

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности»  
в выпускной квалификационной работе для студентов специальности  
270205 – Автомобильные дороги и аэродромы  
и направления бакалавриата 270800 «Строительство»  
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Белгород  
2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
Кафедра безопасности жизнедеятельности

Утверждено  
научно-методическим советом  
университета

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности»  
в выпускной квалификационной работе для студентов специальности  
270205 – Автомобильные дороги и аэродромы  
и направления бакалавриата 270800 «Строительство»  
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Белгород  
2012

УДК 658.38(07)

ББК 30ня7

М54

Составители: ст. преп. О.А. Рыбка

канд. техн. наук, ст. преп. А.С. Едаменко

Рецензент канд. техн. наук, доц. Е.А. Носатова

М54 **Методические** указания к выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности» в выпускной квалификационной работе для студентов специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы и направления бакалавриата 270800 «Строительство» профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы» / сост.: О.А. Рыбка, А.С. Едаменко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 56 с.

В методических указаниях изложены вопросы, которые студенты должны осветить при выполнении раздела «Безопасность жизнедеятельности» в выпускной квалификационной работе; требования к оформлению раздела и к его содержанию, а также приведены методики некоторых расчетов с примерами. В заключении представлен список рекомендуемой литературы. Методические указания предназначены для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и направления бакалавриата 270800 «Строительство» профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы».

Методические указания публикуются в авторской редакции.

УДК 658.38(07)

ББК 30ня7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2012

## ВВЕДЕНИЕ

В основном законе Российской Федерации – «Конституция Российской Федерации» в статье 37 гражданину гарантировано право на труд в условиях безопасности и гигиены. Это обязывает работодателей, независимо от формы собственности, обеспечить сохранность здоровья и жизни работника в процессе труда. Снижение уровня травматизма, общей и профессиональной заболеваемости в процессе труда невозможно без подготовки работников предприятий в области безопасности жизнедеятельности.

В связи с этим особенно важно чтобы обязательной составной частью выпускной квалификационной работы студентов специальности являлся раздел «Безопасность жизнедеятельности». Разрабатывая тему дипломного проекта, студент обязан предусмотреть безопасность работников в той части, где он коснулся изменения технологического процесса при проектировании, изготовлении или эксплуатации изделия.

Работа над разделом требует глубокого изучения производства, навыков в работе с технической документацией и нормативной литературой. Для обоснования принятых решений их необходимо подтвердить расчетами.

Данные методические указания содержат рекомендации к содержанию теоретической части и примерные расчеты, которыми студент может воспользоваться при выполнении раздела «Безопасность жизнедеятельности», исходя из конкретных условий производственного процесса, разрабатываемого в выпускной квалификационной работе.

Методические рекомендации составлены в соответствии с Госстандартами для студентов специальности 270205 (от 05.04.2000 г.) и направления подготовки бакалавров (от 18.01.2010 г.).

## 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Цель настоящих методических указаний состоит в том, чтобы помочь студентам – дипломникам в определении и содержания и объема раздела «Безопасность жизнедеятельности». Выполняемый студентами раздел является заключительным этапом в учебном процессе по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Задание по разделу «Безопасность жизнедеятельности», выдаваемое студентам-дипломникам на кафедре «Безопасность жизнедеятель-

ности» преподавателем-консультантом, должно соответствовать теме выпускной квалификационной работы и быть его составной частью.

Консультации для дипломников проводятся преподавателями кафедры «Безопасность жизнедеятельности» в соответствии с расписанием.

При выполнении раздела студент должен применить полученные знания по предмету безопасность жизнедеятельности для решения конкретных вопросов, показать умение работать со специальной литературой, разработать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности.

Объем раздела должен составлять 10 % от общего объема выпускной квалификационной работы (ВКР).

При оформлении следует учесть следующее:

- раздел должен содержать обоснованные решения, расчеты и решения для конкретных предприятий, учреждений или ситуаций;
- при необходимости приводятся рисунки, схемы, графики и другой материал, необходимый для понимания сути предлагаемых решений;
- в заключении раздела должны быть сделаны конкретные выводы и рекомендации;
- в обязательном порядке необходимо привести список использованной литературы.

При разработке раздела «Безопасность жизнедеятельности» для существующих предприятий следует использовать реальные данные, полученные во время прохождения преддипломной практики. Необходимо проанализировать текущее состояние дел в области охраны труда, определить недостатки, проработать мероприятия по улучшению условий труда работников.

При выполнении научно-исследовательских работ и работ, связанных с экономикой и финансами, структура дипломной записки остается неизменной. При этом освещение вопросов безопасности труда и возможных чрезвычайных ситуаций рассматривается применительно к условиям учебного, лабораторного или офисного помещения.

После завершения работы над разделом пояснительная записка, возможные чертежи и необходимые бланки подписываются студентом и сдаются на проверку и подпись консультанту не позднее, чем за пять дней до защиты. При защите дипломной работы студент должен кратко изложить основные инженерные решения по обеспечению безопасности и экологичности работы.

Перечень литературы, которая использовалась при разработке раздела, должен быть представлен в общем перечне литературы дипломной работы.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА

Теоретическая часть раздела «Безопасность жизнедеятельности» может состоять из следующих подразделов в которых отражены все мероприятия по безопасности выполнения работ на предприятии:

1. Законодательная и нормативная база по охране труда и производственной безопасности.

2. Организация охраны труда (выполняется в случае рассмотрения конкретного предприятия).

3. Характеристика и анализ условий труда.

4. Мероприятия по защите работающих от опасных и вредных производственных факторов (или Мероприятия, исключаящие травматизм и профзаболевания).

5. Пожарная безопасность (или Охрана окружающей среды).

**Вопрос 1.** Необходимо рассмотреть основные законодательные и нормативно-технические документы в области безопасности.

Правовыми актами в сфере обеспечения безопасных условий труда на предприятиях дорожной отрасли являются:

Конституция РФ (ст.2, 7, 24, 31, 41, 42, 45, 60) от 12.12.1993 г.;

Трудовой Кодекс РФ № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. (с изменениями и дополнениями на 22.11.2011 г.) раздел X «Охрана труда»;

«О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.01.1997 г. (ред. от 30.12.2008 г.);

«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21.12.94 г. (ред. от 29.12.2010 г., с изм. и доп., вступающими в силу с 11.01.2011 г.);

«Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125-ФЗ от 24.07.1998 г. (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2012 г.)

Уголовный кодекс РФ № 63-ФЗ от 13.06.1996 г. (ст. 1, 2, 26, 140, 143, 215-219, 236, 237, 293) и др.

Правовую основу охраны окружающей среды в стране и обеспечение необходимых условий труда составляет закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. (ред. от 28.09.2010); ряд требований об охране труда и окружающей среды зафиксирован в ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г., в ФЗ «О защите прав потребителей» № 2300-1 от 07.02.1992 г. (с изм. на 29.09.2011 г.); экологическую безопасность обеспечивает закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. (с изм. на 7.12.2011 г.), а также ФЗ «Об

охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. (ред. от 18.07.2011 г.), «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2010 г.) и ряд других законодательных и подзаконных актов.

Основной нормативно-технической базы безопасности жизнедеятельности является система стандартов безопасности труда (ССБТ), требования которой студенты должны учитывать при разработке данного раздела, а также требования соответствующих строительных норм и правил (СНиП), санитарных правил и норм (СанПиН), санитарных норм (СН) и другой нормативно-технической документации в области охраны труда и производственной безопасности.

**Вопрос 2.** На основании данных, полученных на предприятии, привести структуру и численность службы охраны труда, указать ее функции. Описать, как организовано обучение, инструктаж (виды инструктажей) и проверка знаний работниками норм, правил и инструкций по охране труда.

**Вопрос 3.** При выполнении данного подраздела необходимо провести анализ и дать краткую характеристику предприятия либо выполняемых работ с точки зрения наличия опасных и вредных производственных факторов.

Указать опасные зоны и место действия вредных и опасных производственных факторов (движущиеся машины, перемещающийся при движении груз, крепление груза, пожароопасность, запыленность, шум и вибрация, погрузочно-разгрузочные работы, вид транспортируемого груза (например, ГСМ), воздействие вредных химических веществ и т.д.). Определить класс опасности промышленного предприятия согласно СН 245–71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

Для наглядности результаты анализа производственных факторов рекомендуется оформить в виде таблицы (табл. 1). Таблицу следует заполнять по фактически имеющимся или возможным (предполагаемым) опасностям и вредностям на предприятии.

*Таблица 1*

**Анализ опасных и вредных производственных факторов, сопровождающих выполнение дорожных работ**

№ п/п	Фактор	Значения величин		Источники, место действия	Мероприятия по защите, средства защиты	Характер возможного заболевания
		фактическое	нормативное (документ)			
1	2	3		4	5	6

Проанализировать метеорологические условия производственной среды. Описать нормативные параметры микроклимата, определить категории тяжести работ (ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»). Выделить источники конвективного и лучистого тепла, описать их воздействие на микроклимат и организм человека.

*Вредные вещества* (ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», ГОСТ 12.1.005–88). Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (производственная пыль, токсичные газы и пары), находящихся в воздухе производственных помещений, их химический и минералогический состав. Источники возникновения. Класс опасности вредных веществ, классификация и общие требования безопасности; воздух рабочей зоны. Воздействие вредных веществ на организм человека. Мероприятия по борьбе с пылью как профессиональной вредностью и вредными газами; способы уменьшения пылеобразования и газовыделения; пылеулавливания и пылеподавления, естественная и искусственная вентиляция, аспирация, кратность воздухообмена, расчет и выбор вентиляционных устройств, их производительность; индивидуальные средства защиты. Дать краткую характеристику вредных веществ (агрегатное состояние, физико-химические свойства, характер действия на человека), указать ПДК в воздухе рабочей зоны.

*Шум и вибрация.* Источники шума и вибрации. Действие шума и вибрации на организм человека. Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах (СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки»); гигиенические допустимые уровни вибрации (СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий», ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»). Защита от шума и вибрации. Технологические, конструкторские и проектно-строительные мероприятия по снижению шума и вибрации (звукоизоляция, звукопоглощение, виброизоляция, вибродемпфирование и др.) и индивидуальные средства защиты (СН 2.2.4/2.1.8.583–96 «Инfrasound на рабочих местах в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»). Указываются все имеющиеся источники шума и вибрации на проектируемом объекте, допустимые значения соответствующих величин, мероприятия по устранению вредного воздействия.



*Недостаточное освещение.* Организация естественного и искусственного освещения в проектируемых рабочих помещениях и их конструктивное решение; тип и схема расположения светильников. Нормирование производственного освещения (СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»), определение  $E_n$ , КЕО и разряда зрительной работы на рабочем месте.

*Опасные зоны при обслуживании технологического оборудования и транспортных средств.* Потенциальные возможности получения производственных травм, их источники и причины. Планировка цеха (участка), размещение производственного оборудования, устройство рабочих площадок для обслуживания машин и механизмов, необходимые проходы и проезды. Технические средства защиты: оградительные, блокировочные и сигнализирующие устройства, приборы безопасности и контроля, знаки безопасности, дистанционное управление работой оборудования, механизация и автоматизация производственных процессов, индивидуальные средства защиты.

*Электрический ток.* Действие на организм человека, виды поражения, причины. Определение категории производственных помещений по степени опасности поражения людей электрическим током, по ПУЭ (ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность, защитное заземление, зануление»).

**Вопрос 4.** Указываются мероприятия по обеспечению безопасности технологических процессов и оборудования, и мероприятия по обеспечению электробезопасности.

На основании анализа опасных производственных факторов разрабатываются технические и организационные мероприятия и средства, предотвращающие воздействие на работающих опасных производственных факторов на проектируемом объекте.

Предусматривается применение:

- механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- способов хранения и транспортирования исходных материалов;
- полуфабрикатов готовой продукции;
- средства коллективной защиты работающих;
- оборудования, снабженного необходимыми техническими средствами безопасности;
- рациональных режимов труда и отдыха с целью предупреждения психофизиологических факторов (монотонности, гиподинамии и т.д.).

Выбираются также защитные предохранительные устройства (блокировки, ограждения, знаки безопасности и т.д.) и средства сигнализации, в том числе аварийной.

При эксплуатации сосудов, работающих под давлением, необходим правильный выбор контрольно-измерительных приборов, запорной арматуры и предохранительных устройств. Указываются индивидуальные средства защиты работающих.

Если в работе рассматриваются вопросы реконструкции дорожного полотна, то необходимо предложить мероприятия, исключающие травматизм и профзаболевания.

При реконструкции автомобильной дороги основными видами работ, требующих мероприятия исключающие травматизм и профзаболевания являются:

- транспортные работы;
- погрузочно-разгрузочные работы;
- земляные работы;
- работы по устройству дорожной одежды.

Дать оценку с точки зрения охраны труда, и в частности техники безопасности. По результатам анализа сделать выводы.

На основе анализа условий труда и выявленных неблагоприятных производственных факторов необходимо сделать расчет мероприятия, обеспечивающего безопасность.

Перечень примерных расчетов:

1. Расчет системы искусственного освещения.
2. Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций.
3. Расчет звукопоглощающей облицовки.
4. Расчет виброизолирующего основания.
5. Расчет заземляющего устройства.
6. Расчет системы аспирации.
7. Расчет времени эвакуации.
8. Расчет зоны защиты молниеотводов.

**Вопрос 5.** Студенту на выбор для освещения предоставляется одна из тем.

*Пожарная безопасность.* Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

При написании раздела для зданий и сооружений определяется категория помещений по пожароопасности по НПБ 105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» и класс зон взрывопожароопасности по ПУЭ [17], устанавливаются перечень веществ используемых в производстве и имеющих пожаро- и взрывоопасные свойства. Затем

выявляются возможные источники и причины пожаров и взрывов на рабочем месте: электрический ток при работе с электроустановками, открытый огонь, удар молнии, статическое электричество и т. п. Далее, в соответствии с классом зоны взрывопожароопасности, предлагаются методы устранения причин пожаров в помещениях и на территории объекта, т.е. организационные и технические меры обеспечения пожарной безопасности. К организационным мерам относят мероприятия режимного характера, обучение и разработку планов эвакуации людей в случае пожара (НПБ 104–03 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях»). К техническим мерам – современные автоматические средства сигнализации, методы и устройства ограничения распространения огня, автоматические стационарные системы тушения пожаров, первичные средства пожаротушения (НПБ 110–03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией»). Тип, количество и размещение средств тушения пожаров определяют по нормам, приведенным в ППБ 01–03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» [16]. При выборе вида исполнения электрооборудования необходимо руководствоваться классом зоны взрывопожароопасности на рабочем месте по ПУЭ [17].

*Охрана окружающей среды.* Архитектурно-планировочные мероприятия для обеспечения экологической безопасности при проектировании, строительстве и реконструкции промышленных предприятий.

В зависимости от категории опасности предприятия или проводимых работ необходимо кратко изложить, как на данном предприятии решаются вопросы, охраны окружающей среды, или как их предлагает решить дипломник

В заключение подводится итог и дается краткая оценка эффективности предлагаемых в проекте мероприятий по охране труда и экологической безопасности.

### 3. ПРИМЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ

В данном разделе приведены несколько методик примерных расчетов, которые дипломник может использовать при написании раздела.

### 3.1. Проектирование уличного освещения

Исходными данными для светотехнического расчета наружного освещения светильниками служат: минимальная или средняя освещенность, задаваемая нормами, тип источника света и светильника, а также высота их установки, определяемая ограничениями слепящего действия и другими соображениями, связанными с конкретными условиями проектируемого объекта.

Расчет наружного освещения светильниками может быть произведен: точечным методом и методом коэффициента использования. Выбор метода расчета наружной осветительной установки зависит от того, какая освещенность нормируется: средняя или минимальная. Рассмотрим методику расчета уличного освещения по средней освещенности методом коэффициента использования.

*1. Выбор высоты и расположения светильников.* Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения на площадках промышленных предприятий и местах работ, проводимых вне зданий, высота установки светильников согласно СНиП 23-05-95 выбирается:

а) для светильников с защитным углом до  $15^\circ$  – не менее значений, указанных в прил. 1;

б) для светильников с защитным углом, равным и большим  $15^\circ$ , – не менее 3,5 м при любых источниках света.

Не ограничивается высота подвеса светильников с защитным углом  $15^\circ$  и более (или с рассеивателями из молочного стекла) на площадках для прохода людей или обслуживания технологического оборудования.

Венчающие светильники рассеянного света устанавливаются на высоте не менее 3 м над землей при световом потоке источника до 6000 лм и на высоте не менее 4 м при световом потоке источника свыше 6000 лм.

Высота установки светильников выбирается также с учетом высоты типовых опор (в свою очередь при воздушных сетях определяемой допустимым приближением проводов к земле) и экономических соображений, часто оправдывающих увеличение высоты. Обычная высота установки светильников 6–10 м. Рекомендации по выбору системы расположения светильников приведены в прил. 2.

Расстояние между светильниками выбранного типа определяется расчетом, при котором чаще всего задаются мощностью ламп и определяют пролет. Из нескольких возможных вариантов выбираются наиболее выгодные с учетом требований к качеству освещения.

2. *Расчет по средней освещенности.* В зависимости от того, какая средняя величина устанавливается нормами: яркость дорожного покрытия ( $L_{cp}$ ) или освещенность ( $E_{cp}$ ), – используются те или иные формулы расчета методом коэффициента использования.

В общем случае, когда расчетная точка освещается одновременно светильниками, расположенными в несколько рядов, причем на каждой опоре (точке подвеса) может быть расположено  $n$  светильников, расчет производится по формулам

- при нормированной средней освещенности

$$E_{cp} = \frac{1}{\pi D b K_3} \sum_{i=1}^M U_{Ei} \Phi_{ли} N_i, \quad (1)$$

- при средней яркости дорожного покрытия

$$L_{cp} = \frac{1}{\pi D b K_3} \sum_{i=1}^M U_{Li} \Phi_{ли} N_i, \quad (2)$$

где  $D$  – шаг светильников (расстояние между проекциями места установки светильников на горизонтальную плоскость), м;  $b$  – ширина освещаемой площади, м;  $K_3$  – коэффициент запаса;  $U_{Ei}$ ,  $U_{Li}$  – коэффициенты использования светового потока по освещенности и по яркости для  $i$ -го ряда светильников;  $\Phi_{ли}$  – световой поток светильника  $i$ -го ряда, лм;  $N_i$  – число светильников на одной опоре, относящихся к  $i$ -му ряду;  $M$  – число рядов светильников вдоль освещаемой полосы (каждый ряд должен состоять из однотипных светильников, одинаково ориентированных относительно освещаемого участка).

Коэффициент запаса при светильниках с лампами накаливания принимается равным 1,3, а с разрядными лампами – 1,5.

Коэффициент использования зависит от расположения светильников на освещаемой полосе (рис. 1, *a*) и определяется из прил. 3 и 4 по значению отношения  $b/h$ .

На рис. 1, *a* приведены три варианта расположения светильников относительно освещаемой площадки:

– когда светильники размещены над освещаемой полосой, коэффициенты использования  $U = U_1 + U_2$  (для симметричного расположения  $U = 2U_1 = 2U_2$ );

– при расположении светильников вне освещаемой площадки  $U = U_1 - U_2$ , где  $U_1$  и  $U_2$  определяются соответственно по прил. 3 ( $U_L$ ) и 4 ( $U_E$ ).

Для несимметричных светильников в прил. 3 и 4 приведены коэффициенты использования основного потока в направлении  $\beta = 0$  и потока, направленного в противоположную сторону ( $\beta = 180^\circ$ ).

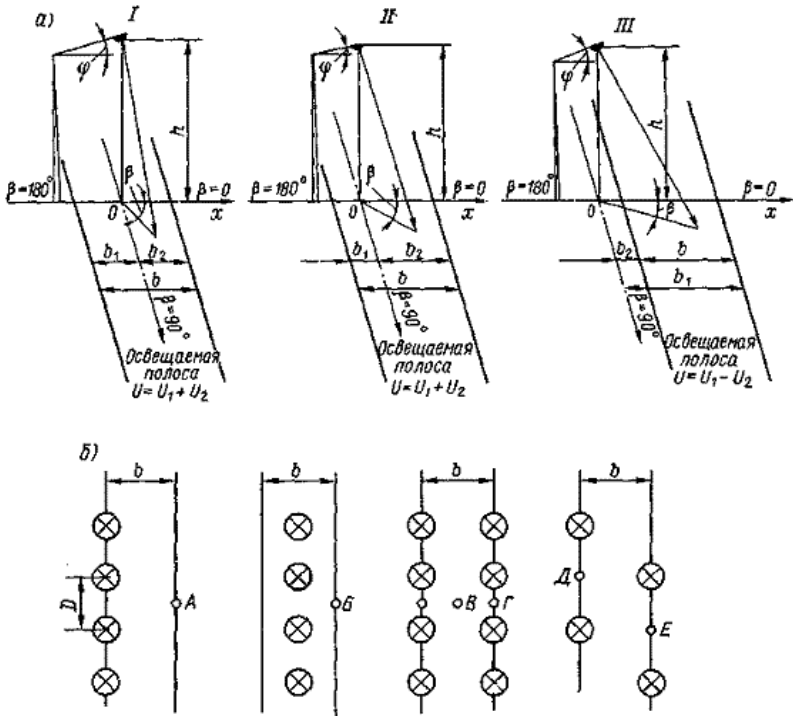


Рис. 1. Расположение светильников относительно освещаемой поверхности: а – к определению коэффициента использования; б – расположение точек минимальной освещенности (А, Б, В, Г, Д)

Расчет освещенности, если уже заданы условия установки светильников (тип опор, способ и высота подвеса), сводится к определению шага светильников (часто в литературе встречаются синонимы: расстояние между опорами, пролет, длина пролета и т.д.) и выбору их числа.

Для определения шага светильников одного ряда формулы (1) и (2) записываются в виде:

$$D = \frac{\Phi_{\text{л}} U_E N}{E_{\text{ср}} K_3 b}; \quad (3)$$

$$D = \frac{\Phi_{\text{л}} U_L N}{\pi L_{\text{ср}} K_3 b}. \quad (4)$$

Необходимое число светильников  $N$ , расположенных равномерно по периметру больших площадей, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{E_{\text{ср}} S K_3}{U_E \Phi_{\text{л}}}, \quad (5)$$

где  $S$  – площадь освещаемой территории,  $\text{м}^2$ .

Коэффициент использования  $U_E$  в этом случае определяется по отношению  $b/h = 4 \div 5$ .

*Пример 1*

По оси дороги шириной 8 м на высоте 8 м установлены светильники типа РТУ125/С53-2 с лампами типа ДРЛ 125 ( $\Phi_{\text{л}} = 6300$  лм). Требуемая нормативная освещенность 2 лк. Определить шаг светильников.

*Решение:*

1. Определяется отношение  $b/h = 8/8 = 1$ .
2. Учитывая схему расположения светильников относительно освещаемой поверхности (схема I на рис. 1, а), вычисляем коэффициент использования  $U_E = U_1 + U_2$ . В данном случае  $U_E = 2U_1$ .

По отношению  $b_1/h = b/(2h) = 8/(2 \times 8) = 0,5$  в табл. 5 для светильника РТУ125/С53-2 находим коэффициент использования ( $U_1 = 0,081$ ; коэффициент использования  $U_E = 2U_1 = 0,162$ ).

3. Шаг светильников определяется по формуле (3):

$$D = \frac{\Phi_{\text{л}} U_E N}{E_{\text{ср}} K_3 b} = \frac{6300 \cdot 0,162 \cdot 1}{2 \cdot 1,5 \cdot 8} = 42,5 \text{ м.}$$

*Пример 2*

Светильники типа РКУ01-250-011 с лампами ДРЛ 250(6)-4 ( $\Phi_{\text{л}} = 13000$  лм) установлены на опорах высотой 8 м в ряд вдоль освещаемой дороги шириной 8 м на расстоянии  $b_2 = 4$  м от нее. Расстояние между опорами 20 м. Определить среднюю освещенность на дороге.

*Решение:*

Задача соответствует расположению светильников III, приведенному на рис. 1, а, и решается следующим образом:

1. Определяется коэффициент использования  $U_E = U_1 + U_2$   
Значение  $U_1$  находится по величине  $b_1/h = (b+b_2)/h = 12/8 = 1,5$  из прил. 4,  $U_1 = 0,333$ . Аналогично находим  $U_2 = f(b_2/h) = 0,28$ . При этом  $U_E = 0,33 + 0,28 = 0,05$ .

2. По формуле (1), записанной для одного ряда светильников, определяется освещенность на дороге

$$E = \frac{\Phi_{л} U_E}{DbK_3} = \frac{13000 \cdot 0,05}{20 \cdot 8 \cdot 1,5} = 0,27 \text{ лк.}$$

### 3.2. Расчет защитного заземления оборудования

Одним из распространенных средств защиты от поражения электрическим током является защитное заземление. *Защитным заземлением* называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей установок, которые могут оказаться под напряжением. Схема заземления приведена на рис. 2. Заземляющее устройство состоит из группы заземлителей (электродов), расположенных непосредственно в земле на некоторой глубине, и соединяющей их соединительной полосы, а также проводов, соединяющих заземляемое оборудование с заземляющим устройством. Заземляющий провод подключают к корпусам электрических машин, трансформаторов, металлическим кожухам выключателей, каркасам щитов, металлическим оболочкам кабелей и прочим нетоковедущим частям.

В качестве искусственных заземлителей применяют стальные стержни, уголки, трубы, забиваемые в землю вертикально.

Расчет заземления сводится к определению числа заземлителей, при котором общее их сопротивление растеканию тока будет равно сопротивлению, допустимому Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

1. Сопротивление растеканию тока для одного вертикального стержневого заземлителя определяется следующим образом:

$$R_B = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (6)$$

где  $\rho_{\text{расч}}$  – расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho \cdot \Phi^B, \quad (7)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом·м (прил. 5);  $\Phi^B$  – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года для вертикальных электродов (прил. 6), климатическая зона определяется по прил. 7;



$l$  и  $d$  – длина и диаметр стержневого заземлителя, м;  $t$  – расстояние от середины стержня до поверхности грунта, м

$$t = \frac{l}{2} + t_0, \quad (8)$$

здесь  $t_0$  – глубина заложения заземлителя, м.

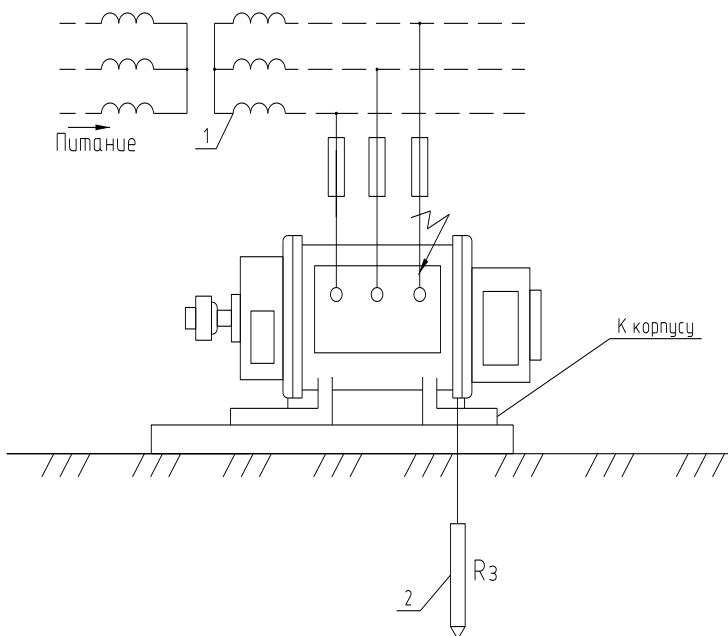


Рис. 2. Принципиальная схема защитного заземления

2. Предварительное число заземлителей определяется по формуле

$$n_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{доп}}}, \quad (9)$$

где  $R_{\text{доп}}$  – допустимое по нормам сопротивление заземляющего устройства (прил. 8).

Уточняем число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{n_{\text{пр}}}{\eta_{\text{в}}}, \quad (10)$$

где  $\eta_{\text{в}}$  – коэффициент использования вертикальных электродов (прил. 9).

3. Сопротивление растеканию тока  $R_r$ , Ом стальной полосы вычисляется по формуле:

$$R_r = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi L_{\text{п}}} \ln \frac{2L_{\text{п}}^2}{d_3 t}, \quad (11)$$

где  $\rho_{\text{расч}}$  – расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho \cdot \varphi^{\Gamma}, \quad (12)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом·м (прил. 5);  $\varphi^{\Gamma}$  – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года для горизонтального электрода (прил. 6);  $L_{\text{п}}$  – длина соединительной полосы, м:

- при расположении вертикальных электродов в ряд (рис. 3, а)

$$L_{\text{п}} = a(n-1), \quad (13)$$

- при расположении вертикальных электродов по контуру (рис. 3, б)

$$L_{\text{п}} = 1,05a \cdot n, \quad (14)$$

$d_3 = 0,95b$ ,  $b$  – ширина соединительной полосы, м.

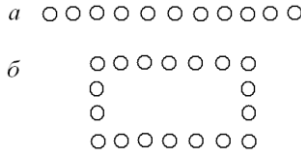


Рис. 3. Способы размещения электродов группового заземлителя (вид в плане): а – вертикальные электроды размещены в ряд; б – вертикальные электроды размещены по контуру

4. Результирующее сопротивление всего заземления по формуле:

$$R_{\text{рез}} = \frac{R_B R_r}{R_B \eta_r + R_r \eta_B n}, \quad (15)$$

где  $\eta_r$  – коэффициент использования полосы, определяется по прил. 10.

Результирующее сопротивление для установок напряжением до 1000 В должно удовлетворять условию  $R_{\text{рез}} \leq 4$  Ом.

*Пример.*

Рассчитать систему заземления, выполненную вертикальными стержнями (рис. 4).

Исходные данные:

1. Тип заземления – выносной.

2. Напряжение установки – 380 В.
3. В качестве электродов используем стальную трубку  $\varnothing 50$  мм и длиной 3 м, заглубленных на расстоянии 0,7 м от поверхности земли.
4. Расстояние между стержнями  $a = 2l$ .
5. Размеры соединительной полосы  $a_1 \times b = 40 \times 4$  мм.
6. Климатическая зона – 1 (прил. 7).
7. Тип грунта – суглинок.

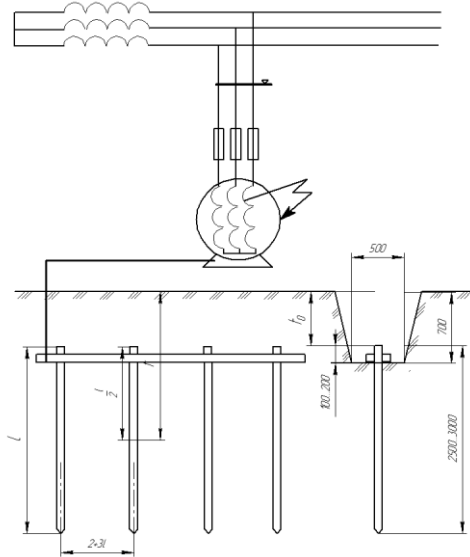


Рис. 4. Схема защитного заземления к примеру расчета

*Решение.*

1. Сопротивление одиночного вертикального заземлителя.

Расчетное удельное сопротивление грунта определяется по формуле (7):

$$\rho_{\text{расч}} = 100 \cdot 1,7 = 170 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

где  $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  – удельное электрическое сопротивление для суглинка (прил. 5);  $\varphi^B = 1,7$  – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года для 1 климатической зоны (прил. 6).

Расстояние от середины стержня до поверхности грунта определяется по формуле (8)

$$t = \frac{3}{2} + 0,7 = 2,2 \text{ м.}$$

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя рассчитывается по формуле (6):

$$R_B = \frac{170}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 46,4 \text{ Ом.}$$

2. Предварительное число заземлителей определяем по формуле (9)

$$n_{\text{пр}} = \frac{46,4}{4} \approx 12 \text{ шт.}$$

Принимаем расположение вертикальных заземлителей по контуру с расстоянием между смежными заземлителями равным  $2l$ . Исходя из принятой схемы размещения вертикальных заземлителей  $\eta_a = 0,68$ ,

Уточняем число заземлителей по формуле (10):

$$n = \frac{12}{0,68} \approx 18 \text{ шт.}$$

3. Сопротивление растеканию тока стальной полосы.

Расчетное удельное сопротивление грунта определяется по формуле (12)

$$\rho_{\text{расч}} = 100 \cdot 5,9 = 590 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

где  $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  – удельное электрическое сопротивление для суглинка (прил. 5);  $\phi^r = 5,9$  – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года для 1 климатической зоны (прил. 6).

Длина соединительной полосы при расположении вертикальных электродов по контуру определяется по формуле (14):

$$L_{\text{п}} = 1,05 \cdot 6 \cdot 18 = 113,4 \text{ м.}$$

Определяем сопротивление стальной полосы, соединяющей стержневые заземлители по формуле (11):

$$R_{\Gamma} = \frac{590}{2 \cdot 3,14 \cdot 113,4} \ln \frac{2 \cdot 113,4^2}{(0,95 \cdot 0,04) \cdot 2,2} = 10,5 \text{ Ом.}$$

4. Результирующее сопротивление всего заземления определяется по формуле (15):

$$R_{\text{рез}} = \frac{46,4 \cdot 10,5}{46,4 \cdot 0,4 + 10,5 \cdot 0,68 \cdot 18} = 3,3 \text{ Ом.}$$

где  $\eta_{\Gamma} = 0,4$  – коэффициент использования полосы, определяется по прил. 10.

Результирующее сопротивление для установок напряжением до 1000 В должно удовлетворять условию  $R_{\text{рез}} \leq 4 \text{ Ом}$ . Согласно расчету  $3,3 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$ .

### 3.3. Расчет звукопоглощающей облицовки

Значительное снижение шума обеспечивает облицовка внутренних поверхностей производственных помещений звукопоглощающими материалами. Наибольший акустический эффект от звукопоглощения наблюдается в зоне отраженного звука. В точках помещения, где преобладает прямой звук, эффективность звукопоглощения существенно снижается. Применение звукопоглощающей облицовки целесообразно, когда в расчетных точках в зоне отраженного звука требуется снизить уровень звука не более чем на 10...12 дБ, а в расчетных точках на рабочих местах – на 4...5 дБ.

Звукопоглощающую облицовку размещают на потолке и на верхних частях стен. Максимальное звукопоглощение достигается при облицовке не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей помещения (без учета площади окон).

*Примерное задание на проектирование:* в производственном помещении с повышенным уровнем шума обеспечить его снижение с помощью звукопоглощающей облицовки потолка и стен. Выбрать подходящий материал для звукопоглощающей облицовки и определить эффективность ее применения в данном помещении.

#### *Методика расчета*

1. Определяют объем помещения:

$$V = a \cdot b \cdot h, \text{ м}^3 \quad (16)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $h$  – длина, ширина и высота помещения, м.

Затем рассчитывают площадь ограждающих поверхностей помещения:

$$S = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h), \text{ м}^2 \quad (17)$$

2. Определяют постоянную акустически необработанного помещения при частоте 1000 Гц  $B_{1000}$ ,  $\text{м}^2$ , в зависимости от объема помещения  $V$  из соотношений, представленных в прил. 11.

3. Определяют частотный множитель  $\mu$  (прил. 12) и рассчитывают постоянную акустически необработанного помещения в октавных полосах:

$$B = B_{1000} \mu, \quad (18)$$

4. По найденной постоянной помещения  $B$  для каждой октавной полосы вычисляют эквивалентную площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ :

$$A = \frac{B \cdot S}{B + S}, \quad (19)$$

где  $S$  – общая площадь ограждающих поверхностей помещения,  $\text{м}^2$ .

5. Определяют границу зоны отраженного звука по величине предельного радиуса  $r_{\text{пр}}$ , т.е. расстояния от источника шума, на котором уровень звукового давления отраженного звука равен уровню звукового давления прямого звука, излучаемого данным источником. Когда в помещении находится  $n$  одинаковых источников шума:

$$r_{\text{пр}} = 0,2 \sqrt{\frac{B_{8000}}{n}}, \quad (20)$$

где  $B_{8000}$  – постоянная помещения на частоте 8000 Гц,  $B_{8000} = B_{1000} \cdot \mu_{8000}$ .

6. Выбирают звукопоглощающий материал, который будет использован для облицовки, и определяют по справочным данным его коэффициенты звукопоглощения (прил. 13).

7. Вычисляют максимальное снижение уровня звукового давления, дБ, в каждой октавной полосе при использовании звукопоглощающего покрытия в расчетной точке, расположенной в зоне отраженного звука:

$$\Delta L = 10 \lg(B'/B), \quad (21)$$

где  $B'$  – постоянная помещения после установки в нем звукопоглощающих конструкций,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле:

$$B' = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1), \quad (22)$$

где  $A_1$  – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями без звукопоглощающей облицовки,  $\text{м}^2$ ,

$$A_1 = \alpha(S - S_0); \quad (23)$$

$\Delta A$  – суммарная дополнительная площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ;  $\alpha$  – средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки:

$$\alpha = B / (B + S); \quad (24)$$

$\alpha_1$  – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения:

$$\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S. \quad (25)$$

Суммарная дополнительная площадь звукопоглощения от конструкций звукопоглощающей облицовки или штучных звукопоглотителей:

$$\Delta A = \alpha_0 S_0 = \alpha_0 A_{\text{шт}} n, \quad (26)$$

где  $\alpha_0$  – коэффициент звукопоглощения конструкции облицовки (прил. 13);  $S_0$  – суммарная площадь облицованных поверхностей,  $\text{м}^2$ ;  $A_{\text{шт}}$  – площадь звукопоглощения одного штучного звукопоглотителя,  $\text{м}^2$ ;  $n$  – число штучных поглотителей.

8. Вычисляют достигнутые уровни звукового давления:

$$L_{\text{доп}} = L_{\text{сущ}} - \Delta L. \quad (27)$$

*Пример.*

В цехе с размерами  $a = 14$  м,  $b = 10$  м,  $h = 3$  м, в котором нет окон, установлены четыре одинаковых источника шума, при работе которых создаются следующие уровни звукового давления в октавных полосах частот:  $L_{63} = 75$  дБ;  $L_{125} = 80$  дБ;  $L_{250} = 83$  дБ;  $L_{500} = 79$  дБ;  $L_{1000} = 75$  дБ;  $L_{2000} = 68$  дБ;  $L_{4000} = 67$  дБ и  $L_{8000} = 65$  дБ. Согласно ГОСТ 12.1.003–83 допустимые уровни шума на рабочих местах в цехе следующие:  $L_{63} = 91$  дБ;  $L_{125} = 83$  дБ;  $L_{250} = 77$  дБ;  $L_{500} = 73$  дБ;  $L_{1000} = 70$  дБ;  $L_{2000} = 68$  дБ;  $L_{4000} = 66$  дБ и  $L_{8000} = 64$  дБ. Необходимо выбрать подходящий материал для звукопоглощающей облицовки и определить эффективность ее применения в данном помещении.

*Решение:*

1. Определяем объем помещения:

$$V = a \cdot b \cdot h = 14 \cdot 10 \cdot 3 = 420 \text{ м}^3.$$

Затем рассчитываем площадь ограждающих поверхностей:

$$S = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h) = 2(14 \cdot 10 + 14 \cdot 3 + 10 \cdot 3) = 424 \text{ м}^2.$$

2. Определяем постоянную акустически необработанного помещения при частоте 1000 Гц  $B_{1000}$ ,  $\text{м}^2$ , в зависимости от объема помещения  $V$  из соотношений, представленных в прил. 10:

$$B_{1000} = V/10 = 420/10 = 42,0 \text{ м}^2.$$

3. Результаты расчета в соответствии с методикой сведем в табл. 2.

4. Определяем границу зоны отраженного звука по величине предельного радиуса  $r_{\text{пр}}$ :

$$r_{\text{пр}} = 0,2 \sqrt{\frac{B_{8000}}{n}} = 0,2 \sqrt{\frac{176,4}{4}} = 1,33 \text{ м},$$

где  $n = 4$  – число одинаковых источников шума в помещении.

5. Как видно из табл. 2, в результате применения в качестве звукопоглощающей облицовки перлитовых плит толщиной 30 мм на всех октавных частотах произошло снижение уровня шума, что свидетельствует о ее эффективности.

Таблица 2

## Результаты расчета звукопоглощающей облицовки цеха

Величина	Среднегеометрические частоты октавных полос $f$ , Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Существующий уровень шума в цехе $L_{сущ}$ , дБ	75	80	83	79	75	68	67	65
Допустимый уровень шума $L_{доп}$ , дБ	91	83	77	73	70	68	66	64
Частотный множитель $\mu$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
Постоянная акустически необработанного помещения $B = B_{1000\mu}$ , м <sup>2</sup>	27,3	26,04	26,88	31,5	42,0	63,0	100,8	176,4
Эквивалентная площадь звукопоглощения $A = B \cdot S / (B + S)$ , м <sup>2</sup>	25,64	24,53	25,28	29,32	38,21	54,85	81,44	124,57
Средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки $\alpha = B / (B + S)$	0,06	0,058	0,06	0,069	0,09	0,129	0,192	0,294
Эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, не занятыми звукопоглощающей облицовкой $A_f = \alpha (S - S_0)$ , м <sup>2</sup>	8,4	8,12	8,4	9,66	12,6	18,06	26,88	41,16
Коэффициент звукопоглощения $\alpha_0$ (для плит перлитовых толщиной 30 мм)	0,15	0,15	0,68	0,79	0,61	0,6	0,63	0,63
Суммарная дополнительная площадь звукопоглощения от конструкции звукопоглощающей облицовки $\Delta A = \alpha_0 \cdot S_0$ , м <sup>2</sup>	42,6	42,6	193,12	224,36	173,24	170,4	178,92	178,92
Средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения $\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S$	0,12	0,12	0,475	0,552	0,438	0,444	0,485	0,519
Постоянная помещения после его облицовки звукопоглощающими материалами $B' = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1)$ , м <sup>2</sup>	57,95	56,64	383,85	522,37	330,66	338,96	399,61	457,55
Максимальное снижение уровня звукового давления при использовании звукопоглощающих покрытий в расчетной точке, расположенной в зоне отраженного звука (на расстоянии от источников шума, превышающем 1,33 м) $\Delta L = 10 \lg(B'/B)$ , дБ	3,3	3,4	11,5	12,2	9,0	7,3	6,0	4,1
Достигнутый уровень шума $L_{дос} = L_{сущ} - \Delta L$ , дБ	71,7	76,6	71,5	66,8	66	60,7	61	60,9



### 3.4. Нормализация теплового режима в производственных помещениях

Для создания требуемых параметров микроклимата в производственном помещении применяют системы вентиляции и кондиционирования воздуха. *Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего. По способу передачи воздуха различают системы естественной и механической вентиляции.

*Кондиционирование воздуха* – это создание и поддержание в закрытых помещениях определенных параметров воздушной среды по температуре, влажности, чистоте, составу, скорости движения и давлению воздуха. Установки для кондиционирования воздуха подразделяют на местные (для отдельных помещений) и центральные (для всех помещений здания).

Количество воздуха, необходимое для вентиляции производственного помещения, называется *вентиляционным воздухообменом* ( $L$ , м<sup>3</sup>/ч). Вентиляционный воздухообмен следует определять исходя из условий производства и наличия избыточной теплоты, влаги или вредных веществ.

#### *Методика расчета*

##### 1. Поступление тепла через заполнение световых проемов.

Расчет количества тепла, поступающего за счет солнечной радиации и вследствие теплопередачи при разности температур наружного и внутреннего воздуха, ккал/ч:

$$Q_{с.р.} = (qF_{п} + q_1F_{р})K_{отн}, \quad (28)$$

где  $q$  и  $q_1$  – количество тепла, поступающего в помещение через одинарное остекление световых проемов, соответственно облучаемых и необлучаемых прямой солнечной радиацией; значения  $q$  и  $q_1$  определяют по формулам (2) – (3), ккал/(ч·м<sup>2</sup>);  $F_{п}$  и  $F_{р}$  – площадь заполнения светового проема, соответственно облучаемая и необлучаемая прямой солнечной радиацией, м<sup>2</sup>;  $K_{отн}$  – коэффициент относительного проникновения солнечной радиации через заполнение светового проема, отличающегося от одинарного остекления со стеклом толщиной 2,5–3,5 мм (прил. 14).

Значения  $q$  и  $q_1$  для расчетного часа (по истинному солнечному времени) следует определять исходя из расчетной географической ши-

роты места строительства и ориентации заполнения световых проемов в зданиях и сооружениях по формулам:

а) для вертикального заполнения светового проема, частично или полностью облучаемого прямой солнечной радиацией:

$$q = (q_{в.п.} + q_{в.р.}) K_1 K_2, \quad (29)$$

б) для вертикального заполнения светового проема, находящегося в тени или при затенении заполнения светового проема наружными солнцезащитными конструкциями либо откосами проема

$$q_1 = q_{в.п.} K_1 K_2, \quad (30)$$

где  $q_{в.п.}$ ,  $q_{в.р.}$  – количество тепла прямой и рассеянной солнечной радиации в июле, ккал/(ч·м<sup>2</sup>), (прил. 15);  $K_1$  – коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы (прил. 16);  $K_2$  – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла (прил. 17).

2. Тепловыделения от электродвигателей насосов и вентиляторов, не имеющих принудительного охлаждения с отводом тепла за пределы помещения, ккал/ч:

$$Q_{обор.} = 860 N_y K_{сп} (1 - \eta_1), \quad (31)$$

где  $N_y$  – установочная или номинальная мощность электродвигателя, кВт;  $\eta_1 = K_{п} \eta$  – КПД электродвигателя при данной нагрузке; здесь  $K_{п}$  – поправочный коэффициент, учитывающий нагрузку двигателя: при  $K_{загр.} \geq 0,8$  значение  $K_{п} = 1$ ;  $K_{загр.} < 0,8$  значение  $K_{п}$  принимается в следующих пределах:

$K_{загр.}$	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
$K_{п}$	0,99	0,98	0,97	0,95	0,91

$\eta$  – КПД электродвигателя при полной нагрузке, определяемый по каталогу:  $\eta = 0,8-0,95$ ;  $K_{сп}$  – коэффициент спроса на электроэнергию, принимаемый по электротехнической части проекта,  $K_{сп} = 0,9$ .

3. Тепловыделения от нагретых поверхностей.

При составлении баланса тепла для помещения должно учитываться поступление (удаление) тепла от нагретых (охлажденных) поверхностей воздухопроводов вентиляции, местных отсосов, зонтов и укрытий оборудования. Теплоотдача от нагретых поверхностей, если известна их температура, ккал/ч:

$$Q_{н. пов.} = \alpha F (t_{пов.} - t_{в.}), \quad (32)$$

где  $F$  – площадь нагретой поверхности, м<sup>2</sup>;  $t_{пов.}$  и  $t_{в.}$  – температура соответственно нагретой поверхности и воздуха в помещении, °С;  $\alpha$  –

коэффициент теплоотдачи от поверхности к воздуху помещения, ккал/(ч·м<sup>2</sup>·°С).

Значения  $\alpha$  определяют по формуле:

$$\alpha = 10\sqrt{v}, \quad (33)$$

где  $v$  – скорость движения воздуха у наружной поверхности, м/с, в зоне комфорта  $v = 0,5$  м/с.

4. Тепловыделения от искусственного освещения.

Принято считать, что вся энергия, затрачиваемая на освещение, переходит в тепло, нагревающее воздух помещения. Тепловыделения от освещения, ккал/ч

$$Q_{\text{осв}} = 860N_{\text{осв}}, \quad (34)$$

где  $N_{\text{осв}}$  – суммарная мощность источников освещения, кВт.

5. Выделение тепла людьми.

Выделение тепла и влаги людьми зависит от затрачиваемой ими энергии и температуры воздуха в помещении (прил. 18). В прил. 18 приведены средние данные для мужчин. Принято считать, что женщины выделяют 85 %, а дети в среднем – 75 % тепла, выделяемого мужчинами.

6. Выбор кондиционера.

Необходимый воздухообмен для всего помещения в целом:

$$L = nL_1, \quad (35)$$

где  $n$  – число работающих в данном помещении;  $L_1$  – расход воздуха на одного работающего, м<sup>3</sup>/ч. Когда неизвестно количество выделяющихся вредных веществ, количество воздуха определяется по кратности вентиляционного воздухообмена. Кратность воздухообмена  $k$  (час<sup>-1</sup>) показывает, сколько раз в час меняется воздух в помещении (принимается по СНиП 2.04.05–91):

$$L = kV, \quad (36)$$

где  $L$  – объем воздуха, подаваемого или удаляемого из помещения, м<sup>3</sup>/ч;  $V$  – объем вентилируемого помещения, м<sup>3</sup>. Величина  $k$  обычно составляет значения от 1 до 10.

*Пример.*

Определить поступление тепла в производственное помещение в 17 часов. Ориентация здания на ЮВ, 56° с.ш. Площадь здания 20 м<sup>2</sup>, высота 4,5 м. Размеры окна 2×1,2 м<sup>2</sup>, площадь тени 0,27м<sup>2</sup>, остекление двойное. Окна без солнцезащитных устройств. Атмосфера района – незагрязненная. Количество рабочих мест 12, Назначение – вычислительный центр. Освещение производится 10 светильниками по 2 лам-

пы ЛТБ-40 мощностью 0,8 кВт. Установленная мощность оборудования  $N_y = 1$  кВт.

Допустимые (оптимальные) нормируемые метеорологические условия в помещении по СНиП 41-01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» характеризуются данными:

- избыток явного тепла до 20 ккал/ч·м<sup>3</sup>);
- категория работ – легкая;
- температура воздуха – (17–22) °С; (20–22 °С – оптимальная) – зимой, не более 28 °С (22–25 °С – оптимальная) – летом.

Расчетное значение температуры наружного воздуха 28 °С, температура внутреннего воздуха 22 °С.

1. Необходимо произвести расчеты поступления тепла от:
  - а) солнечной радиации через светопрозрачные ограждения;
  - б) производственного оборудования, электродвигателей, искусственного освещения;
  - в) выделения тепла людьми;
2. Обосновать выбор наиболее экономичного кондиционера.

*Решение:*

1. По прил. 15 определим значения прямой ( $q_{в.п.}$ ) и рассеянной ( $q_{в.р.}$ ) солнечной радиации. Для 56° с.ш. в 17 часов вышеназванные величины составляют:  $q_{в.п.} = 408$ ;  $q_{в.р.} = 91$  ккал/(ч·м<sup>2</sup>).

Указанные значения получены следующим образом:

- на пересечении строк «52 °с.ш.» и «60 °с.ш.» (прил. 15), со столбцом «ЮВ» с ориентацией «после полудня» находим значения  $q_{в.п.}$  и

$$q_{в.р.}^{52} = 385 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)} \text{ и } q_{в.р.}^{52} = 98 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)},$$

$$q_{в.п.}^{60} = 431 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)} \text{ и } q_{в.р.}^{60} = 84 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)}$$

с истинным временем тепlopоступления 14–15 часов после полудня.

Методом интерполяции получим величину солнечной радиации для 56 °с.ш.:

$$q_{в.п.} = q_{в.п.}^{56} = 385 + \frac{431 - 485}{60 - 52} (56 - 52) = 408 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)},$$

$$q_{в.р.} = q_{в.р.}^{56} = 98 - \frac{98 - 84}{60 - 52} (56 - 52) = 91 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)}.$$

Количество тепла, поступающее в помещение в июле через двойное остекление для расчетного часа:

от прямой солнечной радиации по формуле (29):

$$q = (q_{в.п.} + q_{в.р.}) K_1 K_2 = (408 + 91) 0,9 \cdot 0,95 = 426,65 \text{ ккал/(ч·м}^2\text{)},$$

от рассеянной солнечной радиации по формуле (30):

$$q_1 = q_{в.п.} K_1 K_2 = 91 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 77,81 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2).$$

Площадь оконного проема, облучаемая прямой солнечной радиацией:

$$F_{п} = F_{о.с.} - F_{р} = 2,4 - 0,27 = 2,13 \text{ м}^2.$$

Общее количество тепла, поступающее в помещение через оконный проем, определяется по формуле (28):

$$Q_{с.р.} = (qF_{п} + q_1 F_{р}) K_{отн} = (426,65 \cdot 2,13 + 71,81 \cdot 0,27) 0,8 = 742,52 \text{ ккал}/\text{ч},$$

2. Тепловыделения от электродвигателей рассчитываются по формуле (31):

$$Q_{обор.} = 860 N_y K_{ст} (1 - \eta_1) = 860 \cdot 1 \cdot 0,7 = 542 \text{ ккал}/\text{ч}.$$

3. Тепловыделение от искусственного освещения рассчитывается по формуле (34):

$$Q_{осв.} = 860 N_{осв.} = 860 \cdot 0,8 = 688 \text{ ккал}/\text{ч}.$$

4. Расчет выделения тепла людьми, согласно табл. 5, при условии, что в помещении находятся 10 студентов и 2 преподавателя, в том числе 6 мужчин и 6 женщин:

$$Q_{л} = 130 \cdot 6 + 130 \cdot 6 \cdot 0,85 = 1443 \text{ ккал}/\text{ч}.$$

5. Общее количество тепла в расчетный час в июле, которое необходимо отвести с помощью кондиционирования, определяется суммой тепла источников теплоступлений:

$$Q_{общ} = Q_{с.р.} + Q_{обор.} + Q_{осв.} + Q_{л} = 742,52 + 542 + 688 + 1443 = 3415,52 \text{ ккал}/\text{ч}.$$

6. Производительность системы кондиционирования воздуха и выбор кондиционера. Полезный расход наружного воздуха  $L_{н}$  для помещения по интенсивности запаха, связанного с пребыванием людей при отсутствии курения:

$$L_{н} = 25n = 25 \cdot 12 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена для помещений с ПЭВМ и копировальной техникой  $K_{в} = 3 \text{ ч}^{-1}$ . Количество воздуха, подаваемое по обеспечению кратности воздухообмена,

$$L = kV_{н} = 3 \cdot 4,5 \cdot 20 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом,  $L_{н} = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Рассматриваемое помещение периодически используется с полной нагрузкой, поэтому целесообразно использование автоматического кондиционера. С целью экономии средств рекомендуем 1 кондиционер

Panasonic CW-A180ME с хладопроизводительностью 3870 ккал/ч без дистанционного управления (ДУ)

### 3.5. Расчет выбросов вредных веществ автотранспортом

Отработавшие газы автомобильных двигателей содержат большое количество загрязняющих атмосферу веществ, однако в настоящее время токсичность отработавших газов принято оценивать по пяти основным загрязняющим веществам, имеющим наибольший удельный вес. К этим веществам относятся: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (NO<sub>x</sub>), твердые частицы (С) и диоксид серы (SO<sub>2</sub>). Угарный газ и окислы азота одна из основных причин головных болей, усталости, немотивированного раздражения, низкой трудоспособности. Сернистый газ способен воздействовать на генетический аппарат, способствуя бесплодию и врожденным уродствам, а все вместе эти факторы ведут к стрессам, нервным проявлениям. В больших городах также более широко распространены заболевания органов кровообращения и дыхания, инфаркты, гипертония и новообразования. По данным специалистов, до 90 % окиси углерода и 70 % окиси азота, поступающих в атмосферу, составляют выбросы от автомобильного транспорта. Автомобиль также добавляет в почву и воздух тяжелые металлы и другие вредные вещества.

При расчете массового выброса загрязняющих веществ автотранспортным предприятием необходимо учитывать:

- распределение автомобильного парка предприятия по отдельным группам транспортных средств;
- тип двигателя транспортного средства;
- условия эксплуатации транспортного средства;
- численность жителей населенного пункта;
- вид перевозок.

Полученные величины выбросов автотранспортных потоков на городских автомагистралях применяются при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха города (региона) выбросами промышленности и транспорта.

#### *Методика расчета*

1. Годовой пробег для каждой группы автомобилей, км,

$$L_{\Gamma i} = A_i \alpha_{\Gamma i} l_{cci} D_{p, \Gamma i}, \quad (37)$$

где  $A_i$  – количество автомобилей  $i$ -й группы;  $\alpha_{\Gamma i}$  – коэффициент технической готовности;  $l_{cci}$  – среднесуточный пробег автомобилей  $i$ -й группы, км;  $D_{p, \Gamma i}$  – количество рабочих дней в году.

В связи с тем, что автомобили эксплуатируются как в населенных пунктах, так и вне их территории, годовой пробег автомобилей разбивается на пробег в населенном пункте и на пробег вне населенного пункта в соответствии с долями пробега, указанными в исходных данных.

2. Расчет выбросов основных загрязняющих веществ ведется отдельно по легковым, грузовым автомобилям и автобусам как при движении по территории населенных пунктов, так и при движении вне населенных пунктов. Характеристика автомобилей по маркам представлена в прил. 20.

2.1. Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов, т,

$$M_{л1i} = m_{л1i} L_{л1} K_{лri} K_{лпi} \cdot 10^{-6}, \quad (38)$$

где  $m_{л1i}$  – пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества легковым автомобилем при движении по территории населенных пунктов, г/км (прил. 21);  $L_{л1}$  – суммарный пробег легковых автомобилей по территории населенных пунктов, км;  $K_{лri}$  – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении по территории населенных пунктов в зависимости от типа населенного пункта (прил. 22);  $K_{лпi}$  – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния легковых автомобилей на массовый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества ( $K_{л,тCO} = 1,75$ ;  $K_{л,тCH} = 1,48$ ;  $K_{л,тNOx} = 1,0$ ;  $K_{л,тSO2} = 1,15$ ).

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении вне населенных пунктов, т,

$$M_{л2i} = m_{л2i} L_{л2} K_{лпi} \cdot 10^{-6}, \quad (39)$$

где  $m_{л2i}$  – пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества легковым автомобилем при движении вне населенных пунктов, г/км (прил. 21);  $L_{л2}$  – суммарный пробег легковых автомобилей при движении вне населенных пунктов, км.

2.2. Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении по территории населенных пунктов, т,

$$M_{г1i} = m_{г1i} L_{г1} K_{гri} K_{гi} K_{гпi} \cdot 10^{-6}, \quad (40)$$

где  $m_{г1i}$  – пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями при движении по территории населенных пунктов в зависимости от грузоподъемности и типа двигателя, г/км (прил. 23);  $L_{г1}$  – суммарный пробег грузовых автомобилей по территории населен-

ных пунктов, км;  $K_{\Gamma i}$  – коэффициент, учитывающий изменение выброса загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении по территории населенных пунктов в зависимости от типа населенного пункта (прил. 24);  $K_{\Gamma i}$  – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса грузовых автомобилей от уровня использования грузоподъемности и пробега (прил. 25, 26);  $K_{\Gamma i}$  – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния грузовых автомобилей на массовый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества в зависимости от типа двигателя; для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями –  $K_{\Gamma, \text{тCO}} = 2,00$ ;  $K_{\Gamma, \text{тCH}} = 1,83$ ;  $K_{\Gamma, \text{тNOx}} = 1,0$ ;  $K_{\Gamma, \text{тSO}_2} = 1,15$ ; для грузовых автомобилей с дизельными двигателями –  $K_{\Gamma, \text{тCO}} = 1,60$ ;  $K_{\Gamma, \text{тCH}} = 2,10$ ;  $K_{\Gamma, \text{тNOx}} = 1,0$ ;  $K_{\Gamma, \text{тC}} = 1,9$ ;  $K_{\Gamma, \text{тSO}_2} = 1,15$ .

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении вне населенных пунктов, т,

$$M_{\Gamma 2i} = m_{\Gamma 2i} L_{\Gamma 2} K_{\Gamma i} K_{\Gamma, \text{т}i} \cdot 10^{-6}, \quad (41)$$

где  $m_{\Gamma 2i}$  – пробеговой выброс  $i$ -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями при движении вне населенных пунктов в зависимости от грузоподъемности и типа двигателя, г/км (прил. 23);  $L_{\Gamma 2}$  – суммарный пробег грузовых автомобилей при движении вне населенных пунктов, км.

2.3. Массовый выброс загрязняющих веществ междугородными, пригородными и туристскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов, т,

$$M_{\text{al}i} = m_{\text{al}i} L_{\text{al}} K_{\text{ari}} K_{\text{ai}} K_{\text{a,т}i} \cdot 10^{-6}, \quad (42)$$

где  $m_{\text{al}i}$  – пробеговой выброс  $i$ -го загрязняющего вещества автобусами при движении по территории населенных пунктов в зависимости от класса и типа двигателя, т/км (прил. 27);  $L_{\text{al}}$  – суммарный пробег автобусов по территории населенных пунктов, км;  $K_{\text{ari}}$  – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами при движении по территории населенных пунктов в зависимости от типа населенного пункта (прил. 28);  $K_{\text{ai}}$  – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами в зависимости от вида перевозок и типа двигателя (прил. 29);  $K_{\text{a,т}i}$  – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автобусов на массовый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества в зависимости от типа двигателя; для автобусов с бензиновыми двигателями  $K_{\text{a,тCO}} = 2,0$ ;  $K_{\text{a,тCH}} = 1,83$ ;  $K_{\text{a,тNOx}} = 1,0$ ;  $K_{\text{a,тSO}_2} = 1,15$ ; (для автобусов особо малого класса



$K_{a,TCO} = 1,75$ ;  $K_{a,TCN} = 1,48$ ;  $K_{a,TCNOx} = 1,0$ ;  $K_{a,TCO_2} = 1,15$ ); для автобусов с дизельными двигателями  $K_{a,TCO} = 1,6$ ;  $K_{a,TCN} = 2,1$ ;  $K_{a,TCNOx} = 1,0$ ;  $K_{a,TCO_2} = 1,15$ ;  $K_{a,TC} = 1,9$ .

Массовый выброс загрязняющих веществ маршрутными городскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов, т,

$$M'_{ali} = K_p m_{ali} L_{a1} K_{ari} K_{ai} K_{a,ti} \cdot 10^{-6}, \quad (43)$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении маршрутных городских автобусов по территории населенных пунктов (для CO, CH, NO<sub>x</sub>, C  $K_p = 1,4$ ; для SO<sub>2</sub>  $K_p = 1,1$ ).

Массовый выброс загрязняющих веществ автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении вне населенных пунктов, т,

$$M_{a2i} = m_{a2i} L_{a2} K_{ari} K_{ai} K_{a,ti} \cdot 10^{-6}, \quad (44)$$

где  $m_{a2i}$  – пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества автобусами при движении вне населенных пунктов в зависимости от класса автобуса и типа двигателя, г/км (прил. 27);  $L_{a2}$  – суммарный пробег автобусов при движении вне населенных пунктов, км.

#### *Пример.*

Автопарк дорожно-строительной компании насчитывает 35 грузовых автомобилей КАМАЗ-53215, 10 авт. – КАМАЗ-55111, 30 авт. – ГАЗ-3307, 10 автобусов ПАЗ-32051 и 5 автобусов КАВЗ-3976, 7 автомобилей УАЗ-31514. Рассчитать суммарный выброс загрязняющих веществ, производимый автопарком предприятия за год, используя данные табл. 3.

#### *Решение:*

1. Годовой пробег для каждой группы автомобилей определяем по формуле (37). Разбиваем годовой пробег автомобилей на пробег в населенном пункте и на пробег вне населенного пункта в соответствии с долями пробега, указанными в исходных данных. Результаты расчета сведены в табл. 4.

2. Расчет выбросов основных загрязняющих веществ ведется отдельно по легковым, грузовым автомобилям и автобусам как при движении по территории населенных пунктов, так и при движении вне населенных пунктов.

2.1. Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов определяется по формуле (38).

Таблица 3

## Исходные данные

Марка автомобиля	Количество автомобилей $A$ , шт.	Коэффициент технической готовности $\alpha_T$	Среднесуточный пробег $l_{св}$ , км	Количество рабочих дней в году $D_{р.г.}$ , дн.	Количество жителей в населенном пункте, тыс. чел.	Коэффициент использования		Доля пробега	
						грузоподъемности $\gamma$	пробега $\beta$	в населенном пункте	вне населенного пункта
КАМАЗ-53215	35	0,91	120	305	120,0	0,70	0,50	0,30	0,70
КАМАЗ-55111	10	0,9	140	305		0,65	0,50	0,30	0,70
ГАЗ-3307	30	0,90	180	305		0,75	0,60	0,40	0,60
ПАЗ-32051	10	0,91	110	305		-	-	0,7	0,3
КАВЗ-3976	5	0,90	110	305		-	-	0,7	0,3
УАЗ-31514	7	0,93	250	253		-	-	0,6	0,4

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении вне населенных пунктов определяется по формуле (39).

2.2. Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении по территории населенных пунктов определяется по формуле (40).

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении вне населенных пунктов определяем по формуле (41).

2.3. Массовый выброс загрязняющих веществ междугородными, пригородными и туристскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов определяется по формуле (42).

Массовый выброс загрязняющих веществ автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении вне населенных пунктов определяется по формуле (44).

Таблица 4

## Результаты расчета

Величина	Автомобили					
	КАМА3-53215	КАМА3-55111	ГАЗ-3307	ПА3-32051	КАВ3-3976	УАЗ-31514
Годовой пробег, км	1165710	384300	1482300	305305	150975	411575,5
Годовой пробег в населенном пункте, км	39713	115290	592920	213713,5	105682,5	246945,3
Годовой пробег вне населенного пункта, км	815997	269010	889380	91591,5	45292,5	164630,2
Массовый выброс загрязняющих веществ в населенном пункте, т:						
CO	0,16	0,465	40,525	15,064	7,449	5,264
CH	0,094	0,273	3,409	1,085	0,537	0,941
NO <sub>x</sub>	0,401	1,165	1,696	0,917	0,453	0,627
C	0,033	0,095	0	0	0	0
SO <sub>2</sub>	0,081	0,234	0,154	0,066	0,032	0,031
Массовый выброс загрязняющих веществ вне населенного пункта, т:						
CO	2,841	0,937	34,15	3,522	4,063	1,73
CH	1,823	0,6	3,724	0,315	0,363	0,39
NO <sub>x</sub>	7,16	2,36	2,589	0,323	0,372	0,659
C	0,167	0,055	0	0	0	0
SO <sub>2</sub>	1,351	0,445	0,201	0,028	0,033	0,018

## ПРИЛОЖЕНИЯ






## Приложение 1

**Высота установки светильников с защитным углом до 15°**




Светораспределение светильников	Наибольший световой поток в светильниках, установленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильников, м	
		при лампах накаливания	при разрядных лампах
Полуширокое	Менее 5000	6,5	7,0
	От 5000 до 10000	7,0	7,5
	Свыше 10000 до 20000	7,5	8,0
	Свыше 20000 до 30000	–	9,0
	Свыше 30000 до 40000	–	10,0
Широкое	Свыше 40000	–	11,5
	Менее 5000	7,0	7,5
	От 5000 до 10000	8,0	8,5
	Свыше 10000 до 20000	9,0	9,5
	Свыше 20000 до 30000	–	10,5
Широкое	Свыше 30000 до 40000	–	11,5
	Свыше 40000	–	13,0

## Приложение 2

**К выбору системы расположения светильников**

№ п/п	Наименование схемы	Схема	Ширина проезжей части, м	Способы установки осветительных приборов
1	2	3	4	5
1	Односторонняя		12	на опорах с одной стороны проезжей части
2	Двухрядная в шахматном порядке		24	на опорах с двух сторон проезжей части в шахматном порядке
3	Двухрядная прямоугольная		48	на опорах с двух сторон проезжей части в прямоугольном порядке
4	Осевая		18	на тросах по оси улицы или дороги
5	Двухрядная прямоугольная по оси движения		60	на тросах по оси движения в прямоугольном порядке

Окончание прил. 2

1	2	3	4	5
6	Двухрядная прямоугольная по оси улицы или дороги		24	на опорах, установленных по разделительной полосе проезжей части улиц или дорог
7	Четырехугольная в шахматном или прямоугольном порядке		48–100	на опорах с двух сторон проезжей части в шахматном или прямоугольном порядке
8	Смешанная в шахматном или прямоугольном порядке		24	на опорах или стенах зданий с двух сторон проезжей части в шахматном порядке. Расстояние от проекций осветительных приборов до освещаемой рабочей поверхности больше 6 м

Приложение 3

### Коэффициент использования светового потока $U_L$ при расчете освещенности по средней яркости дорожного покрытия

Тип светильника, дорожное покрытие	Угол наклона светильника $\varphi$ , град.	Угол $\beta$ , град.	Коэффициент использования $U_L$ при отношениях ширины расчетной полосы к высоте установки светильников $b/h$ , равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РКУ01-125-008 гладкое	+ 15	0	0,041	0,063	0,075	0,082	0,086	0,088
	- 15	180	0,036	0,053	0,057	0,059	0,059	0,059
РКУ01-250-007 гладкое	+ 15	0	0,046	0,07	0,078	0,083	0,087	0,089
	- 15	180	0,033	0,043	0,047	0,047	0,047	0,047
	+ 30	0	0,041	0,07	0,081	0,09	0,095	0,099
	- 30	180	0,022	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028
шероховатое	+ 15	0	0,044	0,065	0,073	0,077	0,081	0,082
	- 15	180	0,032	0,041	0,043	0,044	0,045	0,045
	+ 30	0	0,039	0,064	0,076	0,082	0,089	0,091
	- 30	180	0,021	0,025	0,026	0,026	0,027	0,027
РКУ01-400-006 гладкое	+ 15	0	0,045	0,07	0,079	0,085	0,091	0,093
	- 15	180	0,035	0,048	0,05	0,051	0,051	0,051
	+ 30	0	0,041	0,07	0,082	0,09	0,098	0,102
	- 30	180	0,026	0,032	0,031	0,031	0,031	0,031
шероховатое	+ 15	0	0,04	0,061	0,069	0,075	0,08	0,082
	- 15	180	0,032	0,044	0,047	0,047	0,048	0,048
	+ 30	0	0,037	0,06	0,071	0,078	0,085	0,088
	- 30	180	0,025	0,033	0,03	0,03	0,03	0,03

Окончание прил. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЖКУ02-250-003 гладкое	+ 15	0	0,055	0,086	0,095	0,1	0,105	0,106
	- 15	180	0,041	0,054	0,057	0,058	0,059	0,059
	+ 30	0	0,049	0,085	0,099	0,107	0,114	0,117
	- 30	180	0,028	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036
шероховатое	+ 15	0	0,045	0,065	0,073	0,077	0,081	0,083
	- 15	180	0,033	0,042	0,045	0,046	0,046	0,046
	+ 30	0	0,04	0,065	0,076	0,082	0,088	0,091
	- 30	180	0,022	0,027	0,028	0,028	0,029	0,029
ЖКУ02-400-001 гладкое	+ 15	0	0,053	0,082	0,092	0,097	0,102	0,104
	- 15	180	0,04	0,055	0,058	0,059	0,059	0,059
	+ 30	0	0,047	0,082	0,096	0,103	0,11	0,114
	- 30	180	0,028	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037
шероховатое	+ 15	0	0,043	0,063	0,071	0,075	0,079	0,081
	- 15	180	0,032	0,042	0,045	0,046	0,047	0,047
	+ 30	0	0,039	0,063	0,073	0,08	0,086	0,088
	- 30	180	0,023	0,028	0,029	0,03	0,03	0,03
ЖКУ02-400-002 гладкое	+ 15	0	0,056	0,086	0,096	0,102	0,107	0,109
	- 15	180	0,041	0,054	0,057	0,058	0,059	0,059
	+ 30	0	0,05	0,085	0,098	0,107	0,116	0,119
	- 30	180	0,028	0,033	0,034	0,034	0,035	0,035
шероховатое	+ 15	0	0,045	0,07	0,079	0,084	0,088	0,09
	- 15	180	0,035	0,045	0,048	0,049	0,049	0,049
	+ 30	0	0,043	0,07	0,081	0,087	0,095	0,098
	- 30	180	0,024	0,029	0,03	0,03	0,03	0,03
СЗПР-250-С	-	-	0,032	0,056	0,074	0,088	0,108	0,118
СЗПР-250-Ц	-	-	0,032	0,056	0,074	0,088	0,103	0,109
СЗПР-250-Б	-	0	0,028	0,053	0,074	0,09	0,106	0,112
	-	180	0,022	0,046	0,06	0,07	0,079	0,085

Приложение 4

### Коэффициент использования светового потока $U_E$ при расчете освещенности по средней нормируемой освещенности

Тип светильника	Угол наклона светильника $\varphi$ , град.	Угол $\beta$ , град.	Коэффициент использования $U_E$ при отношениях ширины расчетной полосы к высоте установки светильников $b/h$ , равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РТУ01-125/С53-2	0	0; 180	0,081	0,137	0,163	0,184	0,203	0,214
РТУ02-250-08	0	0; 180	0,041	0,075	0,094	0,11	0,126	0,135
РКУ01-125-008 гладкое	+ 15	0	0,154	0,259	0,308	0,343	0,376	0,394
	- 15	180	0,14	0,223	0,25	0,261	0,266	0,266
РКУ01-250-007	+ 15	0	0,208	0,342	0,372	0,431	0,462	0,472
	- 15	180	0,165	0,225	0,26	0,248	0,25	0,25

	+ 30	0	0,201	0,32	0,384	0,479	0,515	0,553
	- 30	180	0,11	0,169	0,17	0,147	0,149	0,152

*Окончание прил. 4*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
РКУ01-400-006	+ 15	0	0,195	0,319	0,079	0,408	0,44	0,454
	- 15	180	0,161	0,241	0,05	0,265	0,267	0,267
	+ 30	0	0,181	0,07	0,082	0,428	0,469	0,49
	- 30	180	0,132	0,032	0,031	0,171	0,173	0,173
ЖКУ02-250-003	+ 15	0	0,193	0,305	0,346	0,37	0,387	0,401
	- 15	180	0,136	0,189	0,207	0,216	0,219	0,219
	+ 30	0	0,171	0,307	0,366	0,402	0,432	0,446
	- 30	180	0,093	0,126	0,131	0,132	0,134	0,136
ЖКУ02-400-001	+ 15	0	0,191	0,298	0,34	0,366	0,102	0,397
	- 15	180	0,134	0,189	0,208	0,217	0,221	0,227
	+ 30	0	0,166	0,3	0,357	0,393	0,424	0,437
	- 30	180	0,095	0,130	0,136	0,137	0,14	0,142
ЖКУ02-400-002	+ 15	0	0,224	0,35	0,398	0,426	0,45	0,46
	- 15	180	0,155	0,215	0,233	0,242	0,245	0,245
	+ 30	0	0,195	0,352	0,418	0,459	0,459	0,512
	- 30	180	0,108	0,141	0,146	0,147	0,149	0,151
СЗПР-250-Ц	-	-	0,093	0,157	0,224	0,25	0,262	0,271
СЗПР-250-Б	-	0	0,094	0,159	0,218	0,256	0,270	0,279
	-	180	0,088	0,149	0,217	0,244	0,256	0,292

*Приложение 5*

**Приближенные значения удельных сопротивлений  
грунтов и воды, Ом·м**

Грунт и вода	Возможные пределы колебаний	При влажности 10 ... 12 % к массе грунта	Грунт и вода	Возможные пределы колебаний	При влажности 10 ... 12 % к массе грунта
Песок	400–700	700	Чернозем	9–53	20
Супесок	150–400	300	Речная вода	10–100	-
Суглинок	40–150	100	Морская вода	0,2–1	-
Глина	8–70	40			



**Коэффициент сезонности  $\phi$  для однородной земли**

Климатическая зона	Влажность земли во время измерения ее сопротивления					
	Вертикальный электрод длиной 3 м (5 м)			Горизонтальный электрод длиной 10 м (50 м)		
	Повышенная	Нормальная	Малая	Повышенная	Нормальная	Малая
1	1,9 (1,5)	1,7 (1,4)	1,5 (1,3)	9,3 (7,2)	5,5 (4,5)	4,1 (3,6)
2	1,7 (1,4)	1,5 (1,3)	1,3 (1,3)	5,9 (4,8)	3,5 (3,0)	2,6 (2,4)
3	1,5 (1,3)	1,3 (1,2)	1,2 (1,1)	4,2 (3,2)	2,5 (2,0)	2,0 (1,6)
4	1,3 (1,2)	1,1 (1,1)	1,0 (1,0)	2,5 (2,2)	1,5 (1,4)	1,1 (1,12)

*Примечания:* 1. Земля считается повышенной влажности, если измерению ее сопротивления предшествовало выпадение большого количества (свыше нормы) осадков ( дождей); нормальной (средней) влажности – если измерению предшествовало выпадение небольшого количества (близкое к норме) осадков; малой влажности – если земля сухая, количество осадков в предшествующий измерению период ниже нормы.

2. Заглубление электродов, т.е. расстояние от поверхности земли до верхнего конца вертикального электрода и до горизонтального электрода равно 0,7...0,8 м.

**Признаки климатических зон для определения коэффициента сезонности  $\phi$** 

Характер климатической зоны	Климатические зоны России			
	1	2	3	4
Средняя многолетняя низшая температура (январь), °С	от – 20 до – 15	от – 14 до – 10	от – 10 до 0	от 0 до + 5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), °С	от + 16 до + 18	от + 18 до + 22	от + 22 до + 24	от + 24 до + 26
Среднегодовое количество осадков, см	~ 40	~ 50	~ 50	30–50
Продолжительность замерзания вод, дни	190–170	~ 150	~ 100	0

**Наибольшие допустимые сопротивления заземляющих устройств**

Установка	Сопротивление заземляющего устройства, Ом
1. Электроустановки напряжением 3-35 кВ и опоры воздушных линий, на которых установлены силовые и измерительные трансформаторы, при одновременном использовании заземляющих устройств для установок напряжением 1000 В	125/ $I_3$ , но не более 10
2. То же, для установок выше 1000 В	250/ $I_3$ , но не более 10
3. Электроустановки напряжением до 1000 В с заземленной и изолированной нейтралью или при мощности установок более 10 кВ·А	4
4. То же, при мощности генераторов и трансформаторов, электроустановок не более 100 кВ·А	10
5. Железобетонные и металлические опоры воздушных линий напряжением 3-35 кВ при удельном сопротивлении земли, Ом·м (в населенной местности): до 100 от 100 до 500 от 500 до 1000 более 1000	10 15 20 30
6. Железобетонные и металлические опоры воздушных линий напряжением до 1000 В: при изолированной нейтрали, при заземленной нейтрали	50 Опоры заземляются при соединении к нулевому проводу.
7. Повторное заземление нулевого провода в сети 380/220 В	30
8. Защитное заземление от статического электричества (металлическое и неметаллическое оборудование)	Не более 100
9. Защитное заземление от электростатической индукции	Не более 10
10. Молниезащита от прямых ударов молнии: для каждого токоотвода на объектах 1-2 категории, для наружных установок 2 категории, для каждого токоотвода на объектах 3 категории, для труб, водонапорных башен, насосных башен и пожарных вышек	10 50 20 50

## Приложение 9

**Коэффициенты использования  $\eta_v$  вертикальных электродов  
группового заземления (труб, уголков и т.п.) без учета влияния  
полосы связи**

Число за-землителей, $n$	Отношение расстояний между электродами к их длине					
	1	2	3	1	2	3
	Электроды размещены в ряд (рис. 3, а)			Электроды размещены по кон- туру (рис. 3, б)		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

## Приложение 10

**Коэффициенты использования  $\eta_g$  горизонтального полосового  
электрода, соединяющего вертикальные электроды (трубы,  
уголки и т.п.) группового заземлителя**

Отношение расстоя- ний между верти- кальными электро- дами к их длине	Число вертикальных электродов							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные электроды размещены в ряд (рис.3,а)								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	-	-	-	-
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Вертикальные электроды размещены по контуру (рис. 3,б)								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

## Приложение 11

Соотношения для определения постоянной помещения  $V_{1000}$ 

Характер помещения	$V_{1000}, \text{M}^2$
С небольшой численностью людей	$V/20$
С жесткой мебелью и большой численностью людей или с небольшой численностью людей и мягкой мебелью (лаборатории, деревообрабатывающие и ткацкие цеха, кабинеты и т. п.)	$V/10$
С большой численностью людей и мягкой мебелью (залы конструкторских бюро, учебные аудитории, комнаты управления, жилые помещения и т. п.)	$V/6$
Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	$V/1,5$

## Приложение 12

Частотный множитель  $\mu$  для помещений различных объемов

Объем помещения, $\text{M}^3$	Значения $\mu$ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Менее 200	0,80	0,75	0,70	0,80	1	1,4	1,8	2,5
200...1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
Более 1000	0,50	0,50	0,55	0,70	1	1,6	3,0	6,0

## Приложение 13

Средние коэффициенты звукопоглощения различных материалов,  $\alpha_0$ 

Материал, конструкция	Значения $\alpha_0$ , при средних геометрических частотах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Бетон	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
Деревянная обшивка	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,11	0,11
Маты из стекловолкна (ВТУ 965-3528-58) толщиной 50 мм	0,13	0,13	0,32	0,64	0,62	0,59	0,59	0,59
Перфорированные панели размером 25×25 см и толщиной 3 см с асбестовой ватой толщиной 6 мм внутри	0,21	0,52	0,54	0,54	0,5	0,41	0,33	0,32
Поролон	0,2	0,2	0,22	0,3	0,75	0,77	0,71	0,6
Плиты перлитовые толщиной 30 мм	0,15	0,15	0,68	0,79	0,61	0,6	0,63	0,63
Плиты пемзолитовые толщиной 50 мм, длиной 30	0,52	0,52	0,65	0,5	0,48	0,5	0,59	0,59

мм								
----	--	--	--	--	--	--	--	--

## Приложение 14

## Теплотехнические характеристики заполнения световых проемов

Заполнение светового проема без солнцезащитных устройств при толщине стекла, мм, 2,5-12	Коэффициент относительного проникания солнечной радиации, $K_{отн}$
Одинарное остекление	1 – 0,9
Двойное остекление	0,8 – 0,9

## Приложение 15

**Максимальные значения количества тепла прямой  $q_{в.п.}$  (числитель) и рассеянной  $q_{в.р.}$  (знаменатель) солнечной радиации в июле, поступающей в помещение через одинарное остекление со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм (СНиП 23–01–99«Строительная климатология»)**

Расчетная географическая широта, град. с.ш.		Количество тепла, ккал/(ч·м <sup>2</sup> ), при заполнении световых проемов:							
		с ориентацией до полудня							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
		с ориентацией после полудня							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
1		2	3	4	5	6	7	8	9
36	$q_{в.п.}/q_{в.р.}$	59/70	317/98	374/115	264/93	95/67	3/59	-/58	-/56
	Истинное время до полудня	5-8	7-8	7-8	8-9	11-12	11-12	11-12	11-12
	Истинное время после полудня	16-19	16-17	16-17	15-16	12-13	12-13	12-13	12-13
	$q_{в.п.}/q_{в.р.}$	72/67	317/95	438/112	304/93	218/73	63/66	-/56	-/56
	Истинное время до полудня	5-8	6-8	7-8	8-9	11-12	11-12	11-12	11-12
	Истинное время после полудня	16-19	16-18	16/17	15-16	12-13	12-13	12-13	12-13
52	$q_{в.п.}/q_{в.р.}$	88/61	536/91	409/111	385/98	296/78	129/67	-/56	-/54
	Истинное время до полудня	5-8	6-8	7-8	9-10	11-12	11-12	11-12	11-12
	Истинное время после полудня	16-19	16-18	16/17	14-15	12-13	12-13	12-13	12-13

Окончание прил. 15

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	$q_{в.п.}/q_{в.р.}$	96/51	347/74	478/95	431/84	386/78	185/61	-/48	-/46
	Истинное время до полудня	4-7	6-7	7-8	9-10	11-12	11-12	11-12	11-12
	Истинное время после полудня	17-20	17-18	16-17	14-15	12-13	12-13	12-13	12-13
68	$q_{в.п.}/q_{в.р.}$	110/47	408/71	506/91	501/85	450/88	260/61	-/44	-/44
	Истинное время до полудня	4-7	5-7	7-8	9-10	9-12	11-12	11-12	11-12
	Истинное время после полудня	17-20	17-19	16-17	15-17	12-16	12-13	12-13	12-13

*Примечание:* в случае отсутствия значений поступления тепла посредством прямой солнечной радиации  $q_{в.п.}$ , рассчитывается величина поступления тепла за счет рассеянной солнечной радиации  $q_{в.р.}$ .

Приложение 16

### Коэффициент $K_1$ , учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы

Остекление	Значения коэффициента для световых проемов, $K_1$ , при атмосфере,				
	незагрязненной (независимо от облучения)	загрязненной в промышленных районах, расположенных на географической широте, град с.ш.			
		36-40	44-68	36-40	44-68
		облучаемых в расчетный час солнцем		находящихся в расчетный час в тени	
Одинарное без переплетов	1	0,7	0,75	1,6	1,75
Двойное без переплетов	0,9	0,63	0,68	1,45	1,58

Приложение 17

### Коэффициент $K_2$ , учитывающий загрязнение стекла

Загрязнения стекла	Значение коэффициента, $K_2$
Значительное	0,85
Умеренное	0,9
Незначительное	0,95
Чистое стекло	1

## Приложение 18

**Количество тепла, выделяемого взрослыми людьми (мужчинами)**

Показатели	Количество тепла, ккал/ч., выделяемого людьми при температуре воздуха в помещении, °С					
	10	15	20	25	30	35
При легкой работе						
Тепло:						
явное	130	105	85	55	35	5
скрытое	25	30	45	70	90	120
полное	155	135	130	125	125	125
При работе средней тяжести						
Тепло:						
явное	140	115	90	60	35	5
скрытое	45	65	85	110	135	165
полное	185	180	175	170	170	170
При тяжелой работе						
Тепло:						
явное	170	140	110	80	45	10
скрытое	80	110	140	170	205	240
полное	250	250	250	250	250	250

## Приложение 19

**Характеристики некоторых кондиционеров**

Тип кондиционера	Хладопроизводительность, ккал/ч	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Наличие дистанционного пульта	Место размещения: о – окно; т – тележка; с – стационар
LG LW J0560AGG	1290	25	–	о
LG LS-J0965NL	2240	55	автомат	о
CW-A180ME	3870	20	+	о
Delonghi PAC26	2070	25	–	т
SAP-KS121GH	2760	20	–	о
Electra KC15ST	1330	20	–	о
Carrier 51AKM	1580	20	автомат	т
Sharp AY-X08BE	2000	20	+	о
York MHC-12	2930	40	–	о

## Характеристика автомобилей

Марка автомобиля	Рабочий объем цилиндров, л	Длина автомобиля, м	Грузоподъемность, т	Тип двигателя
Легковые автомобили:		–	–	
ИЖ-2126	1,48			Б
ГАЗ-31029	2,45			Б
УАЗ-31514	2,45			Б
ВАЗ-2121	1,70			Б
Автобусы:	–		–	
ГАЗ-32210		5,50		Б
ПАЗ-32051		7,00		Б
КАВЗ-3976		6,70		Б
ЛиАЗ-5256		11,40		Д
ЛАЗ-4207		9,98		Д
Грузовые автомобили:	–	–		
УАЗ-3303			0,80	Б
ГАЗ-33021			1,35	Б
ГАЗ-3307			4,50	Б
ЗИЛ-5301			3,00	Д
КамАЗ-53215			12,00	Д
КамАЗ-55111			13,00	Д

**Пробеговый выброс загрязняющих веществ легковым автомобилем по территории населенных пунктов  $m_{ли}$  (вне населенных пунктов  $m_{ли2i}$ )**

Рабочий объем двигателя, л	Пробеговый выброс $m_{ли}$ ( $m_{ли2i}$ ), г/км				
	СО	СН	NO <sub>x</sub>	С	SO <sub>2</sub>
<1,30	11,4 (4,8)	2,1 (1,2)	1,3 (2,3)	0 (0)	0,052 (0,052)
1,31–1,80	13,0 (5,5)	2,6 (1,5)	1,5 (2,7)	0 (0)	0,076 (0,076)
1,81–3,50	14,0 (6,0)	2,8 (1,6)	2,7 (4,0)	0 (0)	0,096 (0,096)



## Приложение 22

**Значения коэффициента  $K_{дгi}$  в зависимости от типа населенного пункта**

Тип населенных пунктов	Коэффициент $K_{дгi}$ при выбросе				
	CO	CH	NO <sub>x</sub>	C	SO <sub>2</sub>
Города с числом жителей, чел.:					
>1 млн.	1,00	1,00	1,00	0	1,25
100 тыс-1 млн.	0,87	0,92	0,94	0	1,15
30-100 тыс.	0,70	0,79	0,81	0	1,05
Прочие населенные пункты	0,41	0,59	0,60	0	1,00

## Приложение 23

**Пробеговой выброс загрязняющих веществ грузовым автомобилем при движении по территории населенных пунктов  $m_{гi}$  (вне населенных пунктов  $m_{г2i}$ )**

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговой выброс $m_{гi}$ ( $m_{г2i}$ ), г/км				
		CO	CH	NO <sub>x</sub>	C	SO <sub>2</sub>
0,5–2,0	Б	22,0 (15,2)	3,4 (1,9)	2,6 (2,1)	0 (0)	0,13 (0,13)
2,1–5,0	Б	52,6 (26,3)	4,7 (2,6)	5,1 (4,1)	0 (0)	0,16 (0,16)
	Г	26,8 (13,1)	2,7 (1,5)	5,1 (4,1)	0 (0)	0,14 (0,14)
	Д	2,8 (2,5)	1,1 (0,8)	8,2 (6,9)	0,5 (0,1)	0,96 (0,96)
5,1–8,0	Б	73,2 (40,8)	5,5 (4,1)	9,2 (8,0)	0 (0)	0,19 (0,19)
	Г	37,4 (20,2)	4,4 (2,4)	9,2 (8,0)	0 (0)	0,17 (0,17)
	Д	3,2 (2,6)	1,3 (1,2)	11,4 (9,1)	0,8 (0,2)	1,03 (1,03)
8,1–16,0	Б	97,8 (50,5)	8,2 (4,5)	10,0 (8,5)	0 (0)	0,26 (0,26)
	Д	3,9 (3,2)	1,6 (1,4)	13,4 (10,7)	1,0 (0,2)	1,28 (1,28)
> 16,0	Д	4,8 (3,6)	1,8 (1,5)	16,4 (13,1)	1,1 (0,3)	1,47 (1,47)

*Примечание.* Б – бензиновый, Д – дизельный, Г – газовый (сжатый газ).

## Приложение 24

Значения  $K_{гр}$  в зависимости от типа населенного пункта

Тип населенных пунктов	Коэффициент $K_{гр}$ при выбросе								
	CO		CH		NO <sub>x</sub>		C	SO <sub>2</sub>	
	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Д	Б, Г, Д	
Города с числом жителей, чел.:									
>1 млн.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	
100 тыс-1 млн.	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,80	1,15	
30-100 тыс.	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,50	1,05	
Прочие населенные пункты	0,58	0,64	0,50	0,60	0,60	0,70	0,30	1,00	

## Приложение 25

Значения  $K_{г}$  для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности $\gamma$	Значение $K_{г}$ в зависимости от коэффициента использования пробега $\beta$							
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CO	<0,21	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	
	0,21-0,40	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	
	0,41-0,60	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80	
	0,61-0,80	0,64	0,68	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	
	0,81-1,00	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00	
CH	< 0,21	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	
	0,21-0,40	0,81	0,83	0,83	0,85	0,86	0,86	0,88	
	0,41-0,60	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	
	0,61-0,80	0,85	0,87	0,88	0,91	0,92	0,94	0,96	
	0,81-1,00	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00	
NO <sub>x</sub>	< 0,21	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	
	0,21-0,40	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	
	0,41-0,60	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,78	
	0,61-0,80	0,62	0,67	0,71	0,76	0,80	0,84	0,89	
	0,81-1,00	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	
SO <sub>2</sub>	< 0,21	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	
	0,21-0,40	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16	
	0,41-0,60	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27	
	0,61-0,80	1,15	1,12	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38	

	0,81-1,00	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
--	-----------	------	------	------	------	------	------	------

Приложение 26

**Значения  $K_{Ti}$  для грузовых автомобилей с дизельными двигателями**

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности $\gamma$	Значение $K_{Ti}$ в зависимости от коэффициента использования пробега $\beta$						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	<0,21	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
	0,21-0,40	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
	0,41-0,60	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,78
	0,61-0,80	0,64	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,89
	0,81-1,00	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,96	1,00
CH	<0,21	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68
	0,21-0,40	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
	0,41-0,60	0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84
	0,61-0,80	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92
	0,81-1,00	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	1,00
NO <sub>x</sub>	<0,21	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
	0,21-0,40	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81
	0,41-0,60	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
	0,61-0,80	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
	0,81-1,00	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00
C	<0,21	0,25	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38
	0,21-0,40	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
	0,41-0,60	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58
	0,61-0,80	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75
	0,81-1,00	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00
SO <sub>2</sub>	<0,21	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06
	0,21-0,40	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
	0,41-0,60	1,12	1,15	1,18	1,20	1,23	1,26	1,29
	0,61-0,80	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,41
	0,81-1,00	1,21	1,26	1,32	1,37	1,42	1,48	1,53

**Пробеговый выброс загрязняющих веществ автобусом при движении по территории населенных пунктов**

Класс автобуса ( $L$ – габаритная длина, м)	Тип двигателя	Пробеговый выброс $m_{a1}$ , г/км				
		CO	CH	NO <sub>2</sub>	C	SO <sub>2</sub>
Особо малый, $L < 6,0$	Б	13,5 (6,0)	2,9 (1,6)	3,0 (4,0)	0 (0)	0,09 (0,09)
Малый, $6,0 < L < 7,5$	Б	44,0 (24,0)	3,4 (2,3)	6,1 (5,0)	0 (0)	0,18 (0,18)
Средний, $8,0 < L < 10,0$	Б	67,1 (34,0)	5,0 (3,9)	9,9 (8,2)	0 (0)	0,25 (0,25)
	Д	4,5 (3,3)	1,4 (1,2)	9,1 (8,0)	0,8 (0,2)	0,9 (0,9)
Большой, $10,5 < L < 12,0$	Б	104,0 (52,0)	7,7 (4,6)	10,4 (9,5)	0 (0)	0,32 (0,32)
	Д	4,9 (3,5)	1,6 (1,3)	10,0 (18,0)	1,0 (0,2)	1,23 (1,23)
Особо большой, $L > 12,0$	Д	5,0 (3,6)	1,6 (1,3)	11,0 (18,8)	1,1 (0,3)	1,65 (1,65)

Примечание. Б – бензиновый; Д – дизельный.

**Значения  $K_{ai}$  в зависимости от типа населенных пунктов**

Тип населенного пункта	Значение $K_{ai}$ при выбросе							
	CO		CH		NO <sub>2</sub>		C	SO <sub>2</sub>
	Б	Д	Б	Д	Б	Д	Д	Б, Г, Д
Город с числом жителей, чел.: < 1млн. 101 тыс.-1 млн. 30-100 тыс. чел.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,25
	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,80	1,15
	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,50	1,05
Прочие населенные пункты	0,58	0,64	0,50	0,60	0,60	0,70	0,30	1,00

**Значения  $K_{ai}$  в зависимости от вида перевозок и типа двигателя**

Вид перевозок	Тип двигателя	Значения $K_{ai}$ при выбросе				
		CO	CH	NO <sub>2</sub>	C	SO <sub>2</sub>
Городские и пригородные	Б	0,90	0,96	0,89	0	1,30
	Д	0,89	0,92	0,93	0,75	1,30
Междугородные и туристские	Б	0,70	0,80	0,67	0	1,10
	Д	0,68	0,76	0,81	0,44	1,10

Примечание. Б – бензиновый; Д – дизельный.

**Библиографический список**

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая, и др.; под общей ред. С.В. Белова. – 8-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.
2. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. / С.В. Белов. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 680 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак – 13-е изд., испр. – СПб. – Москва – Краснодар: Лань, 2010. – 672 с.
4. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учеб. пособ. для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев. – изд. 4-е, перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 335 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: лабораторный практикум / С.Ш. Залаева, Е.А. Носатова, Т.Г. Болотских и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. – 114 с.
6. Безопасность жизнедеятельности. Часть 1. Инженерные расчеты систем безопасности и охраны труда: практикум / Н.В. Ворожейкина, Л.А. Колесникова, Л.А. Лысов и др.; под ред. В.А. Умнова. – М.: МГТУ, 2008. – 84 с.
7. Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»): учеб. пособие / Д.В. Коптев, Г.Г. Орлов, В.И. Булыгин и др. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 352 с.
8. *Глебова, Е.В.* Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для вузов / Е.В. Глебова. – М.: Высш. шк., 2007. – 382 с.
9. *Девисилов, В.А.* Охрана труда: учебник / В.А. Девисилов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 496 с.
10. *Долгих, П.П.* Лабораторный практикум и курсовое проектирование по освещению и облучению / П.П. Долгих, Я.А. Кунге, Н.В. Цугленок. – Красноярск.: 2002. – 281 с.
11. *Иванов, Н.И.* Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учеб. – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.
12. Инженерные расчеты систем безопасности труда и промышленной экологии / под ред. А.Ф. Борисова. – М.: Изд-во «Вента-2», 2000. – 255 с.
13. *Курдюмов, В.И.* Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. – М.: Колос, 2005. – 216 с.
14. *Макарьин, Р.И.* Расчет выбросов вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей: метод. указ. к выполнению рас-

четно-практической работы / Р.И. Макарьин, Б.И. Пугин. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. – 18 с.

15. *Мастрюков, Б.С.* Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учеб. для вузов / Б.С. Мастрюков. – М.: Академия, 2009. – 320 с.

16. *Поспелов, П.И.* Борьба с шумом на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1981. – 88 с.

17. *Пчелинцев В.А.* Охрана труда в строительстве: Учеб. для строит. вузов и фак. / В.А. Пчелинцев – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.

18. *Русак, О.Н.* Безопасность и охрана труда: учеб. пособие для вузов / под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2001. – 279 с.

19. *Русак, О.Н.* Безопасность жизнедеятельности в техносфере. учеб. пособие / под ред. О.Н. Русака, В.Я. Кондратенко. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. – 431 с.

20. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда: учеб. пособ. / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, В.М. Попов, Н.И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2008. – 317 с.

### Справочная и нормативная литература

1. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.4.021–75 ССБТ. Общие требования к системам вентиляции.
7. ГОСТ 12.0.230–2007. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования.
8. ГОСТ Р 51616–2000 Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний.
9. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
10. *Кнорринг, Г.М.* Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Энергоатомиздат. 1992. – 448 с.

11. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения, утв. распоряжением Минтранса России № ОС-362-р от 21.04.2003 г.

12. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, утв. приказом Госкомэкологии России № 66 от 16.02.1999 г.

13. НПБ 104–03. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях.

14. НПБ 105–03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

15. НПБ 110–03. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией.

16. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

17. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – СПб.: ДЕАН, 1999. – 320 с.

18. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Руководство Р 2.2.2006 – 05э, утв. Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 29.07.2005 г.

19. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

20. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

21. СНиП 2.01.02–85. Нормы проектирования. Противопожарные нормы.

22. СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение.

23. СНиП 23–01–99. Строительная климатология.

24. СНиП 23–03–2003. Защита от шума.

25. СНиП 41–01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

26. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.

27. Трудовой кодекс Российской Федерации № 197–ФЗ от 30.12.2001 г. (с изменениями и дополнениями).

## Оглавление

Введение.....	3
1. Общие методические указания.....	3
2. Содержание раздела.....	5
3. Примерные расчеты.....	10
3.1. Проектирование уличного освещения.....	11
3.2. Расчет защитного заземления оборудования.....	15
3.3. Расчет звукопоглощающей облицовки.....	20
3.4. Нормализация теплового режима в производственных помещениях.....	24
3.5. Расчет выбросов вредных веществ автотранспортом.....	29
Приложения.....	35
Приложение 1. Высота установки светильников с защитным углом до 15°.....	35
Приложение 2. К выбору системы расположения светильников.....	35
Приложение 3. Коэффициент использования светового потока $U_L$ при расчете освещенности по средней яркости дорожного покрытия.....	36
Приложение 4. Коэффициент использования светового потока $U_E$ при расчете освещенности по средней нормируемой освещенности.....	37
Приложение 5. Приближенные значения удельных сопротивлений грунтов и воды, Ом·м.....	38
Приложение 6. Коэффициент сезонности $\varphi$ для однородной земли.....	39
Приложение 7. Признаки климатических зон для определения коэффициента сезонности $\varphi$ .....	39
Приложение 8. Наибольшие допустимые сопротивления заземляющих устройств.....	40
Приложение 9. Коэффициенты использования $\eta_v$ вертикальных электродов группового заземления (труб, уголков и т.п.) без учета влияния полосы связи.....	41
Приложение 10. Коэффициенты использования $\eta_n$ горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды (трубы, уголки и т.п.) группового заземлителя.....	41
Приложение 11. Соотношения для определения постоянной помещения $V_{1000}$ .....	42
Приложение 12. Частотный множитель $\mu$ для помещений различных объемов.....	42



Приложение 13. Средние коэффициенты звукопоглощения различных материалов, $\alpha_0$ .....	42
Приложение 14. Теплотехнические характеристики заполнения световых проемов.....	43
Приложение 15. Максимальные значения количества тепла прямой $q_{в.п.}$ (числитель) и рассеянной $q_{в.р.}$ (знаменатель) солнечной радиации в июле, поступающей в помещение через одинарное остекление со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм (СНиП 23–01–99 «Строительная климатология»).....	43
Приложение 16. Коэффициент $K_1$ учитывающий затенение остекления световых проемов переплетами и загрязнение атмосферы.....	44
Приложение 17. Коэффициент $K_2$ , учитывающий загрязнение стекла.....	44
Приложение 18. Количество тепла, выделяемого взрослыми людьми (мужчинами).....	45
Приложение 19. Характеристики некоторых кондиционеров... ..	45
Приложение 20. Характеристика автомобилей.....	46
Приложение 21. Пробеговый выброс загрязняющих веществ легковым автомобилем по территории населенных пунктов $m_{л1i}$ (вне населенных пунктов $m_{л2i}$ ).....	46
Приложение 22. Значения коэффициента $K_{лpi}$ в зависимости от типа населенного пункта.....	47
Приложение 23. Пробеговый выброс загрязняющих веществ грузовым автомобилем при движении по территории населенных пунктов $m_{г1i}$ (вне населенных пунктов $m_{г2i}$ ).....	47
Приложение 24. Значения $K_{гpi}$ в зависимости от типа населенного пункта.....	48
Приложение 25. Значения $K_{gi}$ для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями.....	48
Приложение 26. Значения $K_{gi}$ для грузовых автомобилей с дизельными двигателями.....	49
Приложение 27. Пробеговый выброс загрязняющих веществ автобусом при движении по территории населенных пунктов.....	50
Приложение 28. Значения $K_{api}$ в зависимости от типа населенных пунктов.....	50
Приложение 29. Значения $K_{ai}$ в зависимости от вида перевозок и типа двигателя.....	50
Библиографический список.....	51

Учебное издание

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности»  
в выпускной квалификационной работе для студентов специальности  
270205.65 – Автомобильные дороги и аэродромы  
и направления бакалавриата 270800 «Строительство»  
профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы»

Составители: **Рыбка** Оксана Александровна  
**Едаменко** Алена Сергеевна

Подписано в печать 17.04.12. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,3. Уч-изд. л. 3,5.

Тираж 50 экз. Заказ . Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46