Введение В зонах концентрации полимерных производств, к которым относится и г.Казань, значительный вклад в уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха вносят автотранспортные средства. Так доля выбросов от автотранспорта от общего объема выбросов в атмосферу г. Казани составляет 69,4% по данным Госдоклада о состоянии окружающей природной среды [1]. В более ранних публикациях [2-6] нами оценивался вклад других факторов в формирование уровня загрязнения атмосферы городов с выделенной производственной специализацией. С целью разработки адекватных воздухоохраных мероприятий необходимо проведение инвентаризации выбросов от автотранспортных потоков по участкам автомагистралей для учета вклада передвижных источников в общий уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха. Автотранспортные потоки, как специфический источник атмосферного загрязнения, характеризуется рядом особенностей: · линейная локализация выбросов ввиду приземного положения источников, замедляющего процессы рассеивания выбросов; · динамика нагруженности автомагистралей и состава транспортного потока во времени; · значительная пространственная изменчивость характеристик потока, определяющаяся степенью удаленности от крупных населенных пунктов, направлением и характером покрытия дорог.

Экспериментальная часть Из значительного перечня существующих расчетных методик для выбора схемы расчета нами были выделены три утвержденные методики, используемые для расчета выбросов от автомобилей в условиях городского движения. Основной принцип расчета выбросов в приземный слой атмосферного воздуха двух методик, опубликованных в [7] и [8] одинаков: учитываются насыщенность и состав транспортного потока, скорость движения и расход топлива у определенных категорий автотранспорта. Расчет выбросов, согласно [7], осуществляется по формуле : где q - мощность эмиссии данного вида загрязнений от транспортного потока на конкретном участке дороги, г/м.с.; $2,06 \cdot 10^{-4}$ - коэффициент перехода к принятым единицам измерения; m - коэффициент, учитывающий дорожные и автотранспортные условия, принимается в зависимости от средней скорости транспортного потока по графику; G_{ik} - средний эксплуатационный расход топлива для данного типа (марки) карбюраторных автомобилей, л/км; для оценочных расчетов может быть принят по средним эксплуатационным нормам с учетом условий движения; G_{id} то же, для дизельных автомобилей, л/км; N_{ik} - расчетная перспективная интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./час; N_{id} то же, для дизельных автомобилей, авт./час; K_{ik} и K_{id} - коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей соответственно; Расчет выбросов, согласно [8], осуществляется по формуле: $M_i = (N_{kn} \cdot m'_{lik} \cdot a) / l_n$, где m'_{lik} - пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автомобилем k -й расчетной группы, г/км; l_n - длина n -го перегона входного или выходного направления, км;

N_{kp} – интенсивность движения автомобилей k -й расчетной группы на n -ом перегоне входного и выходного направления, авт/час; α – коэффициент выбросов ЗВ в зависимости от скорости движения. Однако существенные расхождения наблюдаются в значениях переводных коэффициентов (коэффициент скорости, пробеговый выброс для автомобилей разных категорий). Так, при сравнении графиков значений коэффициентов скорости, показанных на рис. 1, можно отметить, в целом одинаковых ход графической зависимости. Характерно общее снижение значений при возрастании скорости движения автотранспортных средств, для [7] характерны более низкие величины коэффициентов в сравнении с [8] в среднем в 2,2 раза. При этом необходимо отметить, что разница значений возрастает пропорционально увеличению скорости и достигает максимума (3,3 раза) при скорости 100 км/ч. Рис. 1 - Значения коэффициентов, определяемых скоростью движения, согласно исследуемым методикам В тоже время, при использовании [7] структура выбросов будет иметь вид: оксид углерода, углеводороды, оксиды азота. Согласно [8] выбросы от автотранспорта будут представлены следующими веществами: оксид углерода, углеводороды, оксиды азота, диоксид серы, формальдегид, бенз(а)пирен. При дальнейшем сравнении двух методик можно констатировать лишь наличие различных математических подходов при интерпретации значений пробегового выброса. Так, в [8] учитываются общие значения выбросов шести загрязняющих веществ в граммах на километр от определенного типа автомобиля. В [7] для каждого из трех загрязняющих веществ применяется коэффициент, зависящий от типа двигателя и умноженный на значения среднеэксплуатационных норм расхода топлива в л/км. Таким образом, несмотря на аналогичные принципы расчета, обоснованно осуществить выбор методики для практического использования нельзя. Расчет по методике, опубликованной в [9] значительно более детализирован. При выполнении расчетов соответствующий расчетный тип автотранспортного средства (АТС) определяется видом АТС и используемого топлива, экологическим классом АТС. По типам автомобилей выделялись: - легковые автомобили; - грузовые автомобили и автобусы полной массой до 3500 кг; - грузовые автомобили полной массой более 3500 кг; - автобусы полной массой более 3500 кг. Каждый тип автотранспортного средства, в зависимости от вида используемого топлива, разделен на следующие подтипы: - АТС, работающие на бензине; - АТС, работающие на дизельном топливе; - АТС, работающие на сжиженном нефтяном газе; - АТС, работающие на компримированном (сжатом) природном газе. Приведенные в данной методике удельные выбросы загрязняющих веществ АТС различных экологических классов отражают усредненный выброс загрязняющих веществ при движении АТС по городским улицам и дорогам регулируемого и непрерывного движения, а также при пуске и прогреве двигателя АТС после стоянки. Расчеты выполняются для значительно большего перечня загрязняющих веществ: оксид углерода,

углеводороды, оксиды азота, твердые частицы в пересчете на углерод; диоксид серы; соединения свинца, диоксид углерода, метан, неметановые углеводороды, аммиак, 1,3-бутадиен, толуол, ксилолы, стирол, ацетальдегид, бензол, формальдегид, бенз(а)пирен. Выброс i -го загрязняющего вещества автотранспортными средствами соответствующего расчетного типа при движении по участку улично-дорожной сети соответствующей категории в течение суток M_{ijkl} рассчитывается по формуле: $M_{ijkl} = m_{1ijk} \cdot l_{kl} \cdot N_{jkl}$, т/сутки, где m_{1ijk} - пробеговой выброс i -го загрязняющего вещества АТС j -го расчетного типа при движении по улицам и дорогам k -й категории, г/км; l_{kl} - протяженность l -го участка улиц и дорог k -й категории, км; N_{jkl} - интенсивность движения АТС j -го расчетного типа на l -м участке улиц и дорог k -й категории в течении суток, тыс. авт./сутки. Для тех участков городских улиц и дорог, загрузка которых разделяется на пиковый и межпиковый период, величина M_{ijkl} рассчитывается по формуле: $M_{ijkl} = m_{1ijk}^p \cdot l_{kl} \cdot N_{jkl}^p + m_{1ijk}^m \cdot l_{kl} \cdot N_{jkl}^m$, т/сутки, где m_{1ijk}^p - пробеговой выброс в пиковый период, г/км; m_{1ijk}^m - пробеговой выброс в межпиковый период, г/км; N_{jkl}^p - интенсивность движения в пиковый период, тыс. авт./сутки; N_{jkl}^m - интенсивность движения в межпиковый период, тыс. авт./сутки. Таким образом, расчетная схема, опубликованная в [9] наиболее полно учитывает не только численные характеристики движения, но количественные и качественные показатели участников транспортных потоков и позволяет оценивать вклад выбросов автотранспорта в уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха городов по значительно большему перечню примесей. Поэтому, именно методика [9] была выбрана для инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от АТС на территории г. Казани. Наблюдения с целью определения состава и интенсивности транспортных потоков проводилось в часы пиковой транспортной нагрузки (с 8.00 до 10.00 и с 17.00 до 19.00 в рабочие дни) в течение 20 минут на каждом дорожном участке с охватом всей территории города. Перечень участков дорожной сети города, подлежащих учету, включал всего 218 улиц, поделенных на 524 участка. Местоположение исследованных автомагистралей показано на рис. 2. Таким образом, исследованиями нагруженности и марочного состава транспортного потока была охвачена вся территория г. Казани. Рис. 2 - Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта на территории г. Казани По данным проведенных обследований в Вахитовском районе основными нагруженными магистралями являются улицы Саид-Галеева, Татарстан, Г.Тукая, Эсперанто, Вишневского, К.Маркса. В Приволжском районе - улицы Павлюхина, Оренбургский тракт, Магистральная, Тихорецкая, Тульская, Техническая, Пр.Победы, Оренбургский тракт, Фучика, Р.Зорге. В Советском районе - улицы Пр.Победы, Фучика, Гвардейская, А.Кутуя, Ершова, Сибирский тракт, Космонавтов, Мамадышский тракт, Академика Арбузова, Мира, Азина. В Ново-Савиновском районе - улицы Х.Ямашева, Ф.Амирхана, Гаврилова, Восстания. В Московском районе - улицы Ибрагимова, Восстания, Волгоградская,

Васильченко. В Кировском районе – улицы Боевая, К.Цеткин, Несмелова, Б. Крыловка, Краснококшайская, Болотникова, Фрунзе, Горьковское шоссе. В Авиастроительном районе – М.Миля, Копылова, Тэцевская, Дементьева. Наиболее нагруженные автомагистрали, входящие в первую десятку ранжированного ряда значений по количеству транспортных единиц, проходящих через пункт наблюдения, представлены в таблице 1. Полученные данные о составе и интенсивности транспортных потоков использовались для расчета средневзвешенных за 20-ти минутный интервал значений максимальных разовых выбросов (г/с) и валовых выбросов (т/год) на каждом дорожном участке. Доля вклада примесей (%) в уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха в зоне действия автомагистралей представлена на рис. 3. Таблица 1 - Наиболее нагруженные автомагистрали на территории г. Казани

Название улицы	Интенсивность движения (кол-во за 20 мин)
Пр. Победы	2255
Транспортная дамба	3 2218
Пр. Победы	2178
Н.Ершова	2018
Мост Миллениум	1894
К. Маркса	1890
Вишневого	1879
Арбузова	1876
Кировская дамба	1772
Ленинская дамба	1694

Рис. 3 - Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта на территории г. Казани Согласно результатам расчета, наибольшее суммарное процентное содержание в выбросах автотранспорта имеет оксид углерода (76,8%), за ним следует бензин (8,2%) и азота диоксид (1,18%), Метилбензол (1,26%), то есть при использовании данной схемы расчета мы получили совершенно иную структуру выбросов. Но, валовые выбросы не отражают степень опасности поступления примеси в приземный слой атмосферы. Поэтому необходим следующий этап исследования по расчету приземных концентраций примесей в зоне действия каждой автомагистрали со сравнением с действующими предельно допустимыми концентрациями примесей.