

УДК 504.75.05:504.3.054

**С.Н. БЕСЕДИН**  
(Волгоград)

### **ПРОГНОЗ ОПАСНОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ АВТОТРАНСПОРТА В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ВУЗА**

*Прогнозируется время заполнения отработанными токсичными газами (ОТГ) автотранспорта учебных помещений первого этажа Волгоградского государственного социально-педагогического университета для студентов и персонала с точки зрения добавочного риска при обучении. Предложены организационно-технические мероприятия по минимизации риска от токсического влияния ОТГ на здоровье обучаемых.*

**Ключевые слова:** прогноз времени заполнения, отработанные токсичные газы (ОТГ), газозагрязненная среда (ГВС), предельно-допустимые концентрации (ПДК), вредные производственные факторы (ВПФ), опасные производственные факторы (ОПФ).

---

**SERGEY BESEDIN**  
(Volgograd)

### **FORECAST OF HAZARDS FROM EXHAUSTED GASES OF MOTOR VEHICLES IN CLASSROOMS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION**

*The article deals with the forecast of filling time of motor vehicles of classrooms by toxic gases, which are formed in the rooms of the first floor of Volgograd State Social and Pedagogical University for students and staff in terms of additional risk in training. The organizational and technical measures are proposed to minimize the risk of toxic effects of exhausted gases on students' health.*

**Key words:** forecast of filling time, exhausted toxic gases, gas air environment, maximum permissible concentration, harmful production factors, dangerous production factors.

В условиях производственной деятельности в образовательном пространстве могут формироваться вредные (ВПФ) и опасные производственные факторы (ОПФ). Известно, что обучаемые и работники образовательных учреждений находятся под воздействием тех или иных негативных факторов длительное время, которое, с точки зрения науки токсиметрии, в виде экспозиции составляет более 30% суточного времени.

Особое место занимают образовательные учреждения, близко расположенные к автомагистралям. В результате этого фактора риска в учебных помещениях формируется газозагрязненная среда (ГВС), содержащая определенное количество отработанных газов от автотранспорта в виде таких токсичных газов, как оксиды углерода и азота, углеводороды и другие компоненты. Уровень опасности этих газов в учебных помещениях зависит от скорости и интенсивности транспортных потоков, времени дня, режима естественной вентиляции помещений, скорости поступления воздушных потоков извне и т. д. Вредное или опасное воздействие этих токсичных газов на обучаемых во многом зависит от предельно допустимых концентраций каждого, времени наполнения ими помещений и применяемых способов защиты образовательного пространства от их негативного воздействия. В связи с этим прогнозирование времени наполнения этими газами помещений и комплексная защита от их негативного влияния на обучаемых играют важное значение в формировании здоровьесберегающих технологий с учетом санитарно-гигиенических норм и современных требований к безопасности образовательной среды [1, с. 14; 3, с. 123; 4, с. 19; 6, с. 24].

Целью исследования является прогноз концентраций и времени наполнения отработанными токсичными газами (ОТГ) (оксида углерода и азота, углеводородов) от автотранспорта простран-

ства аудиторий 1-31, 1-29 первого этажа университета и разработка мер защиты от их негативно-го влияния. Полученные данные о динамике процесса позволяют разработать организационно-технические мероприятия по защите обучаемых от негативного воздействия токсичных продуктов сгорания в пространстве образовательных учреждений. Конечная цель исследования направлена на разработку и реализацию организационно-технических мероприятий по защите обучаемых от негативного влияния ОТГ, а также на минимизацию ущерба здоровью обучаемых в образовательном пространстве.

Методика прогноза концентрации ОТГ в учебных помещениях 1-31, 1-29 опирается на результаты измерения скорости воздушных потоков, поступающих через окна помещений, находящихся в режиме проветривания.

Результаты измерений скорости воздушной среды через окно со стороны автомагистрали в режиме проветривания (вентиляции) позволили разработать методику прогноза времени наполнения ОТГ учебных помещений 1-31 и 1-29, окна которых выходят на проезжую часть автомагистрали (пр. Ленина, 27). Измерение скорости воздушных потоков проводилось с помощью прибора ТКА-ПКМ (50). При разработке методики прогноза принимались следующие допущения:

- токсичные отработанные газы от автомобилей в потоке равномерно перемешаны с воздухом в соотношении 1:100;

- поступление смеси воздуха и отработанных газов в учебные помещения через окна в режиме проветривания осуществляется со скоростями, которые получены при измерении прибором ТКА-ПКМ (50), в учебные помещения до полного его замещения газовой воздушной смесью, образующейся на автомагистрали.

В качестве отработанных газов рассматривались наиболее токсичные – оксид углерода (СО), оксиды азота (NOx) и углеводороды (СН). Удельные концентрации этих газов на пройденный километр пути составляют: СО – 1,0 г/км, NOx – 0,06 г/км, СН – 0,1 г/км [5, с. 68].

Интенсивность движения автотранспорта вдоль Волгоградского государственного социально-педагогического университета во временных интервалах: 8.00–13.00, 13.00–17.00 и 17.00–20.00, составила 150, 50 и 100 автомобилей в минуту, соответственно.

С учетом геометрических характеристик типового окна, удельный объем смеси, поступающей в помещение через окно в режиме проветривания, составил:

$$Q = v_i \times F_n \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где  $v_i$  – скорость воздушной смеси через окно в режиме проветривания, м/с;  $F_n$  – площадь вентиляционного проема для одного окна 0,575 м<sup>2</sup>.

Для аудитории 1-31 объемом 120 м<sup>3</sup> и принятых допущений удельный объем токсичных газов при различных скоростях поступления в помещение составил:

- для скорости 3,0 м/с  $Q_1 = 1,72 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{сек.}$ ;
- для скорости 1,6 м/с  $Q_2 = 0,92 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{сек.}$ ;
- для скорости 0,2 м/с  $Q_3 = 0,11 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{сек.}$

Время заполнения помещения смесью ОТГ с воздухом с учетом скоростей поступления составило:

$$\begin{aligned} t_1 &= V_n / Q_1 = 120 / 1,72 \times 10^{-2} = 2,0 \text{ ч;} \\ t_2 &= V_n / Q_2 = 120 / 0,92 \times 10^{-2} = 3,6 \text{ ч;} \\ t_3 &= V_n / Q_3 = 120 / 0,11 \times 10^{-2} = 30,0 \text{ ч.} \end{aligned}$$

Результаты прогноза времени накопления токсичных газов (оксида углерода и азота, углеводородов), которые формируются в помещениях 1-31, 1-29, в зависимости от интенсивности автотранспорта, скорости поступления воздушной смеси отработанных газов и количества окон в режиме проветривания представлены в табл. 1 (см. с. 51).

Таблица 1

**Прогноз времени заполнения ОТГ учебных помещений в зависимости от их объема, количества окон и скорости поступления воздушной смеси через них**

Время заполнения отработанными токсичными газами аудитории 1-31 (объем 120 м <sup>3</sup> ) в зависимости от скорости поступления воздуха через окно в режиме вентиляции	
Скорость поступления, м/с	Время заполнения, ч
3,0	2,0
1,6	3,6
0,2	30,0
Время заполнения отработанными токсичными газами аудитории 1-29 (объем 220 м <sup>3</sup> ) в зависимости от скорости поступления воздуха через 2 окна в режиме вентиляции	
Скорость поступления, м/с	Время заполнения, ч
3,0	1,76
1,6	3,3
0,2	26,5
Время заполнения отработанными токсичными газами аудитории 1-29 (объем 220 м <sup>3</sup> ) в зависимости от скорости поступления воздуха через 3 окна в режиме вентиляции	
Скорость поступления, м/с	Время заполнения, ч
3,0	1,18
1,6	2,2
0,2	17,7

При этом концентрации ОТГ в этих помещениях могут принимать следующие значения (см. табл. 2):

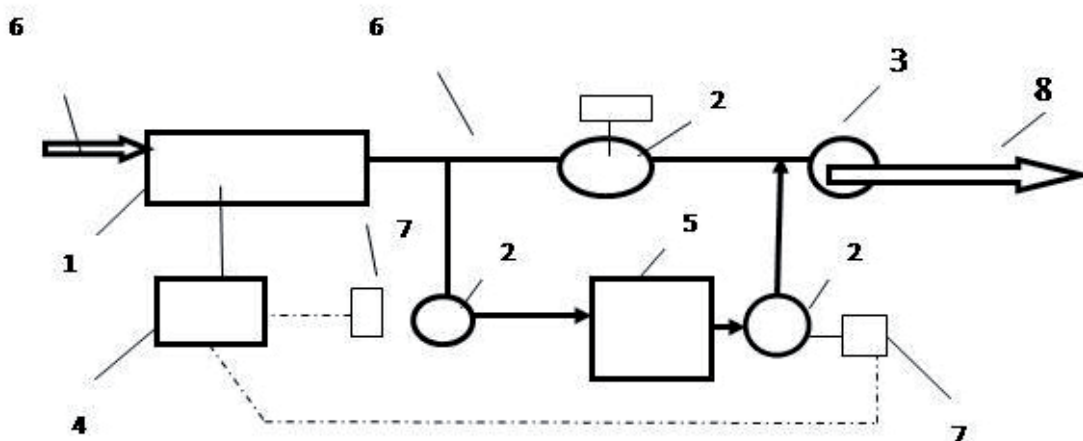
Таблица 2

**Сравнительный прогноз концентрации отработанных токсичных газов в помещениях с ПДК в зависимости от интенсивности транспортного потока [2, с. 17]**

Концентрация ОТГ, C <sub>со</sub> мг/м <sup>3</sup>	Интенсивность автотранспорта и интервал 150 авт./мин.
	12,5
	8,3
	4,2
Максимальная предельно допустимая концентрация ПДК=5,0 мг/м <sup>3</sup> ; среднесуточная предельно допустимая концентрация ПДК=3,0 мг/м <sup>3</sup> .	
Концентрация ОТГ, C <sub>NOx</sub> мг/м <sup>3</sup>	Интенсивность автотранспорта и интервал 100 авт./мин.
	0,75
	0,5
	0,2
Среднесуточная предельно допустимая концентрация ПДК NOx=0,1 мг/м <sup>3</sup> ; максимальная предельно допустимая концентрация МАХ=0,68 мг/м <sup>3</sup> .	
Концентрация ОТГ, C <sub>СН</sub> мг/м <sup>3</sup>	Интенсивность автотранспорта и интервал 50 авт./мин.
	1,25
	0,8
	0,42
среднесуточная предельно допустимая концентрация ПДК СН=1,5 мг/м <sup>3</sup> ; максимальная предельно допустимая концентрация МАХ ПДК=5,0 мг/м <sup>3</sup> .	

Таким образом наиболее опасным интервалом движения автотранспорта и формирования таких токсичных отработанных газов как оксид углерода и оксид азота, является время: 8.00–13.00 и 17.00–20.00 с интенсивностью автотранспорта 150 и 100 авт./мин., в течение которых в помещениях 1-31 и 1-29 могут формироваться концентрации этих газов, превышающих их предельно допустимые среднесуточные концентрации.

Анализ существующих систем очистки воздуха от токсичных газов позволил предложить организационно технические мероприятия по защите образовательного пространства и схему автономной системы очистки воздуха замкнутого типа от ОТГ в учебных помещениях, которые подвержены рискам связанных с понижением качества воздуха техногенного происхождения. Это устройство представлено на рис. и включает: блок контроля загазованности помещения, вентилятор, воздуховоды с дистанционно управляемыми клапанами, воздушный фильтр фотокаталитического типа. Работа устройства состоит в том, что при повышении концентрации таких токсичных газов, как оксидов углерода, азота, углеводородов, включается вентилятор в цикле фотокаталитического фильтра, который очищает воздух, выбрасывает его в помещение и тем самым понижает концентрации токсичных газов до минимальных значений.



1 – блок для измерения загазованности помещения; 2 – вентиляционные задвижки; 3 – вентилятор; 4 – блок управления вентиляционными клапанами; 5 – воздушный фильтр фотокаталитического типа; 6 – воздуховоды; 7 – сервопривод воздушной вентиляционной задвижки; 8 – выход очищенного воздуха.

**Рис.** Устройство вентиляции и очистки воздуха в учебном помещении от отработанных газов автотранспорта

Организационные мероприятия по поддержанию нормальной газовой среды учебных помещений в условиях воздействия отработанных газов заключались в организации оптимального временного цикла вентиляции, которое направлено на снижение времени негативного воздействия токсичных газов на обучающихся.

Например, среднее время заполнения токсичными компонентами оксида углерода и азота от автотранспорта в помещениях 1-31 и 1-29 через окна в режиме вентиляции составляет около двух академических часов. При этом прогнозируемые концентрации монооксида углерода за это время могут достигать небезопасных значений: 12,5 и 8,3 мг/м<sup>3</sup>, относительно возможных максимально допустимых значений, которые не должны превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup>.

Прогнозируемые концентрации оксида азота за это же время могут достигать значений 0,75 и 0,5 мг/м<sup>3</sup>, которые являются небезопасными, т. к. максимально допустимое значение оксида азота не должно превышать 0,68 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, наиболее опасным интервалом движения автотранспорта и формирования таких токсичных газов, как оксиды углерода и азота, являются интервалы: 8.00–13.00 и 17.00–20.00 с интенсивностью автотранспорта 150 и 100 авт./мин., в течение которых в помещениях 1-31 и 1-29 могут формироваться концентрации этих газов, превышающих предельно допустимые среднесуточные нормы.

Учитывая характер концентрационного прогноза отработанных газов, в учебных помещениях целесообразно внедрять в учебный процесс организационные защитные мероприятия в виде вентилирования помещений по временному графику. Проветривание помещений осуществлять на 15 минут через каждый академический час (45 минут).

Необходимо оборудовать учебные помещения, которые подвержены техногенной загазованности отработанными газами от транспортных потоков, автономными системами фотокаталитической очистки воздуха замкнутого типа от оксидов углерода, азота и других вредных компонентов отработанных токсичных газов.

### Литература

1. Аверкина Н.А. Медицина труда и промышленная экология // Охрана труда. 1996. № 9.
2. Беседин С.Н., Демин М.Ю. Прогноз концентрации отработанных газов автотранспорта в учебных помещениях вуза // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. М.: Интернаука, 2018. № 3(8). С. 17–25.
3. Буштуева К.А. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. М.: Медицина, 1979.
4. Полянский В.В. Гигиеническая оценка окружающей среды и состояния здоровья детского населения малого города в целях совершенствования социально-гигиенического мониторинга: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Рязань, 2000.
5. Предельно допустимые концентрации: сб. законодательных нормативных и методических документов для экспертизы воздухо-охранительных мероприятий. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
6. Санитарные правила «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Сан ПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01», утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 17 мая 2001 г. М., 2001.