

## Транспортные заторы в условиях мегаполиса

К.т.н. доц. Владимиров С.Н.  
Университет машиностроения  
8 (495) 686-19-46, [snvl@mail.ru](mailto:snvl@mail.ru)

*Аннотация.* Проблема организации дорожного движения – одна из самых значимых для всех крупных городов. В статье рассматриваются вопросы, связанные с автодорожным движением в условиях транспортных заторов, рассмотрены аналогичные ситуации и пути их решения в европейских мегаполисах и в Москве.

*Ключевые слова:* автомобильный транспорт, мегаполис, транспортные потоки, транспортные заторы, автомобильные «пробки».

Транспортная система современного города, а особенно крупных мегаполисов, создается десятилетиями и для ее изменения необходимы время и значительные инвестиции. Структура и протяженность улично-дорожной сети города создается на основе генеральных планов развития, ориентированных на определенный уровень автомобилизации. В течение довольно длительного времени в СССР, а затем и в России приоритет в развитии транспортного обслуживания отдавался общественному пассажирскому транспорту и в качестве расчетного уровня автомобилизации принимался 60 авт./1000 чел. [1]. Именно для этого уровня автомобилизации и были созданы вся транспортная инфраструктура и система управления дорожным движением современных российских городов. Основными их недостатками являются:

- малая удельная плотность городских автомагистралей и недостаточно развитая сеть второстепенных автодорог;
- низкая пропускная способность городских улиц и перекрестков;
- совмещенное движение общественного пассажирского транспорта, особенно трамваев в середине проезжей части, легкового, грузового и транспорта специального назначения;
- отсутствие системы информационного обеспечения городского движения;
- отсутствие необходимого количества автостоянок и парковок [2].

Современные города и мегаполисы нуждаются в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, высокоуправляемую логистическую систему. При этом риск инвестиций значительно возрастает, если не учитывать закономерности развития транспортной сети, распределение загрузки ее участков. Игнорирование этих закономерностей приводит к частому образованию транспортных пробок, значительной перегрузке отдельных узлов сети, повышению уровня аварийности, экологическому ущербу.

Для поиска эффективных стратегий управления транспортными потоками, оптимальных решений по проектированию улично-дорожной сети и организации дорожного движения необходимо учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики смешанного транспортного потока [5].

В европейских странах транспортные проблемы практически не отличаются от российских: те же заторы, дорожно-транспортные происшествия и загрязнение окружающей среды. Общеизвестные критерии качества дорожного движения: предупреждение образования и распространения транспортных заторов, минимизация расхода топлива, снижение уровня загрязнения окружающей среды и чрезмерного уровня шума – применимы как к западным, так и к российским автомагистралям.

В столице Великобритании *Лондоне* ситуация на дорогах одна из самых сложных в мире. С недавнего времени власти ввели систему оплаты за въезд в центр города, что значительно улучшило транспортную проблему центра города. За неуплату налога взимается зна-

чительная сумма штрафа, которая так же как и налог на въезд в центр города, направляется на усовершенствование общественного транспорта. Одной из принятых мер является «пробковый налог» – взимание платы за проезд по определенному участку дороги в определенное время суток. С момента введения в действие этой системы время, проводимое водителями в «пробках», сократилось на 20-30%.

В *Германии* практически на каждом перекрестке, где могут возникать затруднения в движении транспорта, установлены датчики и видеорекамеры, которые анализируют количество автомобилей перед перекрестком и на основе этой информации регулируют длительность включения сигналов светофора. В Берлине и других городах Западной Европы внедрена система автодорожных сообщений, которая заключается в том, что на приемные устройства автомобилей (радиоприемники, GPS-навигаторы) непрерывно передаются сообщения о дорожной обстановке на определенных участках. На основании этой информации водитель может выбрать другой маршрут, либо это сделает за него навигатор. Данная система во многом схожа с популярным в России сервисом «Яндекс-пробки», с тем лишь отличием, что поддерживается она на уровне государственных организаций, а информацию получает от аварийно-спасательных служб, автоматических систем контроля движением и с камер видеонаблюдения.

В *Южной Корее* комплекс мер по борьбе с заторами на автодорогах состоит из трех пунктов: отказ от личного автомобиля в пользу общественного транспорта, разработка более оптимальной разгрузки транспортных магистралей и система препятствия разрастанию транспортного затора. Проводятся на государственном уровне рекламные кампании, цель которых – заставить водителей пересесть на общественный транспорт. Если же водитель едет на своем автомобиле, то, используя все возможные средства, добиваются того, чтобы он не попал в затор. Если же ситуация вышла из-под контроля, вступает система оповещения о затрудненных в движении участках дорог. Для этого вдоль дорог установлены табло, которые рекомендуют водителю наиболее оптимальный маршрут движения с учетом пробок.

*Сингапур* (численность населения 5,5 млн чел) испытывал значительные трудности с транспортным потоком в 90-х годах прошлого столетия. Для снижения транспортных заторов были применены административные меры: повышены налоги, сборы и штрафы. Например, приобретение автомобиля Ford Focus обошлось владельцу в 60 тысяч долларов, плюс еще столько же необходимо было заплатить за регистрацию, которая действовала 10 лет. Это сопоставимо с содержанием в России элитного автомобиля Mercedes S-класса. Чтобы компенсировать такую несправедливость, власти сделали весь общественный транспорт одним из лучших в мире, поэтому граждане просто не чувствуют потребности в автомобиле.

Эффективным инструментом по управлению плотностью транспортного потока в Сингапуре является использование системы электронной оплаты дорог: как только автомобиль пересекает электронную стойку, срабатывают специально установленные в автомобиле датчики и необходимая сумма автоматически списывается с карты предоплаты водителя. Система показала свою эффективность: на скоростных дорогах скоростной диапазон поддерживался на уровне 45-65 км/ч, в городе и на других дорогах – на уровне 30 км/ч. Плотность транспортного потока сокращается на 13%, средняя скорость движения потока увеличивается на 20%.

В *Гонконге*, благодаря высоким налогам при покупке автомобиля, дорогой парковке, ограниченному количеству парковочных мест, а также жестким ограничениям на въезд из других регионов Китая, удалось добиться значительного улучшения дорожно-транспортной ситуации.

Основные физические аспекты дорожного движения достаточно просты. Когда на дороге не слишком много машин, они могут более свободно перестраиваться с одной полосы на другую, ускорять или замедлять движение, не создавая проблем. Каждая машина может держаться на безопасной дистанции от соседних и двигаться с желаемой скоростью. Это

считается «свободным потоком». Однако постепенно, по мере увеличения числа автомобилей на дороге (или когда впереди идущие автомобили замедляют движение, чтобы свернуть с магистрали), позади идущим приходится тормозить, чтобы сохранять безопасную дистанцию. Эта волна пронесется гораздо быстрее на скоростных магистралях, поскольку водителям, чтобы сохранить безопасную дистанцию, надо вовремя применить торможение. Вместо свободного потока автомобили выстраиваются в нестабильную структуру, где движутся с одной скоростью, но уже медленнее, чем раньше. С этого момента начинается движение рывками.

На сегодняшний день не существует общепринятого определения затора (пробки). Инженер-исследователь транспортных потоков Карлос Даганзо (Университет Berkeley, Калифорния) [5] полагает, что на свободной дороге транспортный поток не образует очередей, если малое возмущение скоростей, возникшее в некоторой точке дороги, не распространяется вверх по потоку. И наоборот, если возмущение скоростей, возникшее на некотором участке, распространяется за его пределы, то в транспортном потоке образуются скопления и возникают заторы. Одиночные заторы могут быть вызваны условиями дорожного движения, например красным сигналом светофора, ДТП, сужением дороги и т.п.

Немецкий ученый-физик Борис Кернер [6] предложил классификацию фаз движения транспортного потока: свободный поток, синхронизированный поток, старт-стоп движение и пробка. Основные постулаты этих фаз заключаются в следующем.

Свободный поток – автомобили осуществляют движение на безопасной дистанции, при этом имеется возможность беспрепятственного перестроения или обгона.

Синхронизированный поток – при уплотнении автомобили вынуждены считаться друг с другом и разгон-торможение происходит в зависимости от того, как ведет себя впереди идущий автомобиль.

Старт-стоп движение – при большом скоплении автомобилей движение потока приобретает прерывистый характер. На этой стадии транспортный поток можно уподобить потоку замерзающей воды, автомобили становятся на какой-то промежуток времени как бы «приклеенными» к данной точке дороги.

Пробка – когда автомобили (группы автомобилей) подобны кусочкам льда, движущимся в потоке жидкости.

По теории Кернера, переход из одной фазы в другую может быть вызван случайными факторами и факторами локальных затруднений. Пропускная способность магистрали при этом может изменяться в широких пределах.

Основная польза теории Кернера в том, что она позволяет предсказывать пропускную способность и затруднения, все это анализировать и понимать взаимосвязи количественно в конкретных цифрах.

Даганзо К. в своей работе [5] выдвигает гипотезу о том, что причина пробок кроется в «узких местах» – сужениях и расширениях дороги, как постоянных, так и временных. Они являются причиной образования, роста и распространения очередей на дорогах. Существует несколько типов «узких мест».

Активные «узкие места». Между двумя участками дороги имеется активное «узкое место», если восходящий транспортный поток перегружен (вызывает очереди), а нисходящий является свободным. Выявление активных «узких мест» на участках дороги эффективно для предотвращения транспортных происшествий.

Слияния. Теория для «сливающихся» узких мест утверждает, что максимально устойчивый поток, выходящий из слияния, существует только тогда, когда условия для нисходящего потока являются незагруженными. Это качество называется емкостью. Если сумма входящих потоков превышает вместимость слияния, выходящий поток заполняет емкость слияния полностью, а остальной поток формирует очередь. Очередь растет как по одному, так и по нескольким подъездам к слиянию. На одних участках поток становится переполнен-

ным через несколько минут, а на других – не бывает переполненным вообще.

Расширения. Разновидность нескольких активных «узких мест» на дороге. Если поток, пересекающий одну из ветвей расширения, превышает его пропускную способность в течение некоторого времени, то в общем подъезде к расширению может вырасти очередь. Если этот подъезд узкий, очередь должна рассасываться по принципу «первым вошел, первым вышел», таким образом, что будут накапливаться и задерживаться транспортные средства, которые должны ехать по другой ветви расширения дороги. Подобная ситуация может иметь место и тогда, когда один из подъездов широкий.

Другие типы узких мест. Заторную активность можно обнаружить на вертикальных и горизонтальных искривлениях дороги («горки» и прогибы), в тоннелях, на наклонных участках и других местах изменения характеристик и однородности дороги. Заторы вызываются также временными внешними причинами, такими как ДТП, отвлекающая внимание водителя активность около дороги и даже информационные щиты.

Развитие улично-дорожной сети является важнейшим и наиболее дорогостоящим мероприятием. В условия интенсивной автомобилизации долю УДС в балансе территории городов необходимо увеличить с обычных 8 – 10% до 20%, что требует корректировки действующих и создания новых нормативных документов и руководств по проектированию планировки и застройке улиц, площадей, транспортных узлов [2].

В районах массовой жилой застройки необходимо увеличить за счет разукрупнения кварталов и микрорайонов сеть жилых улиц, улучшающих не только транспортное обслуживание селитебных территорий, но и значительно облегчающих проблему парковок автомобилей постоянного городского населения.

Как показывает зарубежный опыт, одним из наиболее радикальных и эффективных путей повышения эффективности работы городских транспортных систем является внедрение различных мер, направленных на ограничение использования автомобильного транспорта при одновременном адекватном развитии системы общественного пассажирского транспорта. Эти меры могут быть разными: от административного запрета до взимания платы за выезд на УДС, но направленность их одна – уменьшение количества автомобилей до уровня, не превышающего пропускную способность УДС и емкость парковок в городе. Главным объектом ограничений при внедрении данного подхода должны стать легковые автомобили, находящиеся в собственности граждан, поскольку именно они вносят наибольший вклад в перегруженность УДС города.

Так, благодаря применению таких мер, в городах Западной Европы с аналогичной плотностью УДС и количеством автомобилей около 550 авт./1000 чел. доля поездок на работу и с работы на личном автомобиле не превышает 20%.

Применение западных моделей транспортных потоков затруднено рядом организационных и административных особенностей отечественной транспортной системы. В отличие от западных стран, в России отсутствуют системы организации приоритета маршрутного и специального транспорта, оперативного мониторинга, управления и перераспределения транспортных и пассажирских потоков.

В современных условиях транспортную обстановку в больших городах можно улучшить, развивая общественный пассажирский транспорт. Необходимо создать условия, при которых пользование общественным пассажирским транспортом было бы выгоднее, чем автомобилем [2].

Крупные города и мегаполисы России пытаются ликвидировать бесконечные автомобильные заторы на дорогах, однако, несмотря на затраченные миллиарды, с каждым годом ситуация только ухудшается. Этому способствуют постоянный рост автопарка, весьма ограниченные возможности для строительства новых автодорог и ошибки в планировании городских территорий.

Согласно исследованиям специалистов компании IBM (2010), Москва заняла первое

место из ста в списке мировых мегаполисов по количеству времени, которое водители проводят в пробках, и четвертое место в рейтинге городов с самым затрудненным дорожным движением. По данным исследования, московские водители проводят в пробках около двух часов тридцати минут. Для остальных мегаполисов мира этот показатель не превышает часа, а в Мельбурне, Буэнос-Айресе и Стокгольме не менее 25% водителей сообщили, что вообще никогда не попадают в пробки.

По количеству автомобилей (почти 300 единиц) на 1000 человек Россия занимает 53-е место из 183. Британские эксперты утверждают, что, в связи с падением европейского автомобильного рынка, вызванного кризисом, и ростом азиатского, уже в ближайшие годы в России на 1000 жителей будет приходиться 400 автомобилей.

По данным ГИБДД, в 2013 году в Москве количество зарегистрированных автомобилей приблизительно составляло около 5 миллионов. Следует отметить, что ежегодный прирост автомобилей в российской столице составляет 8 – 10%. Если посмотреть на статистику по годам, то можно увидеть, что каждый год в Москве регистрировалось 350-400 тысяч единиц автотранспорта. Активный прирост количества автомобилей начался в середине 90-ых годов. Для сравнения, в 1950 году – 82 тысячи транспортных средств, в 1960 – 150 тысяч, в 1970 – 500 тысяч.

Количество автомобилей в Москве напрямую влияет на транспортные заторы. По данным экспертов, одновременно на дороги Москвы выезжает более 700 тысяч машин, а для движения без пробок количество автотранспорта не должно превышать отметки в 400 тысяч. С ростом количества автомобилей увеличивается и количество ДТП: по данным ГИБДД (2014) ежедневно в Москве регистрируется от 200 до 300 ДТП, около 15% из которых имеют серьезные последствия.

Москва, как мегаполис, обладает рядом особенностей. Во-первых, интенсивность транспортных потоков в Москве превышает в несколько раз интенсивность движения в европейских столицах. Например, в пределах Садового кольца по всем магистралям могут проехать 25 тыс. автомобилей в час. Сейчас по ним проезжает более 35 тыс. С подобной проблемой сталкивались все мировые мегаполисы, как только уровень автомобилизации в них достигал 50 автомобилей на 1000 человек. Во-вторых, московская система автомагистралей построена по радиально концентрическому принципу. Из-за недостаточной плотности улично-дорожной сети и несовершенства системы организации маршрутов транспортных потоков для Москвы характерна проблема перепробега. Оценки ЦИТИ показали, что перепробег транспортных средств составляет в среднем 53%.

Одной из проблем, способствующих образованию заторов, является недостаточный отвод земли под дорожно-транспортную инфраструктуру. Стандартное количество – 15%, в Москве же этот показатель меньше 10%. Например, в городах США на транспорт приходится больше 20% городской земли. С учетом ежегодного прироста автомобилей, протяженность улиц Москвы должна ежегодно увеличиваться почти на 220 км, имея в виду дорогу с двухполосным движением в каждую сторону и круглосуточное движение со скоростью 60 км/ч. Эта длина равна двум МКАД образца 1961 г., когда в каждую сторону было по 2 полосы. Очевидно, что такие объемы дорожного строительства в городе невозможны. В связи с этим можно сделать вывод, что решение транспортной проблемы города путём строительства и модернизации дорог невозможно.

Несмотря на то что в Москве количество автомобилей меньше, чем в крупных европейских городах, пробок здесь больше.

В Европе принято совершать внутригородские поездки на общественном транспорте, даже если имеется личный автомобиль. На нем можно проделать часть пути, а после оставить на перехватывающей парковке и добраться до работы, например, на автобусе. В Москве создавались подобные стоянки, но оказались невостребованными. Здесь несколько причин. Во-первых, вряд ли кто-то пожелает пересаживаться из своей машины в переполненный об-

щественный транспорт, даже если приходится подолгу находиться в пробке. Во-вторых, хотя в Москве было сделано некоторое количество перехватывающих парковок, они в основном находились в центре, где нет нужды в таком виде стоянок. А третья причина – большинство автолюбителей считают, что свободные территории в городе – ничьи, и можно оставлять машину где угодно, не платя за это. Такую привычку нужно менять, чтобы горожане поняли, что за занимаемое место нужно платить, равно как и за те неудобства, которые автомобиль причиняет другим людям. Довольно часто можно увидеть машину, оставленную на пешеходной дороге. Проблема также и в том, что город сегодня застраивается как в советские времена – без учета того, что у многих людей есть машины. Москва развивается в угоду бизнесу, создавшуюся ситуацию нужно менять. Без грамотного планирования невозможно получить территорию, на которой удобно жить. Ситуация может измениться, но это перемены глобальные и займут много времени.

Конечно, градостроительные мероприятия, такие как многоуровневые транспортные развязки, эстакады, тоннели, подземные и наземные пешеходные переходы и др. значительно снижают нагрузку на дорожно-транспортную сеть. Однако, чем меньше будет на дорогах заторов, тем больше появится новых автомобилей. Большие надежды возлагались на третье транспортное кольцо. Если в дневное время суток и ночью ещё можно проехать по нему без затруднений, то в часы «пик» езда по ТТК превращается в проблему.

Деловой центр «Москва-Сити» предполагает возведение на ограниченной территории большого количества торгово-офисных комплексов повышенной этажности. Расположение, с одной стороны, очень удобное – рядом станция метро «Кутузовская», построена своя станция метро «Международная», предполагается прямая железнодорожная ветка до аэропорта Шереметьево, рядом ТТК. Но уже сегодня видно, что ТТК в этом месте стоит практически весь световой день и только ночью по нему можно в этом месте проехать без затруднений.

По окончании строительства Сити предполагается, что там будет работать 350 тыс. чел. Кроме того, количество посетителей будет достигать 150 тыс. человек в день. На территории Сити предусматривается чуть более 16 тыс. мест для стоянки автомобилей. Основными проблемами Сити станет транспортная и экологическая. Не трудно подсчитать, что пропускная способность станции метро «Международная» составляет в самый пиковый период утром до начала рабочего дня и вечером не более 20 тыс. чел/ч, столько же – станция метро «Кутузовская». Даже если предположить, что на автомашинах на работу приедут только 16 тыс. человек, в соответствии с количеством парковочных мест, подъездных автодорог необходимо построить 46,7 км, по которым в течение 3-х часов утром к началу рабочего дня смогут подъехать к Сити 16 тыс. автомобилей. Но все резервы строительства дорог в районе Сити уже исчерпаны. Деловой центр, ещё не начав работать, уже обречён на транспортный коллапс. Очевидно, при больших размерах Сити транспортная, а вместе с ней экологическая проблема усилятся: в то же время при уменьшении количества рабочих мест, уменьшения концентрации недвижимости тяжесть проблемы будет ослабевать.

Аналогичная ситуация может возникнуть и после ввода в эксплуатацию жилого комплекса и торгово-офисных помещений «Триколор» на проспекте Мира. Ориентировочно количество автомобилей (личных, служебных и гостевых) составит не менее 10 тыс. единиц, которые усугубят и без того напряжённую дорожную ситуацию в этом районе.

Такая же тенденция и в наиболее проблемном месте города – в центре. Создавая рабочие места, концентрируя деловую недвижимость в одном месте, одновременно усиливается и сопутствующая этому процессу транспортная и экологическая проблема. Деловая недвижимость притягивает к себе транспортные потоки и является первопричиной экологической проблемы.

В пределах Садового кольца существует серьёзный дисбаланс между количеством проживающих и наличием рабочих мест. Последних сейчас около двух миллионов, а трудоспособного населения проживает здесь значительно меньше. Понятно, что в центр каждый

день приезжает огромное количество «посторонних» автомобилей. К тому же исторический центр застраивался так, что сейчас очень сложно сделать какие-то выделенные полосы. Крайне отрицательную роль сыграла политика отселения из центра города коренных жителей на окраины и перевод жилых строений в нежилые с целью их дальнейшего коммерческого использования в виде офисов, гостиниц, общественных зданий. Эта политика увеличила в центре города концентрацию коммерческой и институциональной недвижимости и превратила его в задыхающийся от автомобилей район.

Для ликвидации автомобильных пробок в центре Москвы необходимо осуществлять строительство офисов на окраинах города для сотрудников, проживающих в дальнем Подмосковье. На долгосрочную перспективу (30 – 50 лет): вывести из Москвы весь бизнес за пределы МКАД. Для этого на расстоянии 25 – 40 километров от МКАД нужно проложить новую железнодорожную кольцевую дорогу, с которой будут соединяться все железнодорожные въезды в город. В районе этой железнодорожной кольцевой дороги распределить офисы, бизнес-центры и промышленные предприятия. Это позволит вывести основные транспортные потоки из города. Электропоезда, курсирующие по новым железнодорожным линиям, позволят снизить пассажиропоток в центр Москвы.

Анализируя вышенаписанное, можно сделать вывод, что проблему транспортных заторов можно искоренить только жесткими административными мерами. Основной упор должен быть сделан в пользу общественного транспорта, как существующего, так и перспективного. Перехватывающие парковки нужно строить за пределами МКАД, привязывая их к станциям пригородных поездов и конечным станциям метро, у которых такие парковки стихийно возникают уже сегодня. Активно развивать интернет-технологии, сайт «Госуслуги», благодаря которым не приходится совершать поездки в госучреждения для получения какой-либо справки или оформления паспорта, оплаты квитанции и т.д.

На ближайшую перспективу в качестве первоочередных мер нужно предпринять следующее:

- организацию полос торможения и разгонов на всех развязках для предотвращения торможений основных потоков;
- запрет стоянок на автомагистралях;
- запрет движения с малой скоростью в рядах для движения прямо (кроме правого);
- организацию «зеленой волны» на радиальных магистралях с регулированием поступления автомобилей с прилегающих улиц;
- создание и внедрение интеллектуальной транспортной системы (ИТС).
- запрещение парковок на тротуарах, проездах, во дворе, т.е. там, где создаются помехи движению автомобилей и работе общественного и спецтранспорта. Любой участок городского пространства (улица, проезд, тротуар, двор) имеет собственника, которым является либо муниципалитет, либо владелец дома, либо владельцы квартир. Парковка, несанкционированная собственником, – правонарушение. Плата за парковку должна расти прогрессивно по мере приближения к центру города.

### Литература

1. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (редакция 2000 г.). – М.: Изд-во стандартов, 2000. - 59 с.
2. Кузьмич С.И., Федина Т.О. Транспортные проблемы современных городов и моделирование загрузки улично-дорожной сети // «Известия Тульского государственного университета. Технические науки», №3, 2008
3. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. – М.: Изд-во Института прикладной математики им. М.В. Келдыша, 2004.
4. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003, № 11.

5. Daganzo C.F. Remarks on Traffic Flow Modeling and its Applications // Dept. of Civil and Environmental Engineering University of California, Berkeley.
6. Kerner B.S., Rehborn H. Experimental Features and characteristics of traffic jams // Physical Review E. - 1996.

### **Особенности метрологического обеспечения фотоколориметрических газоанализаторов**

К.т.н. О. В. Свирюкова  
Университет машиностроения, Москва, Россия  
Svirukova@yandex.ru

*Аннотация.* Рассматриваются метрологическое обеспечение газоаналитических измерений, экспресс-тестирование (bump-test) газоанализаторов, поэлементно-эквивалентный метод поверки фотоколориметрических газоанализаторов. Приведён принцип поверки фотоколориметрического газоанализатора на примере поверки газоанализатора СФГ-М.

*Ключевые слова:* поверочные газовые смеси, фотоколориметрические газоанализаторы, поэлементно-эквивалентный метод, поверочные оптические эквиваленты.

Среди аппаратурных средств и методов контроля и анализа природной среды доминируют газоаналитические измерения. Для газоаналитических измерений, как важного раздела экопромышленного мониторинга, характерна проблематика задач разработки и совершенствования средств и методов контроля и анализа природной среды. Для подобной измерительной техники традиционно актуальна проблема разработки и создания соответствующего аппаратурного обеспечения. Однако для газоаналитических измерений существует соизмеримая по значимости и актуальности проблема разработки и совершенствования средств и методов метрологического обеспечения. Это определено, прежде всего, спецификой физико-химической сущности самих газоаналитических измерений.

В последние годы имеет место значительное улучшение эксплуатационных характеристик газоаналитических приборов, используемых для контроля взрывоопасных и токсичных соединений в воздухе рабочей зоны.

В ряде стран проблеме поверки газоанализаторов в процессе эксплуатации уже давно уделяется повышенное внимание. Например, в 2004 году в документах Департамента труда США была изложена позиция Международной ассоциации оборудования безопасности (ISEA). В соответствии с этим документом в течение первых 10 дней применения газоанализатора проверка его работоспособности должна производиться ежедневно перед началом работы. Затем при положительных результатах допускается проводить проверку один раз в месяц. Многие зарубежные предприятия-изготовители в руководствах по эксплуатации рекомендуют проводить экспресс-тестирование (bump-test) переносного газоанализатора перед каждым его использованием и поставляют устройства и смеси для проведения такой проверки. В большинстве случаев bump-test определяется как подача на прибор газо- или паровоздушной смеси с известной концентрацией целевого компонента и сравнение показаний газоанализатора с подаваемой концентрацией. Как правило, концентрация целевого компонента выбирается больше порогового значения, при котором срабатывает сигнализация. Таким образом, проверяется работоспособность прибора в целом.

Обычно для градуировки, поверки и проверки работоспособности газоаналитического оборудования используются баллоны с поверочными газовыми смесями (ПГС) под давлением. Поверочные газовые смеси получают путем смешения чистых исходных газов в заданных соотношениях. ПГС предназначены для градуировки, аттестации и поверки средств из-