



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность технологических процессов и производств»

Методические указания
к выпускной квалификационной работе
«Безопасность и экологичность работы»
по направлению

«Технология транспортных процессов»

Авторы
Бадалян Л.Х.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очно-заочной формы обучения направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Безопасность технологических процессов и производств»
Бадалян Л.Х.





Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1 Преддипломная практика.....	4
1.2 Организация консультаций и оформление раздела «Безопасность и экологичность».....	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ»	5
2.1 Введение.....	5
2.2 Теоретическая часть	5
2.3 Аналитическая часть.....	6
2.4 Заключение.....	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	11

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт удовлетворяет потребности в грузовых и пассажирских перевозках и является неотъемлемым звеном многих технологических процессов. При этом он является одним из основных источников загрязнения. Загрязнение происходит по всему пространству составляющих биосферы, а именно - воздушного, водного бассейна и плодородного слоя почвы. Число автотранспортных средств неуклонно растет, увеличивается интенсивность движения, что приводит к увеличению валового выброса вредных веществ.

Растущий автомобильный парк оказывает все большее влияние на загрязнение окружающей среды. В мире автомобили ежегодно потребляют 2,1 млрд. т топлива и выбрасывают в атмосферу около 700 млн. т вредных веществ, в том числе 420 млн. т CO, 170 млн. т CH, 60 млн. т NO_x, 17 млн. т сажи и 0,6 млн. т свинца (в среднем 1,3 т выбросов на один среднестатистический автомобиль в год). В результате доля автомобильного транспорта в общем загрязнении атмосферы в развитых странах достигла (45 – 50) %.

Доля автомобильного транспорта в загрязнении окружающей среды РФ достигла 40 %, в том числе в городах (50 – 60) %, в мегаполисах (85 – 90) %.

В 1991 г. в России был принят закон «Об охране окружающей природной среды», устанавливающий правила регулирования отношений в сфере взаимодействия общества и природы, сохранения естественной среды обитания, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной деятельности, оздоровления окружающей среды. В соответствии с ним в отраслях, в том числе и на автомобильном транспорте, разрабатываются и реализуются целевые программы снижения влияния вредных выбросов в атмосферу, на почву и в водный бассейн.

Настоящие методические указания предназначены для ознакомления обучающихся с требованиями, предъявляемыми к оформлению и содержанию раздела «Безопасность и экологичность» в выпускных квалификационных работах.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Преддипломная практика

За время прохождения преддипломной практики обучающийся должен собрать материал для оформления раздела «Безопасность и экологичность» выпускной квалификационной работы (ВКР) в соответствии с предполагаемой темой. В частности, обучающийся обязан ознакомиться с особенностями производственной деятельности на исследуемом объекте (автотранспортном предприятии, станции технического обслуживания и пр.), опасными и вредными производственными факторами, характерными для данного предприятия, собрать материалы о влиянии рассматриваемого производственного объекта на окружающую среду. Недопустимо заполнять этот раздел определениями, общими рассуждениями, инструкциями и др. материалами.

1.2 Организация консультаций и оформление раздела «Безопасность и экологичность»

Получить задание по разделу «Безопасность и экологичность» у консультанта-преподавателя кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» обучающийся-дипломник может при наличии у него бланка «Задание на выпускную квалификационную работу» с указанием темы и заполненными конструкторским и технологическим заданиями. Бланк задания должен быть подписан научным руководителем работы.

Перед утверждением задания по разделу «Безопасность и экологичность» обучающийся должен ознакомиться с данными методическими указаниями и со списком методической и технической литературы, имеющейся в библиотеке. Затем обучающийся должен ориентировочно наметить содержание раздела в соответствии с темой выпускной квалификационной работы, а консультант окончательно его утвердить.

Задание на раздел записывается в бланк задания на ВКР и подписывается преподавателем-консультантом кафедры «Безопасность технологических процессов и производств».

В ходе выполнения задания обучающийся должен согласовывать выбранные решения с преподавателем-консультантом (консультации по разделу проводятся еженедельно, в соответствии с графиком консультаций). Выполненные задания по разделу работы студент должен представить консультанту на утверждение первоначально в черновом варианте. При наличии замечаний дипломник должен провести работу по их устранению и сдать раздел на повторную проверку, приложив к доработанному разделу список замечаний, которые были исправлены. После проверки при отсутствии замечаний консультант ставит подпись на титульном листе пояснительной записки. Без подписи консультанта по разделу «Безопасность и экологичность» ВКР к защите не допускается.

При составлении тезисов выступления на защите ВКР студент должен предусмотреть время для краткого устного изложения содержания разработок по разделу «Безопасность и экологичность».

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ»

Раздел «Безопасность и экологичность» рекомендуется выполнять по следующей схеме.

Текстовая часть раздела – составная часть общей расчетно-пояснительной записки ВКР, оформляется в виде самостоятельного раздела с заглавным листом.

Рекомендуется следующая структура раздела:

Введение

Теоретическая часть

Аналитическая часть

Заключение

Общий объем раздела «Безопасность и экологичность» – не менее 8 –10 страниц текста, расчетов, графиков, схем, таблиц.

2.1 Введение

В начале раздела «Безопасность и экологичность» необходимо кратко изложить цели и задачи ВКР. Затем охарактеризовать деятельность рассматриваемого производственного объекта (например, автотранспортного предприятия). Далее следует выявить задачи раздела, заключающиеся в анализе служб управления охраной труда и обеспечения экологической безопасности на промышленном объекте и оценке воздействия деятельности предприятия на окружающую среду, и указать методы, которые предполагается использовать при их решении.

2.2 Теоретическая часть

В теоретической части раздела рекомендуется выполнить краткий анализ структуры и деятельности служб управления охраной труда и охраной окружающей

среды на исследуемом предприятии в виде текстового описания. Здесь следует привести структуру рассматриваемых служб, указать их основные задачи и направления деятельности; указать основные вредные и опасные производственные и экологические факторы и предложить мероприятия по их устранению (или снижению опасности).

Отметим, что для предприятий автотранспортного комплекса основным вредным фактором (как производственным, так и экологическим) является эмиссия вредных, токсичных и канцерогенных веществ с отработавшими газами автотранспортных средств. Ниже приведены примеры задач раздела «Безопасность и экологичность»:

1. Рассчитать массы эмиссии загрязняющих веществ пассажирскими автобусами большой вместимости (с дизельными двигателями) на одном из городских маршрутов. Предложить мероприятия по оптимизации транспортной работы автобусов, направленные на снижение выбросов вредных веществ.
2. Определить экологическую эффективность использования в качестве пассажирских транспортных средств микроавтобусов с дизельными и газовыми двигателями.
3. Оценка снижения техногенной нагрузки на экосистему в результате совершенствования организации дорожного движения на пересечении двух автомагистралей с разработкой мероприятий по увеличению пропускной способности перекрестка
4. Определить экологическую эффективность мероприятий по оптимизации движения общественного городского транспорта на участке дорожной сети, состоящих в снижении времени работы двигателей на холостом ходу.
5. Определить экологическую эффективность применения легковых автомобилей с бензиновым (с принудительным зажиганием и электронным впрыском топлива) и газовыми двигателями в школе подготовки водителей.
6. Проанализировать, как изменение мощности влияет на экологическую безопасность городского пассажирского транспорта на примере расчета выбросов сажи на участке дорожной сети.
7. Рассчитать экологический эффект природоохранного мероприятия, состоящего в уменьшении интервала движения троллейбусов и замещении ими в транспортном потоке 50 % микроавтобусов с дизельными двигателями на участке дорожной сети.

Исходные данные для решения задач (число транспортных средств на маршруте, скорость транспортного потока на исследуемом участке дорожной сети) рекомендуется получать во время преддипломной практики, либо с использованием Интернет-ресурсов (приложение Яндекс. Пробки).

2.3 Аналитическая часть

Расчеты к поставленным в теоретической части задачам выполняются по представленной ниже методике.

1. Массовый расход, г/с, i -го загрязняющего вещества (ЗВ) единичным автотранспортным средством (АТС) определяется по формуле

$$M_{ijk} = Q_{огjk} c_i, \quad (1)$$

где $Q_{огjk}$ – объемный расход отработавших газов (ОГ) двигателя единичного ав-

томобилей, м³/с; c_i – концентрация i -го вредного вещества в ОГ единичного автомобиля, г/м³; j – тип АТС (j_1 – легковые, j_2 – микроавтобусы, j_3 – грузовые, j_4 – автобусы); k – тип двигателя по виду используемого топлива (бензин, дизельное, газовое).

2. Экспериментальные исследования на математических моделях [2] позволили выявить зависимость объемного расхода ОГ от скорости транспортного потока в диапазоне от 4,17 м/с до 12,6 м/с

$$Q_{огj} = 0,0007 v_j^2 - 0,0256 v_j + 0,3184. \quad (2)$$

3. Зная среднюю скорость транспортного потока, можно с достаточной для оценочных расчетов точностью вычислить скорости автомобилей по назначению по формулам

$$v_{j1} = 1,8665 v; \quad (3)$$

$$v_{j2} = 0,575 v_{j1}; \quad (4)$$

$$v_{j3} = v_{j4} = 0,4467 v_{j1}. \quad (5)$$

где $v_{j1}, v_{j2}, v_{j3}, v_{j4}$ – скорости легковых АТС, микроавтобусов, грузовых АТС и автобусов соответственно.

4. При расчете массового расхода ОГ автомобильными двигателями эффективную мощность, крутящий момент на валу и коэффициент избытка воздуха удобно представлять в относительных единицах, т.е. от 0 до 1, и обозначать \bar{N}, \bar{M} и $\bar{\alpha}$ (величины безразмерны) соответственно [3]. Подобные действия с переменными позволяют сократить разброс крайних значений этих параметров и упростить определение масс выбросов ЗВ в атмосферном воздухе различными по типу двигателя и назначению автомобилями транспортного потока.

Эффективная мощность АТС с двигателями, работающими на дизельном топливе и бензине определяется из уравнения [4]

$$\bar{N} N_{ном} = \frac{[k_{\phi} \rho_{в} F_s v_j^2 + mg \cos \gamma (f \pm \operatorname{tg} \gamma) \pm \delta_{вр} am] v_j}{\eta_{тр}}, \quad (6)$$

где $\bar{N} N_{ном}$ – произведение, представляющее собой эффективную мощность двигателя ($N_{ном}$ – номинальная мощность двигателя, Вт), Вт; k_{ϕ} – коэффициент обтекаемости; $\rho_{в}$ – плотность воздуха, $\rho_{в} = 1,293$ кг/м³; F_s – площадь лобовой поверхности автомобиля, м²; m – масса автомобиля, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; f – коэффициент сопротивления качению, принимаем $f = 0,02$; $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс; a – ускорение автомобиля, м/с; $\eta_{тр}$ – механический КПД трансмиссии;

Знак минус в уравнении (6) перед $\operatorname{tg} \gamma$ и $\delta_{вр} am$ ставят соответственно при движении под уклон и при отрицательном значении ускорения поступательного движения (движение с замедлением).

Средние значения номинальной мощности двигателей, коэффициента обтекаемости, площади лобовой поверхности и массы автомобилей по назначению и виду используемого топлива представлены в таблицах 1 – 3.

тока

Двигатели по виду используемого топлива	Средняя номинальная мощность автомобилей по назначению, Вт			
	легковые	микроавтобусы	грузовые	автобусы
бензиновые	60000	90000	72000	100000
дизельные	70000	90000	125000	150000
газовые	55000	65000	80000	-

Таблица 2 – Аэродинамические характеристики автомобилей

Характеристика	Автомобили по назначению			
	легковые	микроавтобусы	грузовые	автобусы
k_{ϕ}	0,15	0,45		
F_s, m^2	1,5	3	3,5	6,6 – 9

Таблица 3 – Средние значения масс автомобилей, кг

Двигатели по виду используемого топлива	АТС по назначению			
	легковые	микроавтобусы	грузовые	автобусы
бензиновые	1500 – 2000	2500 – 3000	3500 – 5000	5000
дизельные			10000 – 10500	10500
газовые				-

Произведение $\delta_{вр} a$ в формуле (6) можно представить выражением [4, 5]

$$\pm \delta_{вр} a = g(D - \Psi), \quad (7)$$

где D – динамический фактор автомобиля; Ψ – коэффициент приведенного сопротивления дороги, численно можно принять $\Psi = (f \pm \operatorname{tg} \gamma) \cos \gamma$.

В свою очередь, для нахождения D можно использовать эмпирические зависимости (8 – 10), и полученные на их основе формулы (11 – 13) – для расчета $\pm \delta_{вр} a$ [4] (таблица 4)

Таблица 4 – Формулы для расчета динамического фактора и $\pm \delta_{вр} a$

D	R^2	№ формулы	$\pm \delta_{вр} a$	№ формулы
Легковые автомобили				
$D = 2,023v^{-1,0678}$	0,9969	(8)	$\pm \delta_{вр} a = g(2,023v^{-1,0678} - \Psi)$	(11)
Микроавтобусы				
$D = 1,6851v^{-1,3825}$	0,9804	(9)	$\pm \delta_{вр} a = g(1,6851v^{-1,3825} - \Psi)$	(12)
Грузовые автомобили и автобусы				
$D = 0,5502v^{-1,11}$	0,9481	(10)	$\pm \delta_{вр} a = g(0,5502v^{-1,11} - \Psi)$	(13)

Расчет механического КПД трансмиссии для АТС можно осуществлять по следующим формулам

дизельных и газодизельных

$$\eta_{тр} = -1,3238\bar{N}^3 + 1,118\bar{N}^2 - 0,031\bar{N} + 0,8755, \quad (14)$$

карбюраторных и газовых двигателей с искровым зажиганием

$$\eta_{\text{тр}} = -2,9224\bar{N}^3 + 3,4211\bar{N}^2 - 1,0995\bar{N} + 1,0299, \quad (15)$$

с электронным впрыском топлива (инжекторных)

$$\eta_{\text{тр}} = -3,2715\bar{N}^3 + 3,8372\bar{N}^2 - 1,2194\bar{N} + 1,0006. \quad (16)$$

Для газовых двигателей принять: легковые АТС и микроавтобусы – с искровым зажиганием, грузовые АТС – газодизели.

Подставляя значения параметров из таблиц 1 – 4 в числитель правой части уравнения (6) и соответствующие заданным условиям формулы (14 – 15), определим относительную мощность двигателя.

Относительный коэффициент избытка воздуха в зависимости от относительной мощности для расчета концентрации ЗВ в ОГ бензиновых двигателей рассчитывают по формулам

для карбюраторных двигателей

$$\bar{\alpha} = 0,8775\bar{N}^3 - 2,1263\bar{N}^2 + 2,0224\bar{N} + 0,2387, \quad (17)$$

для двигателей с электронным впрыском топлива

$$\bar{\alpha} = 1,4577\bar{N}^3 - 3,3985\bar{N}^2 + 2,8352\bar{N} + 0,1276.$$

(18)

Для легковых автомобилей и микроавтобусов с газовыми двигателями коэффициент избытка воздуха рассчитываем по формуле (17).

5. Из таблицы 5 выбираем концентрацию ЗВ в ОГ, соответствующую варианту задания.

Таблица 5 – Аналитические зависимости концентрации ЗВ в ОГ от \bar{N} и $\bar{\alpha}$

ЗВ	Диапазон изменения \bar{N} и $\bar{\alpha}$	Концентрация, c_i , г/м ³
1	2	3
Двигатели с воспламенением от сжатия		
CO	0 – 1,0	$5,6754\bar{N}^4 - 11,758\bar{N}^3 + 9,9078\bar{N}^2 - 3,5046\bar{N} + 0,7996$
NO _x	0 – 1,0	$4,2667\bar{N}^4 - 19,2\bar{N}^3 + 18,933\bar{N}^2 - 1,2\bar{N} + 0,7$
C _n H _m	0 – 1,0	$-0,5318\bar{N}^4 + 0,9223\bar{N}^3 - 0,355\bar{N}^2 + 0,058\bar{N} + 0,0026$
SO ₂	0 – 1,0	$0,192\bar{N} + 0,0363$
R _x COH	0 – 1,0	$0,0495\bar{N}^3 - 0,015\bar{N}^2 - 0,0121\bar{N} + 0,0067$
C	0 – 1,0	$-1,332\bar{N}^4 + 2,7531\bar{N}^3 - 1,5837\bar{N}^2 + 0,3629\bar{N} + 0,0194$
C ₂₀ H ₁₂	0 – 1,0	$2,4308\bar{N}^2 - 0,8536\bar{N} + 0,4121$, мкг/м ³
Двигатели с принудительным зажиганием (карбюраторные)		
CO	0 – 1,0	$-237,71\bar{\alpha}^3 + 540,29\bar{\alpha}^2 - 385,24\bar{\alpha} + 92,937$
NO _x	≤ 0,25	$23,951\bar{\alpha}^2 + 3,2283\bar{\alpha} + 0,435$
	0,25 – 0,75	$-58,578\bar{\alpha}^2 + 62,586\bar{\alpha} - 9,5996$
	0,75 – 1,0	$35,536\bar{\alpha}^2 - 73,553\bar{\alpha} + 39,411$
1	2	3
C _n H _m	0 – 1,0	$2,9692\bar{\alpha}^3 - 2,6764\bar{\alpha}^2 - 0,2918\bar{\alpha} + 0,5602$

SO ₂	0 – 1,0	0,0152 $\bar{\alpha}$ + 0,0025
C	0 – 1,0	0,3555 $\bar{\alpha}^2$ – 0,8858 $\bar{\alpha}$ + 0,6361
C ₂₀ H ₁₂	≤ 0,75 0,75 – 1,0	–4,7513 $\bar{\alpha}^2$ + 15,181 $\bar{\alpha}$ + 15,278 4762,8 $\bar{\alpha}^3$ – 11942 $\bar{\alpha}^2$ + 9929,6 $\bar{\alpha}$ – 2715,8
Газодизельные двигатели		
C _n H _m	0 – 1,0	–0,6434 \bar{N}^3 + 1,7451 \bar{N}^2 – 1,5049 \bar{N} + 0,5444
NO _x	0 – 1,0	0,3987 \bar{N}^2 – 0,0327 \bar{N} + 0,0474
CO	≤ 0,75	0,232
	0,75 – 1,0	317,33 \bar{N}^3 – 771,86 \bar{N}^2 + 625,07 \bar{N} – 168,28
C ₂₀ H ₁₂	0 – 1,0	37,867 \bar{N}^3 – 1,6 \bar{N}^2 – 35,767 \bar{N} + 23,95, мкг/м ³
CO ₂	0 – 1,0	6 \bar{N} + 96,8
C	≤ 0,8	0,1212 \bar{N}^3 – 0,0851 \bar{N}^2 + 0,0219 \bar{N} + 0,023
	0,8 – 1,0	66 \bar{N}^3 – 167,42 \bar{N}^2 + 141,86 \bar{N} – 40,08
Газовые двигатели с искровым зажиганием		
CO	≤ 0,12	7618 $\bar{\alpha}^2$ – 1779,1 $\bar{\alpha}$ + 138,81
	0,12 – 0,5	312,19 $\bar{\alpha}^2$ – 278,6 $\bar{\alpha}$ + 63,499
	0,5 – 1,0	0
NO _x	≤ 0,235	31,769 $\bar{\alpha}^2$ + 0,4662 $\bar{\alpha}$ + 0,136
	0,235 – 0,8	–50,5 $\bar{\alpha}^2$ + 51,98 $\bar{\alpha}$ – 7,1382
	0,8 – 1,0	18,667 $\bar{\alpha}^2$ – 41,8 $\bar{\alpha}$ + 24,043
C _n H _m	0 – 1,0	20,348 $\bar{\alpha}^4$ – 45,735 $\bar{\alpha}^3$ + 37,818 $\bar{\alpha}^2$ – 13,278 $\bar{\alpha}$ + 1,6723

Примечания. 1. Недостающую информацию по концентрации ЗВ в ОГ для инжекторных двигателей следует дополнить из раздела «Газовые двигатели с искровым зажиганием». 2. Для газовых двигателей концентрация недостающих ЗВ не учитывается.

6. Массовый расход i -го ЗВ транспортным потоком определяем по формуле

$$\sum M_{ijk} = M_{ijk} \lambda_{jk} K, \quad (19)$$

где λ_{jk} – доля автомобилей по назначению и виду топлива в транспортном потоке (таблица 6); K – объем движения (число АТС, находящихся на участке дорожной транспортной сети в данный момент времени), шт.

Объем движения рассчитывается по формуле [3]

$$K = \left[\frac{L - d_{cp}}{h(v)} + 1 \right] z, \quad (20)$$

где d_{cp} – средняя длина транспортного средства, м, принимаем для легковых автомобилей 3 м, для микроавтобусов 5 м, для грузовых 6 м, и автобусов 8,0 м; $h(v)$ – средний пространственный интервал между автомобилями, м.

Средний пространственный интервал между автомобилями

$$h(v) = 0,0285v^2 + 0,504v + 5,7 \quad (21)$$

Таблица 6 – Доля автомобилей по назначению и виду топлива в транспортном потоке

АТС по назначению	Двигатели по виду используемого топлива			
	бензиновые		дизельные	газовые
	карб.	с электр. впрыском топлива		
легковые	0,36	0,36	0,014	0,478
грузовые	0,00325	0,00325	0,0045	0,0005
микроавтобусы	0,023	0,023	0,0624	0,04
автобусы	0,02105	0,02105	0,0162	-

2.4 Заключение

В данной части раздела приводятся выводы, сделанные по итогам выполнения аналитической части: предлагаются мероприятия по снижению негативного воздействия анализируемых факторов; оценивается эффективность предлагаемых мер и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трудовой Кодекс Российской Федерации: Часть первая-шестая: [принят Гос. Думой 21 декабря 2001 г., с изменениями и дополнениями по состоянию на 04 июня 2014 г.] // Собрание законодательства РФ. – 2001.
2. Метод расчета масс выбросов загрязняющих веществ единичным автомобилем и транспортным потоком на участке дорожно-транспортной сети: программа для ЭВМ. Гос.регистрация № 2011610741 от 11.01.11 / Бадалян Л.Х., Курдюков В.Н., Лебедев А.Р. – М.: Роспатент, 2011.
3. Бадалян Л.Х., Курдюков В.Н., Алейникова А.М., Гавриленко Т.Б. Корректность определения механического КПД трансмиссии автомобильных передач в системе учета фактических выбросов / Наука вчера, сегодня, завтра: мат-лы 11-й Междунар. заочной науч.-практ. конф. (24 июля 2013г.) – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – С. 20 – 25.
4. Бадалян Л.Х. Математическая модель загрязнения воздушной среды автотранспортными средствами // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 14 – 16.
5. Бадалян Л.Х. Математическая моделирование загрязнения атмосферного воздуха потоком АТС // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 12. – С. 29 – 31.