по [12]) нормативные данные (средние) по удельному расходу топлива основных типов автотранспорта, в л/км: легковой автомобиль — 0,12; грузовой — 0,31; автобус — 0,42. С учетом нормативных показателей выбросов токсичных веществ [12] одним автомобилем в виде угарного газа (СО), оксида азота (NO₂), оксида серы (SO₂) и сажи, приводим расчет их количества за 1 ч (табл. 2). Наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается грузовым автотранспортом, гораздо в меньшей степени — легковыми машинами и автобусом. Однако если учесть, что процесс автомобилизации продолжается и количество легковых автомобилей во всех функциональных зонах агломерации постоянно растет, то загрязнение атмосферы от этого вида автотранспорта может значительно увеличиться.

Имеются сведения [13], что в атмосфере Иркутска и Шелехова наибольший уровень токсичных веществ наблюдается в зимний период. Автор связывает это с неблагоприятными метеорологическими условиями, которые часто наблюдаются в Иркутской области. Влияние метеословий на уровень загрязнения атмосферы рассматривается и другими авторами [5].

Вклад автотранспорта в общее загрязнение окружающей среды Иркутской агломерации подтверждается накоплением загрязняющих веществ в снежном покрове. Это хорошо прослеживается в эколого-геохимических публикациях [14, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах Иркутской агломерации впервые выполнен детальный анализ интенсивности потоков автотранспорта в рамках проблемы безопасности окружающей среды и обеспечения чистой атмосферы

ры индустриальных городов. Интенсивность движения автомобилей за 1 ч значительно варьирует для разных городов: от 708 до 1781 ед. в селитебных зонах, от 556 до 888 — в зеленых, от 374 до 504 ед. в промышленных. Наиболее интенсивный общий поток зарегистрирован в Иркутске — 6383 ед., в Шелехове и Ангарске — 1790 и 1742 ед. в 1 ч соответственно. Этим данным соответствует количество сожженного бензина и выбросов токсичных веществ в атмосферу. Расчеты показали, что общее количество сожженного бензина (л/ч) всеми типами транспорта в городах следующее: Иркутск — 954,9, Ангарск — 302,2, Шелехов — 264,7.

Таким образом, данное исследование дополнило наши знания об интенсивности движения транспортного потока и размерах выбросов токсичных веществ в условиях Иркутской агломерации. Результаты этих исследований могут быть использованы для формирования базы данных при сводных расчетах загрязнения атмосферы и при разработке градостроительных проектов по улучшению улично-дорожной сети, строительству и реконструкции автодорог, а также при реорганизации участков дорог с наибольшим количеством ДТП.

Исследование выполнено в рамках государственного задания (№ госрегистрации темы АААА–А17–117041910169–4, АААА–А19–119122490007–4) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–55–44023 Монг_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ипполитова Н.А., Коваленко С.Н., Орел Г.Ф., Роговская Н.В., Тюменцева Е.М., Тюнькова И.А.** География Иркутской области. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. — 233 с.
2. **ГОСТ 32965-2014.** Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. — М.: Стандартинформ, 2016. — 22 с.
3. **ГОСТ Р 56162-2014.** Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов [Электронный ресурс]. — <http://docs.cntd.ru/document/1200113823> (дата обращения 18.09.2020).
4. **Дахова О.О.** Оценка состояния городских антропогенных ландшафтов на примере г. Нальчика: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Нальчик, 2010. — 22 с.
5. **Хомич В.С., Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Кравчук Л.А., Струк М.И., Кадацкая О.В., Быкова Н.К., Городецкий Д.Ю., Живнач С.Г., Козыренко М.И., Комаровский М.Е., Круковская О.Ю., Курман П.В., Овчарова Е.П., Рыжиков В.А., Савченко С.В., Санец Е.В.** Городская среда: геоэкологические аспекты: монография. — Минск: Беларус. навука, 2013. — 301 с.
6. **Меркулова С.В., Кочуров Б.И., Меркулова П.И.** Влияние метеорологических условий на содержание оксидов азота в приземной атмосфере города Саранска // Экология урбанизированных территорий. — 2019. — № 1. — С. 11–15.
7. **Шербаков В.Н.** Экологическая безопасность автотранспорта // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1 (13). — С. 167–171.
8. **Zipper W.C., Wu J., Pouyat R.V., Pickett S.T.A.** The application of ecological principles to urban and urbanizing landscapes // Ecological Applications. — 2000. — Vol. 10, N 3. — P. 685–688.
9. **Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году».** — Иркутск: Мегалит, 2019. — 307 с.
10. **Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Дубынина С.С., Давыдова Н.Д., Власова Н.В.** Мониторинг и прогнозирование естественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов. — Новосибирск: Наука, 2010. — 315 с.
11. **Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное).** — СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера», 2012. — 17 с.
12. **ГОСТ Р 56162-2019.** Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории. — М.: Стандартинформ, 2019. — 11 с.
13. **Ахтиманкина А.В.** Исследование динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Шелехова // Изв. Ирк. ун-та. Сер. Науки о Земле. — 2015. — Т. 13. — С. 42–57.
14. **Воробьева И.Б., Ломоносов И.С., Гапон А.В., Арсентьева А.Т.** Техногенные загрязнения снега и почв. Геоэкологическая характеристика городов Сибири. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1990. — С. 61–71.
15. **Белозерцева И.А., Матушкина О.А.** Загрязнение атмосферы // Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе (Байкальская природная территория). — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — С. 31–38.

Поступила в редакцию 21.09.2020

Принята к публикации 09.10.2020