

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Кафедра химической технологии твердого топлива

**Составители
А. Ю. Игнатова,
Е. С. Ушакова**

СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические материалы

**Рекомендованы учебно-методической комиссией
направления подготовки 13.03.01
Теплоэнергетика и теплотехника
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе**

Кемерово 2019

Рецензент

Папин А. В. – кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии твердого топлива.

Игнатова Алла Юрьевна

Ушакова Елена Сергеевна

Социальная экология: методические материалы [Электронный ресурс]: для обучающихся направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль Промышленная теплоэнергетика, всех форм обучения / сост.: А.Ю. Игнатова, Е. С. Ушакова; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2019.

Приведено содержание практических занятий и самостоятельных работ, материал, необходимый для успешного изучения дисциплины.

Назначение издания – помощь студентам в получении знаний по дисциплине «Социальная экология» и организация практических занятий и самостоятельных работ.

© КузГТУ, 2019,
© Игнатова А. Ю.,
Ушакова Е. С.,
составление, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ.....	4
Практическая работа № 1. Расчет загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом.....	4
Практическая работа № 2. Оценка автотранспортного воздей- ствия на акустическую среду города.....	26
Практическая работа № 3. Определение размеров ущерба от де- градации земель и от загрязнения земель химическими веще- ствами.....	48
2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	59
3. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ.....	60
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	62

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Водоподготовка».

На занятии студенты должны иметь при себе линейку, карандаш, калькулятор, тетради для практических и самостоятельных работ.

Отчеты по практическим работам аккуратно оформляются в письменном виде.

При подготовке к защите практических работ, необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 *РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ*

1. Цель и содержание работы

Цель работы – ознакомить студентов с расчетом количества вредных выбросов от автотранспорта и с методами защиты атмосферного воздуха от загрязнений выбросами автомобильного транспорта.

Автотранспорт является одним из основных загрязнителей атмосферы содержащимися в выхлопных газах оксидами азота NO_x (смесь NO и NO_2) и оксидом углерода (CO). Доля транспортного загрязнения воздуха по CO превышает 60 %, по NO_x – 50 % от общего загрязнения атмосферы этими газами. Помимо этих газов в выбросах автотранспорта содержится около 200 веществ, таких как углеводороды, акролеин, ксилол, бенз(а)пирен, сернистый ангидрид, фенол, формальдегид, сероводород, твердые частицы и др. Для автотранспорта нормируются выбросы угарного газа, углеводородов и оксидов азота в пересчете на NO_2 .

По нижеприведенной методике студенты определяют концентрацию загрязнения атмосферного воздуха угарным газом, углеводородами, оксидами азота на разных расстояниях от автомобильной дороги.

2. Теоретические положения

2.1. Основные виды выбросов от автотранспорта

Один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая с отработавшими газами примерно 800 кг оксида углерода, около 400 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Сегодня насчитывается порядка 400 млн. единиц мирового парка автомо-

билей. В России, по данным ВНИИГАЗ, автопарк близок к 34 млн. единиц.

Передвижные источники загрязнения пространственно рас-средоточены по территории города и расположены в непосредственной близости к жилым районам, что создает общий повышенный фон загрязнения. Они располагаются невысоко от земной поверхности, в результате чего отработавшие газы автомобилей слабее рассеиваются ветром по сравнению с промышленными выбросами и скапливаются в зоне дыхания людей. Кроме того, темпы роста числа автомобилей значительно выше по сравнению с темпами роста промышленных источников.

Таблица 1

**Основные виды выбросов загрязняющих
веществ от передвижных источников**

Тип двигателя	Топливо	Основные виды	Примеры источников загрязнений
Четырехтактный внутреннего сгорания	Бензин	Углеводороды, оксид углерода, оксиды азота	Автомобили, трактора, автобусы, мотоциклы
Двухтактный внутреннего сгорания	Бензин (с добавлением масла)	Углеводороды, оксид углерода, оксиды азота, твердые вещества	Мотоциклы, вспомогательные моторы
Дизель	Лигроин	Оксиды азота, твердые вещества	Автобусы, трактора, машины

Уровень загазованности магистралей и примагистральных территорий зависит от интенсивности движения автомобилей, ширины и рельефа улицы, скорости ветра, доли грузового транспорта и автобусов в общем потоке. При интенсивности движения 500 транспортных единиц в час концентрация оксида углерода на открытой территории на расстоянии 30–40 м от автомагистрали снижается в 3 раза и достигает нормы. Затруднено рассеивание выбросов автомобилей на тесных улицах. В итоге практически

все жители города испытывают на себе вредное влияние загрязненного воздуха.

2.2. Основные направления защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов передвижных источников

Меры административного и экономического регулирования

Вредное воздействие выбросов двигателя автомобиля на людей и животных называется токсичностью выбросов. Величина вредных выбросов в атмосферу автотранспортом зависит от плотности транспортного потока и количества газов, выбрасываемых каждым автомобилем. Так как транспортный поток на улицах городов будет непрерывно возрастать, необходимо для снижения загазованности воздушной среды ограничить количество вредных продуктов, выделяемых каждым автомобилем, т. е. установить нормы выброса токсичных веществ с выхлопными газами.

Жесткие требования к токсичности отработанных газов новых автотранспортных средств сформулированы в виде норм ЕЭК ООН, директив Европейского союза, которые являются обязательными для автопроизводителей. Выполнение этих норм позволяет существенно сократить интенсивность выделения нормируемых токсичных компонентов выбросов двигателями одиночных автотранспортных средств.

Для ограничения содержания в выхлопе автомобиля токсичных веществ Европейской экономической комиссией ООН были введены стандарты «Евро».

Стандарт Евро–1 предусматривал выброс бензиновым двигателем оксида углерода (СО) не более 2,72 г на 1 км пути, углеводородов – не более 0,72 г/км, оксида азота (NO) – не более 0,27 г/км. Евро–1 действовал в Европе с 1992 года, а в 1995-м году его сменил более жесткий стандарт – Евро–2.

В Евро–2 были ужесточены почти в 3 раза (0,29 против 0,72 г/км) нормы по содержанию в выхлопе углеводородов.

Экологический стандарт Евро–2 был принят правительством России осенью 2005 г.

В 1999 г. введен стандарт Евро–3. Евро–3 – это снижение уровня выбросов по сравнению с Евро–2 на 30–40 %. Ему соответствуют все новые машины, выпущенные в европейских странах с 1999 г. Все транспортные средства, произведенные или ввезенные в Россию, начиная с 1 января 2008 г., должны удовлетворять требованиям стандарта Евро–3, регулирующему содержание вредных веществ в выхлопных газах транспортных средств с дизельными и бензиновыми двигателями.

В 2005 г. в Евросоюзе введен стандарт Евро–4. Столичные власти намерены ввести в г. Москве экологический стандарт Евро–4 в 2010 г.

С октября 2008 г. для всех новых грузовых автомобилей, продаваемых в Евросоюзе, обязателен стандарт Евро–5. Для легковых автомобилей разработка стандарта Евро–5 еще не завершена. Важно отметить, что до введения стандарта Евро–5 выбросы сажи в выхлопах транспортных средств не учитывались.

Европа не собирается долго ограничиваться стандартом Евро–5. К 2012 г. должен вступить в силу стандарт Евро–6, согласно которому будет снижен выброс углекислого газа новыми автомобилями.

В нашей стране существуют два вида стандартов на нормы и методы определения вредных веществ в отработанных газах автомобилей и двигателей.

К первому относятся государственные стандарты. Они распространяются на автомобили, находящиеся в эксплуатации, т. е. на весь автомобильный транспорт РФ. Это ГОСТ 17.2.2.03–77. «Охрана природы. Атмосфера. Содержание окиси углерода в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Нормы и методы определения», ГОСТ 1393–75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработанных газов. Нормы и методы определения», ГОСТ Р 52033–2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» и ГОСТ Р 52160–2003 «Автотранспортные средства с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».

Второй вид – отраслевые стандарты Минавтопрома на новую продукцию. Они предусматривают проверку токсичности отработанных газов автомобилей с искровым зажиганием массой от 400 до 3500 кг, двигателей грузовых автомобилей и автобусов при приемочных и контрольных испытаниях на предприятиях–изготовителях. В 1982 г. введен в действие отраслевой стандарт ОСТ 37.001.234–81 «Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Выбросы вредных веществ с отработанными газами. Нормы и методы определения». Стандарт устанавливает предельно–допустимые нормы выброса оксида углерода (II), углеводородов и оксида азота (IV), а также определяет методику проведения измерений указанных компонентов. Простая мера – регулировка двигателей, может снизить токсичность выхлопных газов в несколько раз.

7 марта 2003 г. Государственной Думой РФ принят закон «О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации». Этилированный бензин – это топливо с добавлением тетраэтилсвинца – добавки, которая увеличивает октановое число автомобильного бензина с 76 до 93. Этиловый бензин – вещество, которое ведет к стойкой свинцовой интоксикации человека. Запрет производства этилированного бензина позволил снять существовавшее ранее ограничение, связанное с несовместимостью этилированного бензина и каталитического нейтрализатора отработанных газов.

Для того, чтобы снизить выбросы одиночных автотранспортных средств в процессе их эксплуатации, следует ужесточить экологический контроль, а также добиться вытеснения экологически опасных автотранспортных средств из эксплуатации. Для этого устанавливают экологические классы автотранспортных средств:

- 0-й класс – устаревшие модели;
- промежуточный класс – устаревшие модели, оснащенные устройствами, снижающими токсичность выбросов;
- 1-й, 2-й классы и т. д. – модели, соответствующие требованиям Еуро–1, Евро–2 и т. д.

Действующий ГОСТ Р 52033–2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отрабо-

тавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» позволяет осуществлять контроль автомобилей 0-го и промежуточного классов.

Для контроля автотранспортных средств 2-го класса и выше необходима разработка новых поправок к данному стандарту.

Для дизелей всех типов автотранспортных средств экологические классы в эксплуатации пока не установлены. Согласно ГОСТ Р 52160–2003 «Автотранспортные средства с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» дизели проверяют на соответствие норм дымности.

Введение экономических стимулов в виде увязки экологического класса автотранспортного средства с уровнем транспортного налога (чем ниже экологический класс, тем выше налог), ограничения (платность) доступа на определенные территории автотранспортных средств низших экологических классов позволит создать условия для вытеснения из автомобильного парка экологически опасных автотранспортных средств и снизить загрязнение атмосферного воздуха вблизи транспортных сооружений.

Градостроительные мероприятия

Для защиты атмосферного воздуха от загрязнений выбросами автомобильного транспорта большое значение имеют градостроительные мероприятия, направленные на снижение концентрации выхлопных газов в зоне пребывания человека.

Так, к мероприятиям по снижению концентрации загрязнений на пути их распространения относятся:

- удаление жилых зданий от автомагистралей;
- рациональное расположение домов и спальных комнат в квартирах;
- применение перекрытий, стен и окон с высокой герметичностью;
- развитие транспортной сети объездных дорог;
- строительство улиц, дублирующих магистрали;
- организация пересечений улиц в разных уровнях;
- организация проездов вне жилых территорий;

– применение зеленых насаждений.

Необходимы специальные приемы застройки и озеленения автомагистралей, размещение застройки по принципу зонирования: в первом от магистрали эшелоне застройки размещаются здания пониженной этажности, затем дома повышенной этажности и в глубине застройки – детские и лечебно-оздоровительные учреждения.

Тротуары, жилые, торговые и общественные здания изолируются от проезжей части улиц с напряженным движением многорядными древесно-кустарниковыми посадками – по три–четыре ряда и более. Известно, что запыленность воздуха в зеленых насаждениях в 2–3 раза меньше, чем на открытых территориях. Древесные и травянистые растения улавливают до 50 % пыли летом и до 37 % зимой. Хвойные породы, вследствие увеличенной адсорбции, осаждают пыли в 1,5 раза больше на единицу массы листа по сравнению с лиственными.

Отсутствие ухоженного газона под деревьями снижает осаждение пыли зелеными насаждениями, уменьшая их пылезащитную функцию в несколько раз. Поэтому, для удержания осевшей пыли, почва должна быть покрыта дерном или подстриженным газоном.

Газозащитные зеленые насаждения могут быть использованы в сочетании с земляными валами и защитными экранами.

Большое значение имеет сооружение транспортных развязок на разных уровнях, магистралей–дублеров, кольцевых дорог, использование подземного пространства для размещения автостоянок и гаражей.

Так как наибольший выброс продуктов неполного сгорания бензина происходит при задержках машин у светофоров, при стоянке с невыключенным мотором в ожидании зеленого света, при трогании с места и форсировании работы мотора, то необходимо устранить препятствия на пути свободного движения потока автомашин. Для этого нужны специальные автомобильные магистрали, не пересекающиеся с другими магистралями на одном уровне и движением машин или пешеходов. Необходимы переходы для пешеходов на всех пунктах скопления машин, а также эс-

такады или тоннели для разгрузки больших перекрывающихся потоков транспорта.

Организация движения городского транспорта

Любые вопросы организации движения надо рассматривать с точки зрения не только обеспечения безопасности, но и уменьшения токсичности выхлопных газов. Так, предельная скорость движения в городе установлена 60 км/ч. Именно на эту скорость у легковых автомобилей приходится минимум вредных выбросов. При резком увеличении или уменьшении скорости движения выброс возрастает более чем вдвое.

Должна проводиться большая работа по улучшению организации и безопасности движения транспорта. Возрастает роль техники регулирования. На улицах наших городов можно увидеть принципиально новые системы регулирования движения. Примером может служить «Бегущая волна». Она обеспечивает плавность автомобильного потока: по резервной полосе автомагистрали прокладывается гирлянда разноцветных ламп; по ним как бы двигаются светящиеся линии зеленого и красного цвета. Скорость перемещения того или иного света соответствует режиму движения транспорта. В этой ситуации «зеленый луч» становится своего рода пеленгом для водителей. Они получают возможность решать, какую скорость следует выбрать в данной ситуации. Вереница автомобилей растягивается по всей длине зеленого сигнала, и вероятность столкновения между соседними автомобилями уменьшается.

В Москве используется электронный регулировщик движения транспорта – телеавтоматическая система «Старт», предназначенная для автоматизированного управления движением транспортных потоков по всей улично-дорожной сети города.

Система позволяет из единого центра определять скорость движения транспорта на основных магистралях, места заторов и пробок, регулировать режим работы светофоров, оперативно осуществлять диспетчерское управление движением транспорта в экстремальных ситуациях, управлять движением в тоннелях, информировать участников движения с помощью динамических

электронных табло и управляемых дорожных знаков о дорожно-транспортной ситуации. Переключение программ координации осуществляется по расписанию (по времени суток и дням недели с учетом сезона), либо адаптивно (по параметрам транспортных потоков).

Применение системы «Старт» позволяет сократить задержки транспорта у светофоров на 25 %, сэкономить горючего на 8–12 %, уменьшить количество дорожных происшествий.

Электрический транспорт

Оздоровлению атмосферы способствует расширение перевозок пассажиров с помощью электрического транспорта (как наземного, так и подземного). Электрический транспорт избавляет население от лишнего шума и выхлопных газов.

На периферии города целесообразно использование скоростных трамваев над обособленным полотном, пересекающимся с городскими магистралями на разных уровнях. Это позволит увеличить скорость трамвая до 32 км/ч (вместо 16–20 км/ч обычной скорости наземного городского транспорта). Трамвай – вполне современный, удобный и экономичный транспорт. Сооружение 1 км пути современного скоростного трамвая обходится в 8–12 раз дешевле 1 км линии метро. Трамвай имеет самый низкий удельный расход энергии. В ряде случаев, особенно при спаде пассажиропотока, скоростной трамвай, имеющий обособленное полотно для движения, может успешно конкурировать с метрополитеном.

Особенно выгодно применение наземного электрического транспорта в курортных зонах. В таких случаях, например, троллейбус может работать и в междугороднем сообщении: длина троллейбусных линий Симферополь–Ялта и Симферополь–Алушта более 100 км.

Добавление к топливу присадок

Добавлением к топливу присадок можно изменить ход реакций окисления углеводородов в сторону уменьшения образования

некоторых токсичных компонентов: оксида углерода, углеводородов, альдегидов, сажи и др. В России и за рубежом предложен ряд присадок. Для карбюраторных двигателей самыми эффективными оказались смеси различных спиртов. Добавление их к бензину ведет к заметному снижению в выхлопных газах оксида углерода.

Разработано большое число присадок к дизельному топливу, снижающих содержание в выхлопных газах дизелей сажи. Наиболее эффективными оказались барийсодержащие присадки.

Перспективно использование присадок на основе ферроце-нов. Присадки этого типа сочетаемы с каталитическими дожига-телями и используются в производстве бензинов.

Сжатый и сжиженный газ – топливо для автомобилей

В качестве автомобильного горючего используют два вида газового топлива: сжиженный нефтяной, или углеводородный, и сжатый компримированный газ.

Сжиженный газ, используемый как автомобильное топливо, в основном состоит из пропана, бутана, получаемых при добыче природного газа и нефти, и (около 1 %) непредельных углеводородов.

Сжатый газ – это, в основном, метан, сохраняющий свое газообразное состояние почти при любой температуре и при повышенном давлении.

В выхлопе автомобилей, работающих на газе, содержится в три–четыре раза меньше оксида углерода, чем в выхлопе бензиновых двигателей. Газ сгорает почти полностью. В Российской Федерации существуют действующие и создаются новые автомобильные газозаправочные станции (АГНСК), предназначенные для заправки автомобилей сжатым газом. АГНСК рассчитана на 500 заправок в сутки при трехсменной работе в объеме заправки 100 м^3 . Время заправки 10–12 мин.

Как показал отечественный и зарубежный опыт, природный газ является весьма экономичным горючем для автомобильных двигателей: 1 м^3 газа сберегает как минимум 1 л бензина. Ресурсы мотора увеличиваются в 1,5 раза; периодичность смены масла – в

2,5 раза. Во столько же снижаются затраты на топливо и себестоимость перевозок. Резко снижаются выбросы в атмосферу продуктов сгорания. Максимальная скорость автомобиля без прицепа при работе на природном газе – 95 км/ч. Контрольный расход газа при скорости 60 км/ч 40 м^3 на 100 км пути.

Температура кипения сжиженного газа – 160°C . Во избежание испарения топливо помещают в криогенный бокс; 60 л сжиженного природного газа обеспечивают автопробег в 300 км. Газ легко смешивается с воздухом и образует идеальную «пищу» для мотора. Газовое топливо увеличивает срок службы двигателя примерно на треть.

Перевод автомобиля на газовое топливо не требует конструктивной переделки двигателя: достаточно установить газобаллонное оборудование. Межремонтный пробег газового двигателя более продолжительный по сравнению с бензиновым, на газовом двигателе увеличивается срок службы свечей зажигания. Применение газового топлива заметно снижает суммарную токсичность отработавших газов.

По данным «ВНИИГАЗ», в России возможен перевод на природный газ не менее 30 % грузовых автомобилей, 60–70 % автобусов и 10–15 % легковых автомобилей.

Помимо газа могут использоваться и другие виды топлива: спирт, биотопливо. В качестве автономного топлива этанол по некоторым параметрам превосходит бензин. В нем меньше примесей, а октановое число достигает 125 единиц. Поэтому этанол иногда используют как высокооктановую добавку. Однако теплотворная способность этанола существенно ниже «бензиновой» – отсюда и более высокий расход топлива.

В настоящее время возможности сельского хозяйства Европы способны обеспечить биотопливом от 50 до 80 % всех легковых автомобилей. При сгорании топлива в атмосферу возвращается только тот углекислый газ, который был поглощен растениями при росте.

Биодизельное топливо (биодизель) – относительно новый вид экологически чистого топлива. Производится биодизель из растительного масла и является возобновляемым источником энергии. Биодизель может использоваться в обычных двигателях

внутреннего сгорания без изменения их конструкции. Возможно применение биодизеля как самостоятельного вида топлива, так и в смеси с обычным дизельным топливом.

Нейтрализаторы выхлопных газов

Отработанные газы автомашин можно обезвреживать с помощью специальных устройств в системе выпуска двигателя автомобиля, называемых нейтрализаторами. Устройство для обезвреживания отработанных газов методом каталитического воздействия получило название каталитического нейтрализатора. Пламенный нейтрализатор – устройство для обезвреживания отработанных газов двигателя автомобиля дожиганием в открытом пламени. Термический нейтрализатор – термоаккумулирующее устройство для нейтрализации отработанных газов автомобиля методом беспламенного окисления. Жидкостный нейтрализатор – устройство для обезвреживания отработанных газов автомобиля с помощью химического связывания жидкими реагентами.

В настоящее время наибольшее распространение получили каталитические нейтрализаторы, в которых используются платина, палладий. Эти металлы позволяют существенно снизить порог энергии, при котором начинаются окислительно-восстановительные реакции. Проходя через поры нейтрализатора, СО превращается в малотоксичный CO_2 , а оксиды азота восстанавливаются до безвредного N_2 .

В нашей стране в 1979 г. на городские трассы вышли первые «Волги», оборудованные необычной «ловушкой для дыма» – каталитическими нейтрализаторами, которые резко снижают токсичность выхлопных газов автомобиля. Эффект от использования нейтрализаторов внушительный: при оптимальном режиме выброс в атмосферу оксида углерода уменьшается на 70–80 %, а углеводородов – на 50–70 %.

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания

Чтобы уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу, ученые многих стран стремятся улучшить конструкции суще-

ствующих двигателей серийного производства. Так, в 1959 году в США запатентован карбюратор с отдельным смешиванием, конструкция которого позволяет кроме обычной смеси получать обогащенную смесь. Эта смесь подается в специальную предкамеру со свечой зажигания. В двигателе, оборудованном таким карбюратором происходит полное сгорание рабочей смеси, что обеспечивает минимальное содержание в отработанных газах оксида углерода и углеводородов. Поскольку средняя температура в камере сгорания понижается, резко уменьшается и выброс оксидов азота.

В 1979 года все автомобили, сходящие с «ВАЗ»а (Волжский автозавод), начали оснащать карбюраторами «Озон», которые обеспечивали нормы токсичности выхлопных газов. На базе «Озона» были созданы экономичные карбюраторы для «Москвичей», «ГАЗ»ов, «УАЗ»ов. На производственном объединении ГАЗ разработана новая система воспламенения рабочей смеси. Эта система – форкамерное зажигание – разработана отечественными специалистами, а способ зажигания называется процессом лавинной активации горения. В основную камеру сгорания бензино-воздушной смеси выбрасывается из вспомогательной форкамеры факел химически активных продуктов неполного сгорания этой смеси. Форкамерный двигатель благодаря большой мощности обеспечивает высокую экономичность в потреблении топлива и исключительно низкую токсичность отработанных газов. В настоящее время, все автомобили, сходящие с конвейеров ОАО «АВТОВАЗ»а, оснащаются системой электронного впрыскивания топлива, которая совместно с каталитическим нейтрализатором позволяет обеспечить соблюдение норм.

3. Порядок выполнения работы

Студенты определяют число единиц автотранспорта (по типам), проходящего на заданном участке автомагистрали за один час. Для этого на заданном участке автомагистрали в течение 20 мин фиксируются все проехавшие автомашины. Результаты подсчетов записываются в табл. 2.

Для аудиторного занятия данные приведены в табл. 10.

Таблица 2

№ п/п	Тип автомобиля	Интенсивность движения, авт.	
		За 20 мин	За 1 ч
1	Легковые автомобили		
2	Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 т)		
3	Грузовые автомобили карбюраторные (6 т и более), например, ЗИЛ–130 и др.		
4	Грузовые автомобили дизельные		
5	Автобусы карбюраторные		
6	Автобусы дизельные		

Затем с использованием полученных данных выполняются расчеты загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ с отработанными автомобильными газами.

4. Методика расчета загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом

Методика расчета основана на поэтапном определении эмиссии (выбросов) токсичных веществ (оксида углерода – CO , углеводородов – C_nH_m , оксидов азота – NO_x) с отработавшими газами автомобильного транспорта, концентрации загрязнения воздуха этими веществами на различном удалении от дороги и сравнении полученных данных с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) данных веществ в воздушной среде.

При расчете выбросов учитываются различные типы автотранспортных средств и конкретные дорожные условия.

В качестве расчетной принимается интенсивность движения различных типов автомобилей в смешанном потоке, которая определяется студентом или группой студентов на заданном участке автомагистрали.

Мощность эмиссии CO , C_nH_m , NO_x в отработавших газах отдельно для каждого газообразного вещества определяется по формуле:

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot \left[\left(\sum_i G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k \right) + \left(\sum_i G_{id} \cdot N_{id} \cdot K_d \right) \right], \quad (1)$$

где q – мощность эмиссии данного вида загрязнений от транспортного потока на конкретном участке дороги, г/м·с; $2,06 \cdot 10^{-4}$ – коэффициент перехода к принятым единицам измерения; m – коэффициент, учитывающий дорожные и автотранспортные условия, принимается по графику (рис. 1) в зависимости от средней скорости транспортного потока, G_{ik} – средний эксплуатационный расход топлива для данного типа (марки) карбюраторных автомобилей, л/км; для оценочных расчетов может быть принят по средним эксплуатационным нормам с учетом условий движения, которые приведены в табл. 3; G_{id} – то же, для дизельных автомобилей, л/км; N_{ik} – интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./час (табл. 2); N_{id} – то же, для дизельных автомобилей, авт./час; K_k и K_d – коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей соответственно по табл. 4.

Таблица 3

Средние эксплуатационные нормы расхода топлива на 1 км
пути в литрах

Тип автомобиля	Средний эксплуатационный расход топлива, л/км
Легковые автомобили	0,11
Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 т)	0,16
Грузовые автомобили карбюраторные (6 т и более), например ЗИЛ–130 и др.	0,33
Грузовые автомобили дизельные	0,34
Автобусы карбюраторные	0,37
Автобусы дизельные	0,28

При расчете рассеяния выбросов от автотранспорта и определения концентрации токсичных веществ на различном удалении от дороги используется модель Гауссового распределения примесей в атмосфере на небольших высотах.

Концентрация загрязнений атмосферного воздуха окисью углерода, углеводородами, окислами азота вдоль автомобильной дороги определяется по формуле:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} + F, \quad (2)$$

где C – концентрация данного вида загрязнения в воздухе, г/м^3 ;
 σ – стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, м; принимается по табл. 5; V – скорость ветра, преобладающего в расчетный месяц летнего периода, м/с;
 φ – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги. При угле от 90° до 30° скорость ветра следует умножать на синус угла, при угле менее 30° – коэффициент 0,5; F – фоновая концентрация загрязнения воздуха, г/м^3 .

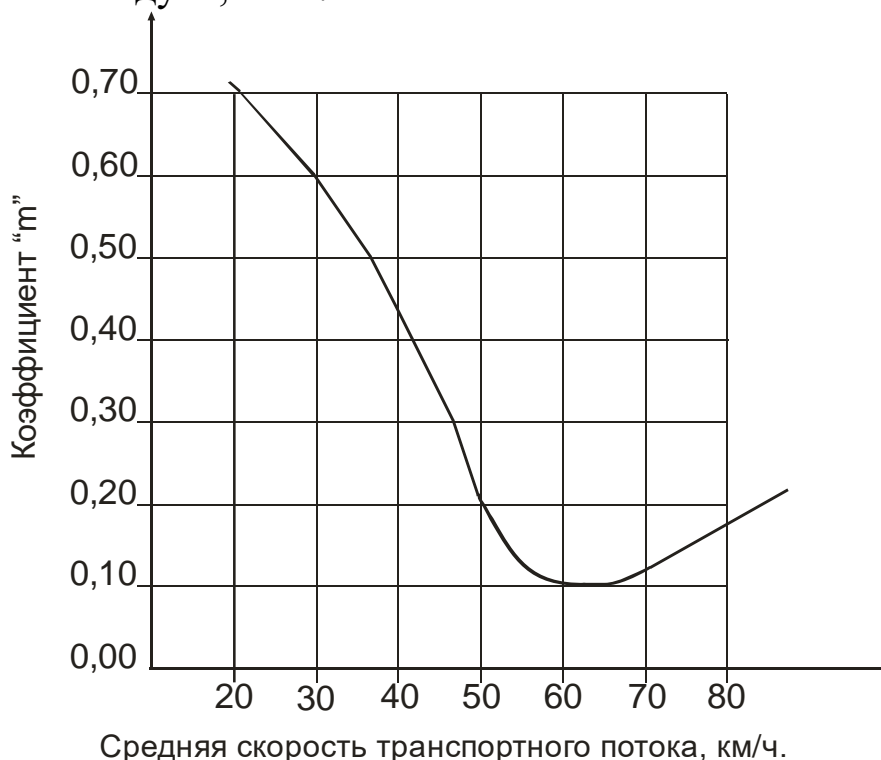


Рис. 1. Зависимость величины коэффициента «m», учитывающего дорожные и автотранспортные условия движения, от средней скорости транспортного потока

Таблица 4

Значения коэффициентов K_k и K_d

Вид выбросов	Тип двигателя	
	карбюраторный	дизельный
Оксид углерода (CO)	0,6	0,14
Углеводороды (C _n H _m)	0,12	0,037
Оксиды азота (NO _x)	0,06	0,015

Таблица 5

Значения стандартного Гауссового отклонения
при удалении от кромки проезжей части

Приходящая солнечная радиация	Значения стандартного Гауссового отклонения σ при удалении от кромки проезжей части, в метрах								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильная	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабая	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Примечание: Сильная солнечная радиация соответствует ясной солнечной погоде, слабая – пасмурной (в т. ч. дождливой). Величина должна приниматься в расчетный период наибольшей интенсивности движения (летний период). Уровень солнечной радиации принимается в зависимости от того, какая погода превалирует в расчетный месяц.

Результаты расчета по формуле (2) сопоставляются с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), установленными органами Министерства здравоохранения с учетом класса опасности для токсичных составляющих отработавших газов тепловых двигателей в воздухе населенных мест; они приведены в табл. 6.

По полученным результатам строится график загрязнения отработавшими газами придорожной зоны. Пример графика приведен на рис. 2.

Выбор защитных мероприятий следует осуществлять на основе сравнения следующих основных вариантов:

- изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока;
- ограничение движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени;

- усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению воздушной среды, в целях минимизации токсичных выбросов;
- устройство защитных сооружений.

Таблица 6

Предельно допустимая концентрация токсичных составляющих отработавших газов в воздухе населенных мест, мг/м^3

Вид вещества	Класс опасности	Среднесуточные предельно допустимые концентрации, мг/м^3
Оксид углерода (CO)	4	3,0
Углеводороды (C_nH_m)	3	1,5
Оксиды азота (NO_x)	2	0,04

Для уменьшения ширины распространения загрязнения следует предусматривать защитные зеленые насаждения, экраны, защитные валы, прокладку автомобильной дороги в выемке. Снижение концентрации загрязнений защитными сооружениями в процентах к величине концентрации приведено в табл. 7.

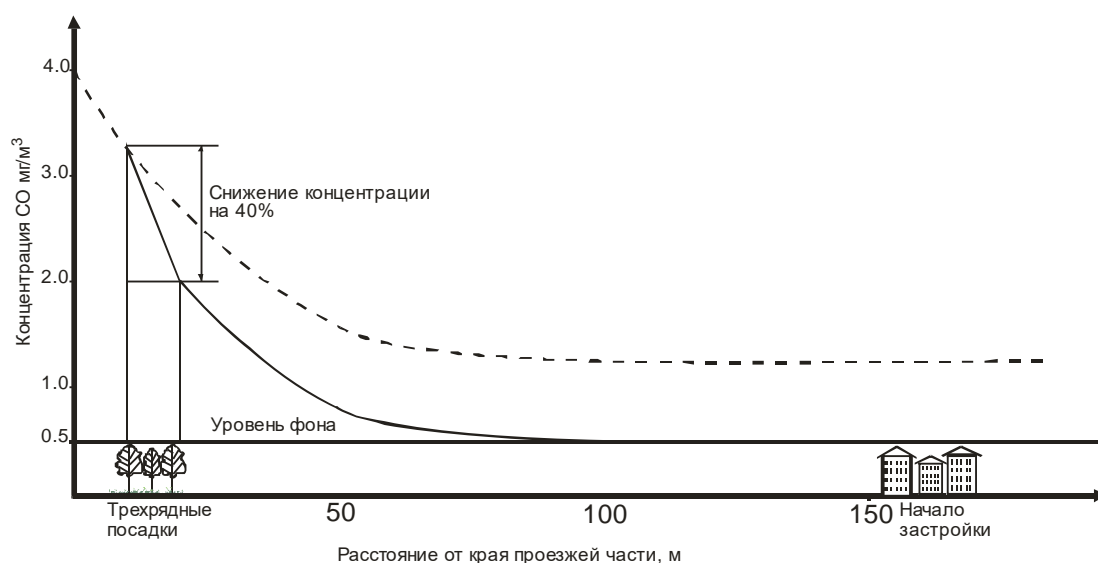


Рис. 2. Снижение концентрации CO за счет устройства трехрядных посадок деревьев

Таблица 7

**Снижение концентрации загрязнений различными типами
защитных сооружений и зеленых насаждений**

Мероприятие	Снижение концентрации, %
1. Один ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5 м на полосе газона 3–4 м	10
2. Два ряда деревьев без кустарника на газоне 8–10 м	15
3. Два ряда деревьев с кустарником на газоне 10–12 м	30
4. Три ряда деревьев с двумя рядами кустарника на полосе газона 15–20 м	40
5. Четыре ряда деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе газона 25–30 м	50
6. Сплошные экраны, стены зданий высотой более 5 м от уровня проезжей части	70
7. Земляные насыпи, откосы при проложении дороги в выемке при разности отметок от 2 до 3 м	50
8. То же, 3–5 м	60
9. То же, более 5 м	70

**5. Пример расчета загрязнения атмосферного воздуха
автомобильным транспортом**

Задача: Определить концентрацию загрязнения атмосферного воздуха CO , C_nH_m , NO_x на различном расстоянии от автомобильной дороги на расчетном поперечнике.

Исходные данные:

Автомобильная дорога III категории;

Интенсивность движения – $N=190$ авт./ч

Данные по составу транспортного потока представлены в табл. 8. Средняя скорость потока движения – 60 км/ч, т. е. по рис. 1 $m = 0,10$.

Скорость господствующего ветра – 3 м/с.

Угол направления ветра к оси трассы – 30° .

Автомобильная дорога на рассматриваемом участке проходит в границах населенного пункта; застройка находится на расстоянии 20 м от кромки проезжей части дороги.

Данные по фоновой концентрации отсутствуют.

Таблица 8

Состав транспортного потока

Тип автомобилей	Содержание в потоке, %	Интенсивность, авт./час	Средний эксплуатационный расход топлива, л/км
Легковые	40	75	0,11
Малые грузовые карбюраторные	5	10	0,16
Грузовые карбюраторные	30	60	0,33
Грузовые дизельные	20	35	0,34
Автобусы карбюраторные	5	10	0,37

Решение:

1. По формуле (1) определяется удельная эмиссия загрязняющих веществ по компонентам:

Для оксида углерода:

$$q_{CO} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot (0,11 \cdot 75 \cdot 0,6 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,6 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,6 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,14 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,6) = 0,0004 \text{ г/м} \cdot \text{с}$$

Для углеводородов:

$$q_{C_nH_m} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot (0,11 \cdot 75 \cdot 0,12 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,12 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,12 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,037 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,12) = 0,00009 \text{ г/м} \cdot \text{с}$$

Для оксидов азота:

$$q_{NO_x} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot (0,11 \cdot 75 \cdot 0,06 + 0,16 \cdot 10 \cdot 0,06 + 0,33 \cdot 60 \cdot 0,06 + 0,34 \cdot 35 \cdot 0,015 + 0,37 \cdot 10 \cdot 0,06) = 0,0000448 \text{ г/м} \cdot \text{с}$$

2. По формуле (2) определяется концентрация загрязнений атмосферного воздуха различными компонентами в зависимости от расстояния от дороги. На расстоянии 20 м от кромки проезжей части, где в данном примере принята граница застройки, концентрация загрязнения составит:

Для оксида углерода:

$$C_{CO}^{20} = \frac{2 \cdot 0,0004}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,0008}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00011 \text{ г/м}^3 \text{ или}$$

0,11 мг/м³;

Для углеводородов:

$$C_{C_nH_m}^{20} = \frac{2 \cdot 0,00009}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,00018}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,000024 \text{ г/м}^3 \text{ или}$$

0,024 мг/м³;

Для оксидов азота:

$$C_{NO_x}^{20} = \frac{2 \cdot 0,0000448}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,0000896}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00001119 \text{ г/м}^3$$

или 0,011 мг/м³.

Аналогично определяется концентрация и для других расстояний. Результаты расчетов приводятся в табл. 9.

Таблица 9

Зависимость концентрации загрязнений от расстояния
от проезжей части

Вид выбросов	Концентрация загрязнений в атмосфере на расстоянии в метрах от кромки проезжей части дороги, мг/м ³					
	20	40	60	80	100	150
Оксид углерода (CO)	0,11	0,055	0,037	0,0275	0,022	0,016
Углеводороды (C _n H _m)	0,024	0,012	0,008	0,006	0,0048	0,0034
Оксиды азота (NO _x)	0,011	0,006	0,004	0,003	0,0022	0,0016

По результатам расчетов строится график распространения загрязнений в зависимости от расстояния от дороги.

Вывод по результатам расчетов: результаты расчетов показывают, что величина транспортного воздействия на атмосферный воздух не превышает предельно допустимых концентраций, приведенных в табл. 7.

6. Требования к отчету

Результаты практической работы должны быть оформлены в виде отчета, в котором должны быть изложены:

- наименование работы;
- цель работы;
- название улицы, на которой находится изучаемая автомобильная трасса;
- результаты наблюдений и расчетов;
- график распространения загрязнений в зависимости от расстояния от дороги.
- вывод об экологической обстановке в районе исследованного участка автомобильной трассы.

7. Контрольные вопросы

1. Приведите примеры передвижных источников вредных выбросов в атмосферу.

2. Какие вредные вещества содержатся в выхлопных газах автомобильного транспорта?

3. В какие периоды движения автомобиля в его выхлопных газах содержится наибольшее и наименьшее количество вредных примесей?

4. Дайте понятие токсичности выбросов автомобильного транспорта.

5. Назовите мероприятия, внедрение которых приводит к уменьшению вреда, наносимого атмосфере автомобильным транспортом.

6. В чем сущность градостроительных мероприятий, направленных на защиту атмосферного воздуха от вредных выбросов автомобильного транспорта?

7. Роль организации движения городского транспорта в защите атмосферного воздуха от вредных выбросов автомобильного транспорта.

8. Почему электрический транспорт меньше загрязняет атмосферный воздух, чем автотранспорт, работающий на бензине или на солярке?

9. Почему устанавливаются нормы на содержание вредных веществ в отработанных газах автомобилей и двигателей?

10. Каким образом присадки к бензину способствуют снижению токсичности отработанных газов автомобилей и двигателей?

11. Какие виды нейтрализаторов выхлопных газов Вы знаете?

12. В чем преимущества использования сжатого и сжиженного газа в качестве топлива для автомобилей по сравнению с бензином?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОЦЕНКА АВТОТРАНСПОРТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АКУСТИЧЕСКУЮ СРЕДУ ГОРОДА

1. Цель и содержание работы

Цель работы – ознакомить студентов с расчетом шумового воздействия автотранспорта на городскую среду и с методами защиты от шума.

В настоящее время население городов находится в условиях постоянного акустического дискомфорта как на производстве и в транспорте, так и в быту. Поэтому стали актуальными вопросы разработки методов снижения шумового воздействия различных техногенных источников на окружающую среду городских территорий.

По нижеприведенной методике студенты определяют уровень шума вблизи автодорог города.

2. Теоретические положения

2.1. Источники шума в городе.

Воздействие шума на организм человека

Источники шума в городах разнообразны. Причиной шума в городах могут служить предприятия машиностроения, легкой и строительной промышленности, основным же источником шума является транспорт. Его доля составляет 70–80 % от общего фо-

нового шума, передающегося через атмосферу.

На крупных транспортных магистралях уровень шума составляет 85–92 дБ с максимумом звукового давления в диапазоне частот 400–800 Гц.

Шумовые характеристики транспортных потоков в первую очередь определяются назначением улицы.

Наибольшие уровни шума отмечаются на магистральных улицах городов. Средняя интенсивность движения достигает 2000–3000 транспортных единиц в час и больше, а максимальные уровни шума – 90–95 дБ.

Уровень уличных шумов определяется интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока. Кроме того, уровень уличных шумов зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зеленых насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума до 10 дБ.

В промышленном городе обычен высокий процент грузового транспорта на магистралях. Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к росту уровней шума. В целом грузовые и легковые автомобили создают на территории городов тяжелый шумовой режим. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и вглубь жилой застройки.

В табл. 1 приводится шкала оценки шумового загрязнения городских земель.

Таблица 1

Шкала оценки процесса шумового загрязнения
городских земель

Уровень шума, дБ	Степень шумового загрязнения
≤34	зашумление комфортное
35–50	нормальное
51–60	среднее
61–70	сильное
>70	чрезвычайное

За точку отсчета наличия процесса зашумления принято критическое значение уровня звука в помещениях выше 24 дБ, а на территории города – выше 34 дБ. Жилые помещения, уровень звука в которых превышает 70 дБ в дневное время и 55 дБ – в ночное, считаются аварийными, а их эксплуатация – недопустимой.

Интенсивный шум создает железнодорожный транспорт. Даже на расстоянии 200 м от железнодорожной линии его уровень составляет примерно 60 дБ. Повышение скорости движения поездов также приводит к значительному росту уровня шума в жилых зонах; расположенных вдоль железнодорожных путей или близ сортировочных станций. Максимальный уровень звукового давления на расстоянии 7,5 м от движущегося электропоезда достигает 93 дБ, от пассажирского – 91, от товарного состава – 92 дБ. При скорости 35 км/ч электропоезд создает шум в 82 дБ; 43 км/ч – 84; при 55 км/ч уровень звука увеличивается до 89 дБ.

Основной источник железнодорожного шума – удары вагонов при движении на стыках и неровностях рельсов.

Движение тепловозов, товарных составов, диспетчерская связь, сигналы локомотивов также могут быть причиной нарушения акустического режима на территории жилых кварталов.

Из всех видов городского транспорта наиболее шумный трамвай. Стальные колеса трамвая при движении по рельсам создают уровень шума на 10 дБ выше, чем колеса автомобиля при соприкосновении с асфальтом. Трамвай создает шумовые нагрузки при работе двигателя, открывании дверей, подаче звуковых сигналов. Высокий уровень шума от движения трамвая – одна из основных причин сокращения трамвайных линий в городах.

Мощными источниками шума, с которыми связано акустическое загрязнение среды на большой территории, являются аэропорты. Особенно интенсивный шум создается самолетами при взлете. Так, например, уровень шума на расстоянии 1 км от взлетной полосы при взлете самолета АН-24 достигает 107–110 дБ.

Уровень шума в городах за счет роста населения, увеличения скоростей и интенсивности движения транспортных средств возрастает примерно на 0,5–1 дБ в год, а в некоторых крупных

городах рост акустической нагрузки достигает 2 дБ в год.

Жилые помещения, особенно расположенные в многоэтажных домах, имеют большое число «внутренних» источников шума: работающие лифты, вентиляторы, насосы, телевизоры, магнитофоны могут создавать шум интенсивностью от 70 до 95 дБ. Громкий разговор по телефону является источником акустического воздействия интенсивностью до 70 дБ.

Сильный шум отрицательно воздействует на органы слуха человека. В первую очередь ухудшается восприятие высоких звуков, а затем и низких. Постоянное его воздействие снижает трудоспособность, может стать причиной неврозов и многих других заболеваний. Наиболее чувствительны к воздействию шума люди старших возрастов. Если в возрасте до 27 лет на шум реагируют примерно 46 % людей, то в возрасте от 58 лет и старше – 72 %. Более восприимчивы люди к акустическому воздействию в ночные часы.

В табл. 2 показано распределение основных видов городского шума по создаваемым уровням звука (в дБА), а также (в процентном соотношении) по количеству поступающих от городского населения жалоб на шум.

Вопреки бытующему мнению привыкания человека к шуму нет. Вегетативная нервная система человека на любой шум реагирует отрицательно. Медики установили, что физиолого-биохимическая адаптация человека к шуму невозможна. Особенно тяжело переносятся внезапные звуки высокой частоты.

Таблица 2

Источники городского шума

Вид шума	Уровень звука, дБА	Жалобы населения на шум, %
Бытовой	75–85	12–22
Производственный	75–80	8–12
Транспортный	85–100	66–80

Акустическое загрязнение окружающей среды влияет на человека не меньше, чем разрушенный озоновый слой или кислотные дожди. Длительное шумовое воздействие рассматривается

как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость. Так, изменения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина в крови встречаются чаще у лиц, проживающих в шумных районах.

Величины эквивалентного уровня шума $L_{экв}$, воздействующего на человека, от различных техногенных источников не должны превышать для конкретных условий предельных величин, установленных санитарными нормами (табл. 13).

Шум свыше 80 дБА вреден для человеческого организма, а при его уровне выше 90 дБА возможна частичная потеря слуха. Болевой порог лежит в пределах 120–130 дБА.

Производственный шум оказывает влияние на человека во время его нахождения на рабочем месте.

В административных помещениях и учреждениях интенсивность шума достигает 40–60 дБА, работа оборудования в производственных помещениях сопровождается шумом до 70–80 дБА. Наибольшую акустическую нагрузку испытывают рабочие цехов различных заводов и ремонтных предприятий города. Например, в кузнечных цехах молоты, а также механические процессы являются источниками импульсного ударного шума с уровнем звукового давления до 130 дБА, в механических цехах работа металлорежущего оборудования производит шум 85–100 дБА (в отдельных случаях 105–114 дБА), клепальные работы создают шум с уровнем 115 дБА, шлифовальные и сверлильные – 88–118 дБА.

Шумовое воздействие на акустическую среду в городах практически всегда имеет локальный характер и преимущественно вызывается транспортными средствами (до 80 % шума), при этом автомобильный транспорт оказывает наиболее неблагоприятное воздействие, так как автомобили являются преобладающими источниками интенсивного и длительного шума, к тому же распространены по всей территории города.

В табл. 3 продемонстрированы источники транспортного шума, имеющиеся в городе с указанием создаваемых при их эксплуатации уровней звука (в дБА).

Транспортный шум имеет наибольшие негативные последствия для населения, чем производственный или бытовой, так как сфера его действия значительно шире, а физические параметры, характеризующие влияние шума на организм человека, несравненно выше.

Возникающий при движении транспортных средств шум ухудшает качество среды обитания человека и животных на прилегающих к дороге территориях. Шум действует на нервную систему человека, снижает трудоспособность, уменьшает сопротивляемость сердечно-сосудистым заболеваниям.

Таблица 3

Источники транспортного шума и характеристики их уровней

Источники шума	Уровень шума, дБ
Ж/д состав	80–100
Трамвай	75–96
Троллейбус	71–84
Легковой автомобиль	60–75
Автобус	80–95
Грузовой автомобиль малой мощности	75–79
Грузовой автомобиль большой мощности	80–87
Мотоцикл	80–100

В условиях интенсивной автомобилизации образование зон акустического дискомфорта в городах определяется в основном транспортными средствами, движущимися по автодорогам. Проблема транспортного шума приобретает социальное значение, становясь при этом одной из важнейших проблем эксплуатации автодорог и организации дорожного движения. Шумовое воздействие, которое испытывает население в зоне влияния автодорог, является практически постоянным и не может регулироваться самими людьми без проведения кардинальных планировочных мероприятий (например, замены окон с простыми стеклами на шумозащитные).

Шумовое воздействие автотранспорта испытывают люди, находящиеся (в том числе проживающее) в зоне влияния автодо-

рог и находящиеся непосредственно в транспортном средстве (водители и пассажиры). Требования к шумовым характеристикам автомобилей непрерывно ужесточаются и сейчас во многих странах введены нормы, ограничивающие шум автотранспортных средств. Так, в странах Западной Европы введены ограничения по шуму – правило № 51, которое не входит в «Евро», а является отдельным ограничением.

В табл. 4 и 5 представлены действующие в России допустимые уровни внутреннего и внешнего шума, которые не должны превышать более чем на 1 дБА уровень базовых моделей автомобилей, предназначенных для эксплуатации на общей сети автодорог.

Внутренний шум определяется в точках, расположенных в кабине или салоне автомобиля, внешний – в точках, находящихся вне транспортного средства ГОСТ 27435–87 «Внутренний шум автотранспортных средств», ГОСТ 27436–87 «Внешний шум автотранспортных средств».

Как видно из таблиц, шумовое воздействие, оказываемое даже базовыми АТС, приближено к уровню, вредному для организма человека (более 80 дБА), тем более этот факт приобретает особое значение, если учесть, что транспортные потоки создают постоянную шумовую нагрузку на акустическую среду в зоне влияния автодорог.

Таблица 4

Допустимые уровни внутреннего шума базовых моделей АТС

Тип автомобиля	Уровни шума АТС, производство которых начато, дБА	
	До 01.01.1991	С 01.01.1991
Легковые и грузопассажирские	80	78
Грузовые и автопоезда для международных перевозок	82	80
Остальные грузовые и автопоезда	84	82
Автобусы с передним расположением двигателя: – рабочее место водителя – пассажирское помещение	82	80

Тип автомобиля	Уровни шума АТС, производство которых начато, дБА	
	До 01.01.1991	С 01.01.1991
	81	80
Автобусы с другим расположением двигателя (кроме городского автобуса): – рабочее место водителя – пассажирское помещение	78 82	78 80

Таблица 5

Допустимые уровни внешнего шума базовых моделей АТС
и их модификаций

Тип автомобиля	Уровни шума, дБА
Легковые и пассажирские	77
Грузовые и автопоезда с полной массой свыше 3500 кг и с двигателем мощностью, кВт: – <75 – ≥75, но < 150 – ≥150	81 83 84
Автобусы и грузовые автомобили с полной массой, кг: – ≤2000 – >2000, но <3500	78 79

2.2. Оценка уровня шумового воздействия транспорта

Оценка уровня шумового воздействия транспорта на окружающую среду производится при наличии в зоне влияния дороги мест, чувствительных к шумовому воздействию, селитебных и промышленных территорий населенных пунктов, санитарно-курортных зон, территорий сельскохозяйственного назначения, заповедников, заказников.

Уровень звукового давления определяется по формуле

$$L_p = 10 \lg(P/P_0) \quad (1),$$

где L_p – уровень звукового давления в дБ; P – интенсивность действующего звука (шума), Вт/м²; P_0 – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте звука 1000 Гц, принимается равной 10^{-12} Вт/м².

Из формулы (1) видно, что увеличение интенсивности звука в 10 раз дает рост уровня звука на 10 дБ.

Величина эквивалентного уровня транспортного шума, образующегося на эксплуатируемой дороге, зависит от следующих факторов.

Транспортные факторы:

- количество транспортных средств (интенсивность движения);
- состав движения;
- эксплуатационное состояние транспортных средств;
- объем и характер груза;
- применение звуковых сигналов.

Дорожные факторы:

- плотность транспортного потока;
- продольный профиль (подъемы, спуски);
- наличие и тип пересечений и примыканий;
- вид покрытия, шероховатость;
- ровность покрытия;
- поперечный профиль, наличие насыпей и выемок;
- число полос движения;
- наличие разделительной полосы;
- наличие остановочных пунктов для транспорта.

Природно–климатические факторы:

- атмосферное давление;
- влажность воздуха;
- температура воздуха;
- скорость и направление ветра, турбулентность воздушных потоков;
- осадки.

Прогнозирование эквивалентного уровня транспортного шума на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения допускается проводить по приближенной формуле

$$L_{\text{трп}} = 50 + 8,8 \lg N + F \quad (2),$$

где $L_{\text{трп}}$ – уровень шума на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения, дБА, N – расчетная часовая интенсивность движения, авт./час, F – фоновый уровень шума, принимается по данным местных органов санитарно-эпидемиологического надзора.

Эквивалентный уровень шума в придорожной полосе определяется по формуле

$$L_{\text{экв}} = L_{\text{трп}} + \Delta L_v + \Delta L_i + \Delta L_d + \Delta L_k + \Delta L_{\text{диз}} - \Delta L_L \times K_p + F \quad (3),$$

где ΔL_v – поправка на скорость движения $L_{\text{трп}} + \Delta L_v$, определяется по табл. 6, ΔL_i – поправка на продольный уклон, принимается по табл. 7, ΔL_d – поправка на вид покрытия, принимается по табл. 8, ΔL_k – поправка на состав движения, принимается по табл. 9, $\Delta L_{\text{диз}}$ – поправка на количество дизельных автомобилей, принимается по табл. 10, ΔL_L – величина снижения уровня шума в зависимости от расстояния L в метрах от крайней полосы движения, определяется по табл. 11, K_p – коэффициент, учитывающий тип поверхности между дорогой и точкой измерения, принимается по табл. 12.

Таблица 6

Значения величины $L_{\text{трп}} + \Delta L_v$

Интенсивность движения N , авт./ч	Значения $L_{\text{трп}} + \Delta L_v$ в зависимости от скорости движения, дБА				
	30	40	50	60	70
50	63,5	65,0	66,5	68,0	69,5
100	66,5	68,0	69,5	71,0	72,5
230	69,5	71,0	72,5	74,0	75,5
500	72,5	74,0	75,5	77,0	78,5
880	75,5	76,0	77,5	79,0	80,5
1650	76,5	78,0	79,5	81,0	82,5
3000	78,5	80,0	81,5	83,0	84,5

Таблица 7

Значение поправок на продольный уклон – ΔL_i

Величина продольного уклона проезжей части, °	Величина поправки ΔL_i , дБА
До 20	0
40	+1
60	+2
80	+3
100	+4

Таблица 8

Значение поправок на вид покрытия – ΔL_d

Вид покрытия	Величина поправки – ΔL_d , дБА
Литой и песчаный асфальтобетон	0
Мелкозернистый асфальтобетон	–1,5
Черный щебень	+1,0
Цементобетон	+2,0
Мостовая	+6,0

Таблица 9

Величины поправок на состав движения – ΔL_k

Относительное количество грузовых автомобилей и автобусов (недизельных), %	5–20	20–35	35–50	50–60	65–85
Величина поправки ΔL_k , дБА	–2	–1	0	+1	+2

Таблица 10

Значение поправок на количество дизельных автомобилей –

 $\Delta L_{\text{диз}}$

Относительное число грузовых автомобилей и автобусов с дизельными двигателями, %	5–10	10–20	20–35
Величина поправки $\Delta L_{\text{диз}}$, дБА	+1	+2	+3

Таблица 11

Значение снижения уровня шума в зависимости
от расстояния от крайней полосы движения – ΔL_L

Расстояние L, м	Число полос движения				
	2	4		6	
		Ширина раздельной полосы, м			
		5	12	5	12
25	4,6	3,6	3,4	3,2	3,0
50	7,5	6,1	5,7	5,5	5,2
75	9,2	7,7	7,2	7,1	6,7
100	10,4	8,8	8,4	8,1	7,7
150	12,2	10,5	10,0	9,7	9,3
250	14,4	12,2	11,6	11,4	11,0
300	15,2	13,4	12,8	12,6	12,1
400	16,4	14,6	14,0	13,8	13,3
500	17,4	15,6	15,0	14,7	14,3
625	18,3	16,5	15,9	15,7	15,2
750	19,1	17,3	16,7	16,5	16,0
875	19,8	18,0	17,4	17,1	16,4
1000	20,4	18,5	18,2	17,7	17,2

Таблица 12

Коэффициенты, учитывающие тип поверхности
между дорогой и точкой замера K_p

Тип поверхности	K_p
Вспаханная	1,0
Асфальтобетон, цементобетон, лед	0,9
Зеленый газон	1,1
Снег рыхлый	1,25

Полученные величины эквивалентного шума $L_{\text{экв}}$ не должны превышать предельных величин, установленных санитарными нормами, приведенными в табл. 13.

Таблица 13

Предельно допустимые уровни шума

Характер территории	Предельно допустимые уровни шума, дБА	
	С 23 до 7 ч (ночь)	С 7 до 23 ч (день)
Селитебные зоны населенных мест	45	60
Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Санитарно-курортные зоны	30	40
Территории сельскохозяйственного назначения	45	50
Территории заповедников и заказников	До 30	До 35

Если установленные предельные значения превышены, следует применять мероприятия и сооружения защиты от шума. Рекомендуются следующие мероприятия:

- устройство древесно-кустарниковой полосы,
- устройство древесно-кустарниковой полосы,
- применение шумозащитных барьеров, валов,
- прокладка трассы дороги в выемке.
- перенос трассы дороги.

При применении шумозащитных мероприятий уровень шума в расчетной точке определяется по формуле

$$L = L_{\text{ЭКВ}} - \Delta L_{\text{В}} \quad (4),$$

где $L_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный уровень шума, определяемый по формуле (3); $\Delta L_{\text{В}}$ – величина снижения уровня шума различными типами зеленых насаждений, принимается по табл. 14.

Таблица 14

Величины снижения уровня шума различными типами
зеленых насаждений – ΔL_v

Состав посадок	Ширина посадок, м	Снижение уровня шума за по- лосой, дБ. Интенсивность движения, авт./ч			
		До 60	200	600	≥ 1200
3 ряда лиственных пород (клен, вяз, липа, тополь) с кустарником (спирея, жи- молость)	10	6	7	8	8
4 ряда лиственных пород (липа, клен, тополь, с ку- старником в виде 2х ярус- ной изгороди (акация, спи- рея, жимолость)	15	7	8	9	9
4 ряда хвойных пород (ель, лиственница) шахматной посадки с 2х ярусным ку- старником (терн, клен, жи- молость)	15	13	15	17	18
5 рядов лиственных пород	20	8	9	10	11
5 рядов хвойных пород	20	14	16	18	19
6 рядов лиственных пород	25	9	10	11	12

2.3. Способы защиты от шума

В настоящее время население городов находится в условиях постоянного акустического дискомфорта как на производстве и в транспорте, так и в быту. Поэтому стали актуальными вопросы разработки методов снижения шумового воздействия различных техногенных источников на окружающую среду городских территорий.

Для защиты людей от вредного влияния городского шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время действия и другие параметры.

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, действие которого в тече-

ние длительного времени не вызывает изменений во всем комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Снижение городского шума может быть достигнуто, в первую очередь, за счет уменьшения шумности транспортных средств.

Практикуется два метода ослабления шумового воздействия на среду обитания:

а) снижение скорости движения транспортных средств, улучшение регулировки уличного потока, запрещение движения для отдельных видов автомобилей по определенным трассам и в определенное время суток, улучшение звукоизоляции зданий и сооружение против шумовых экранов вдоль скоростных авто-трасс;

б) совершенствование ходовой и моторной частей транспортных средств.

Меры по защите от акустического загрязнения среды и вибрации могут быть подразделены на те, которые связаны со снижением шума в самом источнике, и те, которые обеспечиваются использованием определенных архитектурно–планировочных решений и специальных звукопоглощающих материалов при строительстве.

В целях борьбы с производственными шумами должны осуществляться: внедрение малошумных технологических процессов; улучшение конструкций транспортных средств и их эксплуатации, а также содержания железнодорожных и трамвайных путей, автомобильных дорог, уличных покрытий; размещение аэродромов и аэропортов на необходимом расстоянии от населенных пунктов и районов жилой застройки; улучшение планировки и застройки городов.

Снижают уровень шума полосы зеленых насаждений между проезжей частью магистрали и жилой застройкой.

Для акустического комфорта жилых районов устраивается шумозащитное озеленение.

Акустический эффект снижения уровня шума зависит в основном от конструкции и ширины зеленой полосы и ее дендрологического состава.

При проектировании шумозащитных посадок следует стремиться получить в сечении общего контура форму треугольника с более пологой стороной к источнику шума. В этих целях ряды в широких полосах располагают в следующем порядке: 1 – низкий кустарник; 2 – высокий кустарник; 3 – дополнительные древесные породы (подлесок); 4–7 – ряды основных пород; 8 – дополнительные породы; 9 – высокий кустарник (номер ряда считается от источника шума).

Расстояние между растениями следует принимать в соответствии с табл. 15.

Таблица 15

Расстояния между растениями в шумозащитных посадках

Тип растений	В ряду, м	Между рядами, м
Основная порода	3,0	3,0
Дополнительная порода	2,0	2,0
Высокий кустарник	1,0–1,5	1,5
Низкий кустарник	0,5	1,5

Для снижения уровней шума на 15–18 дБ рекомендуется сочетать двух- и трехрядные зеленые полосы с экранирующими барьерами. Значительный эффект достигается при замкнутом типе застройки. Наиболее целесообразна свободная застройка, защищенная со стороны улицы зелеными насаждениями и экранирующими зданиями временного пребывания людей (магазины, столовые, рестораны, ателье и др.) Расположение магистрали на насыпи или в выемке также снижает уровень шума на близко расположенной территории.

В условиях плотной застройки не всегда удастся разместить зеленую полосу требуемой ширины. В этих случаях создаются шумозащитные экраны в виде вертикальных и наклонных стен из армированного бетона, профилированного листового металла, пластика или стекловолокна.

При разработке проектов детальной планировки и застройки автомагистралей защитный эффект может быть достигнут с помощью зонирования. В зоне, непосредственно примыкающей к

магистрالی, следует располагать невысокие здания нежилого назначения, в следующей зоне – малоэтажную жилую застройку, далее жилую застройку повышенной этажности и в наиболее удаленной от магистрали зоне – детские учреждения, школы, поликлиники, больницы и др.

Защита от шума достигается специальной планировкой домов с ориентацией окон спален и большинства общих комнат в сторону дворового пространства.

Защита от внутридомового шума связана с использованием звукопоглощающих материалов, звуконепроницаемых окон и четкой работой коммунальных служб, обеспечивающих исправную работу оборудования.

Граждане обязаны соблюдать требования, установленные в целях борьбы с бытовым шумом в квартирах, а также во дворах жилых домов, на улицах, в местах отдыха.

При реконструкции городов одним из важнейших мероприятий по улучшению экологической обстановки является вынос аэропорта за пределы города, перевод на специальные автодороги грузового и транзитного автотранспорта.

Аэропорты следует выносить за пределы города, используя специальное акустическое озеленение их окрестностей и рациональную планировку самого аэропорта.

В целях снижения шумового воздействия автотранспорта на городскую среду можно предложить ряд организационных и конструктивных мероприятий. Снижение уровня шума транспортных потоков предполагает совершенствовать организацию движения транспортных потоков. Применение современных типов дорожного покрытия, ограничение движения грузовых автомобилей в густонаселенных районах.

Конструктивные мероприятия, направленные на ограничение распространения шума транспортного потока, предусматривают строительство шумозащитных экранов из природных и искусственных материалов. В целях снижения шума транспортного потока могут быть использованы орографические условия местности.

Снижению уровня трамвайного шума может способствовать улучшение состояния трамвайных путей, а также изменения в

конструкции самого вагона (применение экранирующих шум фальшторбов со звукопоглотителями, закрывающими колеса, и др.), ведутся поиски эффективного способа демпфирования колес трамвайного вагона. Определенный эффект может быть получен и от создания малошумного оборудования.

Усовершенствованный и модернизированный трамвай, судьба которого считалась предрешенной, вновь появляется на улицах городов разных стран. В центральной части Волгограда, трассу скоростного трамвая убрали пол землю, На протяжении трех с лишним километров трамвай движется по туннелю с подземными станциями, оборудованными эскалаторами. Для этой трассы создали специальные вагоны.

Значение скоростного трамвая трудно переоценить. Он может с успехом использоваться как основной вид транспорта в малых и средних городах, а в крупных – как городской, пригородный и даже как междугородный, для связи с новыми жилыми массивами, городами-спутниками, промышленными зонами, аэропортами, зонами отдыха и др. Скоростной трамвай может найти применение в крупных городах, заменить метро на направлениях, где пассажиропотоки на длительный период остаются ниже рекомендуемых для строительства метро. Внедрение нового трамвая позволит улучшить акустический режим городов.

Методы измерения эквивалентного уровня звука изложены в нормативной литературе – ГОСТ 20444–85, ГОСТ–13.1.003.

Основными направлениями деятельности по снижению шумового воздействия от автотранспорта должны стать:

- разработка мероприятий, имеющих шумопонижающий эффект, при разработке городских программ и схем развития транспортных систем города, а также при разработке целевых городских программ, в которых затрагиваются вопросы, связанные с изменением шумового режима;
- разработка и реализация мероприятий по защите от сверхнормативного шумового воздействия
- внедрение применения шумопонижающего дорожного покрытия при проведении строительства,
- разработка системы ограничительных мер в части движения в ночное время по территории спальных районов города от-

дельных видов транспортных средств (например, мотоциклов и большегрузного транспорта);

- применение шумопонижающих технологий при реконструкции и строительстве трамвайных путей, а также при поэтапной замене трамваев;
- обеспечение внедрения современных шумозащитных технологий в дорожно-мостовом строительстве;
- разработка мероприятий, имеющих шумопонижающий эффект, при разработке генерального плана комплексного развития транспортной системы города;
- внедрение системы контроля соблюдения требований к внешнему уровню шума автомобилей при прохождении государственного технического осмотра транспортных средств.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Организация наблюдений за автотранспортом

Студенты определяют число единиц автотранспорта (по типам), проходящего на заданном участке автомагистрали за один час. Для этого на заданном участке автомагистрали в течение 20 мин фиксируются все проехавшие автомашины. Результаты подсчетов записываются в табл. 16.

Учитывают среднюю скорость потока движения, продольный уклон местности, вид покрытия, число полос движения, тип поверхности между дорогой и точкой замера.

Для аудиторного занятия данные могут быть взяты из учебной базы данных «Воздействие автотранспорта на окружающую среду города».

Затем с использованием полученных данных выполняются расчеты уровня шума вблизи городских автодорог.

Таблица 16

№ п/п	Тип автомобиля	Интенсивность движения, авт.		Содержа- ние в по- токе, %
		За 20 мин	За 1 ч	
1	Легковые автомобили			
2	Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 т)			
3	Грузовые автомобили карбюраторные (6 т и более), например, ЗИЛ–130 и др.			
4	Грузовые автомобили дизельные			
5	Автобусы карбюраторные			
6	Автобусы дизельные			

3.2. Пример оценки уровня шумового воздействия.

Задача: Обеспечить допустимый уровень шума в жилой зоне населенного пункта на расстоянии 50 м от оси движения на высоте 12 м от поверхности земли.

Исходные данные:

Интенсивность движения – 1650 авт./час.

Средняя скорость движения транспортного потока – 60 км/час.

Продольный уклон – 2,0 %

Покрытие – цементобетонное.

Число полос движения – 4.

Поверхность земли покрыта густым травяным покровом.

Решение:

1. По табл. 6 определяется $L_{\text{трп}} + \Delta L_v$ для скорости транспортного потока $V=60$ км/ч и интенсивности движения $=1650$ авт./ч:

$= 81,0$ дБА.

2. Определяется снижение уровня транспортного шума при удалении точки измерения от оси движения на 50 м по табл. 11 с поправочным коэффициентом для травяного покрова $= 1,1$;

$= 6,1 \times 1,1 = 6,7$ дБА.

3. Определяется поправка на вид и шероховатость покрытия из цементобетона по табл. 8:

$=+2,0$ дБА.

4. Определяется поправка для уклона $2,0\%$ по табл. 7:

$=0$ дБА.

5. По формуле (3) определяется эквивалентный уровень шума:

$=81,0+2,0-6,7=76,3$ дБА.

6. Полученный эквивалентный уровень шума сравнивается с предельно допустимым, который в соответствии с табл. 13 равен для селитебных зон населенных мест в дневное время суток 60 дБА; поскольку он превышает предельно допустимый уровень, требуется применить шумозащитные мероприятия. Рассмотрим устройство защитных древесно-кустарниковых посадок высотой до 5 м.

7. По табл. 14 определяется поправка – снижение уровня шума лесополосой шириной 10 м:

$=8,0$ дБА.

Окончательный уровень шума в расчетной точке, с учетом шумозащитных мероприятий составит $76,3-8,0=66,3$ дБА, что больше предельно допустимого уровня, т. е. принятых мероприятий недостаточно.

3.3. Требования к отчету

Результаты практической работы должны быть оформлены в виде отчета, в котором должны быть изложены:

- наименование работы;
- цель работы;
- название улицы, на которой находится изучаемая автомобильная трасса, адрес места или название автобусной остановки, на которой проводилось наблюдение;
- результаты наблюдений и расчетов;
- вывод о шумовом воздействии в районе исследованного участка автомобильной трассы.

4. Контрольные вопросы

1. Назовите основные источники шума в городе.
2. Как воздействует повышенный уровень шума на организм человека?
3. Какие показатели влияют на уровень уличного шума?
4. Какие виды транспорта характеризуются наибольшим уровнем шума?
5. Назовите мероприятия, внедрение которых позволит снизить уровень шума.
6. В чем сущность градостроительных мероприятий, направленных на защиту от шума?
7. Какие показатели учитываются при расчете величины шумового воздействия автотранспорта?
8. Какова роль зеленых насаждений в защите населения от шума?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 *ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ*

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для знакомства студентов с порядком определения размеров ущерба от деградации почв и земель и от загрязнения почв химическими веществами организациями, предприятиями, юридическими и физическими лицами.

2. Общие положения

Методика определения размеров ущерба от деградации и загрязнения земель химическими веществами разработана в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.02 и Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Положения о порядке возмещения убытков собственни-

кам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства» от 28.01.93 № 77.

Экологический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) нагрузок выражается главным образом в:

- деградации почв и земель;
- загрязнении земель химическими веществами;
- захламлении земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов;
- увеличении площадей, отводимых под места размещения отходов.

При определении размеров ущерба используются данные почвенных, агрохимических, геоботанических, почвенно-мелиоративных, геологических и других необходимых обследований.

Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель. Деградация почв и земель происходит в результате хозяйственной деятельности в сельском и лесном хозяйстве, строительства и горнодобывающей деятельности, рекреационных нагрузок.

Под *степенью деградации* почв и земель понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова и порча земель.

Выделяются следующие основные типы деградации почв и земель:

- технологическая (эксплуатационная) деградация, в т. ч. нарушение земель, физическая деградация, агроистощение;
- эрозия, в т. ч. водная, ветровая;
- засоление, в т. ч. собственно засоление, осолонцевание;
- заболачивание.

Под *технической деградацией* понимается ухудшение свойств почв, их физического состояния и агрономических харак-

теристик, которое происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова и обусловлено открытыми и закрытыми разработками полезных ископаемых и торфа, строительными и геологоразведочными работами и др. К нарушенным землям относятся все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия, т. е. земли, утратившие первоначальную ценность.

Физическая деградация характеризуется нарушением (деформацией) сложения почв, ухудшением комплекса их физических свойств.

Агроистощение представляет собой потерю почвенного плодородия в результате сельскохозяйственной деятельности.

Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала.

Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока. Выделяется плоскостная и линейная эрозия. Плоскостная эрозия проявляется в виде смытости поверхностных горизонтов (слоев) почв. Линейная (овражная) эрозия – размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов.

Под *ветровой эрозией* понимается захват и перенос частиц поверхностных слоев почв ветровыми потоками, приводящий к разрушению почвенного покрова.

Засоление почв и земель представляет собой процесс накопления водорастворимых солей, включая и накопление в почвенном поглощающем комплексе ионов натрия и магния.

Собственно засоление – это избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение среды вследствие изменения их катионно-анионного состава.

Осолонцевание представляет собой приобретение почвой специфических свойств, обусловленное вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс.

Под *заболачиванием* понимается изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель.

Деградация почв и земель характеризуется пятью степенями:

0 – недеградированные (ненарушенные);

1 – слабодegradированные;

2 – среднедеградированные;

3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильно деградированные (разрушенные).

Для оценки степени деградации почв и земель используются индикаторные показатели, по которым установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель. К таким показателям относятся: мощность неплодородного наноса (см), глубина провалов, каменистость покрытия (%), уменьшение мощности почвенного профиля от исходного (в %), уменьшение запасов гумуса в профиле (% от исходного), глубина размывов (см), расчлененность территории оврагами (км/кв. км), содержание токсичных солей в пахотном слое (%), продолжительность затопления (месяцы) и др.

Установление степени деградации почв и земель возможно по любому индикаторному показателю. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень.

Ущерб от загрязнения земель определяется:

при произведении загрязнения земель (выбросами и сбросами загрязняющих веществ) – на основе данных обследований земель и лабораторных анализов по сравнению с данными предыдущих обследований и анализов;

при нарушении технологий и регламентов применения пестицидов и других агрохимикатов, несоблюдения природоохранных требований при их хранении, транспортировке и проведении погрузочно-разгрузочных работ, загрязнении земель при авариях, залповых выбросах и сбросах – на основе данных обследований земель и лабораторных анализов;

при захламлении земель несанкционированными свалками отходов – на основе данных об объеме (массе) отходов и степени их опасности.

Отходы производства по степени воздействия на организм человека делят на 4 класса опасности: 1–й класс – чрезвычайно опасные, 2–й класс – высоко опасные, 3–й класс – умеренно опасные, 4–й класс – малоопасные.

Площади, глубина загрязнения земель и концентрация химических веществ определяются на основании материалов по обследованию земель и лабораторных анализов.

При расчете размеров ущерба от загрязнения земель стоимостные показатели определяются в соответствии с таблицей 1 и уточняются на основе данных государственной статистики об индексации цен.

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости на территории РФ (табл. 4) вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого загрязняющими веществами на земли.

Средства, взыскиваемые с виновных юридических и физических лиц и возмещение ущерба, нанесенного ими в результате загрязнения земель химическими веществами, рекомендуется использовать для осуществления мероприятий по консервации загрязненных земель, выполнению специальных режимов их использования, восстановлению загрязненных земель, устранению их дальнейшего загрязнения, для возмещения убытков и вреда, причиненного в результате ухудшения качества земель и ограничения их использования, возмещения потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, а также на проведение обследований по выявлению загрязненных земель и лабораторных анализов по определению степени их загрязнения.

3. Расчет платы за ущерб от загрязнения земель химическими веществами

3.1. Размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. В случае невозможности оценить указан-

ные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по следующей формуле

$$\Pi = \Pi_c \cdot S \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_g \cdot K_i \quad (1),$$

где Π – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими химическими веществами (тыс. руб.); Π_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га), определяемый согласно табл. 1; S – площадь земель, загрязненных химическим веществом (га); K_v – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый согласно табл. 2; K_z – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами, определяемый согласно табл. 3; K_{ε} – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района, определяемый согласно табл. 4; K_g – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, определяемый согласно табл. 5; K_i – коэффициент индексации цен.

3.2. Степень загрязнения земель характеризуется пятью уровнями: допустимым (1 уровень), слабым (2 уровень), средним (3 уровень), сильным (4 уровень) и очень сильным (5). Под допустимым уровнем загрязнения понимается содержание в почве химических веществ, не превышающее их предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). При допустимом уровне загрязнения коэффициент K_z в формуле 1 приравнивается к 0, тогда $\Pi=0$, следовательно плата не взимается. Содержание в почве химических веществ, соответствующее различным уровням загрязнения, приведено в табл. 6.

3.3. Размеры ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов определяются по формуле

$$П = Нп \cdot М \cdot Кэ \cdot 25 \cdot Кв \quad (2),$$

где $П$ – то же, что в формуле 1; $Нп$ – норматив платы за захламление земель 1 т ($м^3$) отходов (руб.), определяемый согласно табл. 7; $М$ – масса (объем) отхода (т, $м^3$); $Кэ$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района согласно табл. 3; 25 – повышающий коэффициент за загрязнение земель отходами несанкционированных свалок; $Кв$ – то же, что и в формуле 1.

4. Расчет размера ущерба от деградации почв и земель

При проведении обследований по выявлению деградированных почв и земель определяются площади, а также изменение степени их деградации:

а) в качестве исходных материалов используются данные почвенных, агрохимических, почвенно–эрозионных обследований, солевых и других съемок, проведенных предприятиями, организациями и гражданами, имеющими соответствующие лицензии, в сопоставлении с данными предыдущих обследований и съемок;

б) на план землепользования (выкопировку) наносятся контуры угодий в зависимости от изменения степени деградации почв и земель с выделением на них почвенных разновидностей, взятых с почвенной карты;

в) вычисляются площади контуров почвенных разновидностей.

Размер ущерба рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле

$$Ущ = (Пс \cdot S \cdot Кэ \cdot Кс + Дх \cdot S \cdot Кв) Ки \quad (3),$$

где Ущ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб.); Пс – норматив стоимости, определяемый согласно табл. 1; S – площадь деградированных почв и земель (га); Кэ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района согласно табл. 3; Кс – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель, определяемый согласно табл. 8; Дх – годовой доход с единицы площади (тыс. руб.); Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый согласно табл. 2; Ки – коэффициент индексации цен.

Таблица 1

Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд

Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых с/х угодий, тыс. руб/га
IX зона Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская и Тюменская области, Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий АО	1238
1. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземных почвы – мощные тучные и среднегумусные; торфяные окультуренные	1427
2. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземные почвы – среднемощные тучные и среднегумусные, черноземы мощные эродированные	1287
3. Черноземы всех подтипов и лугово-черноземные почвы – маломощные; темно-серые лесные, старопойменные луговые	1140
4. Черноземы всех подтипов маломощные эродированные и солонцеватые; лугово-черноземные солонцеватые; аллювиально-луговые	951

Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых с/х угодий, тыс. руб/га
5. Серые и светло-серые лесные; темно-каштановые эродированные, каштановые, лугово-каштановые; дерновоподзолистые	853
6. Светло-каштановые, каштановые солонцеватые, глубокие солонцы	664
7. Луговые солончаковые глееватые; солонцы средние	615
8. Солонцы мелкие и корковые, солончаки; лугово-болотные; почвы овражно-балочного комплекса	332

Таблица 2

Значения коэффициента пересчета (K_v) нормативов стоимости сельскохозяйственных земель (P_c) в формуле (1) в зависимости от периода времени по их восстановлению

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8–10 лет	5,6
2 года	1,7	11–15 лет	7,0
3 года	2,5	16–20 лет	8,2
4 года	3,2	21–25 лет	8,9
5 лет	3,8	26–30 лет	9,3
6–7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

Таблица 3

Коэффициенты (K_z) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	K_z
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Таблица 4

**Коэффициенты (Кэ) экологической ситуации и экологической
значимости территории**

Экономические районы РФ	Кэ
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Таблица 5

**Коэффициенты (Кг) для расчета ущерба в зависимости
от глубины загрязнения земель**

Глубина загрязнения земель, см	Кг
0–20	1,0
0–50	1,3
0–100	1,5
0–150	1,7
0–>150	2,0

Таблица 6

Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, со- единение	ПДК	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
		1 допустимый	2 низкий	3 средний	4 высокий	5 очень высокий
Свинец	32	<ПДК	От ПДК до 125	125–250	250–600	>600
Ртуть	2,1	<ПДК	От ПДК до 3	3–5	5–10	>10
Мышьяк	2,0	<ПДК	От ПДК до 20	20–30	30–50	>50
Цинк	23	<ПДК	От ПДК	500–	1500–	>3000

Элемент, соединение	ПДК	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
		1 допустимый	2 низкий	3 средний	4 высокий	5 очень высокий
			до 500	1500	3000	
Бензол	0,3	<ПДК	От ПДК до 1	1–3	3–10	>10
Бенз(а)пире	0,02	<ПДК	От ПДК до 0,1	0,1–0,25	0,25–0,5	>0,5
Толуол	0,3	<ПДК	От ПДК до 10	10–50	50–100	>100
Хром	90	<ПДК	От ПДК до 250	250–500	500–800	>800
Ванадий	150	<ПДК	От ПДК до 225	225–300	300–350	>350
Олово	4,5	<ПДК	От ПДК до 20	20–50	50–300	>300
Фтор	10	<ПДК	От ПДК до 15	15–25	25–50	>50
Стирол	0,1	<ПДК	От ПДК до 5	5–20	20–50	>50
Сернистые соединения	160	<ПДК	От ПДК до 180	180–250	250–380	>380

Таблица 7

**Плата за захламление земель несанкционированными свалками
отходов (по состоянию на 12.06.03)**

Виды отходов	Единица измерения	Нормативы платы за размещение отходов (руб.)
Нетоксичные отходы:		
– добывающей промышленности	т	0,4
– перерабатывающей промышленности	м ³	15,0
– бытовые	м ³	20,0
Токсичные отходы:		
– 1 класс токсичности – чрезвычайно опасные	т	1739,2
– 2 класс токсичности – высоко опасные	т	745,4

Виды отходов	Единица измерения	Нормативы платы за размещение отходов (руб.)
– 3 класс токсичности – умеренно опасные	т	497,0
– 4 класс токсичности – малоопасные	т	248,4

Таблица 8

Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель (Кс)

Степень деградации почв по данным контрольных обследований	Кс
0	0
1	0,2
2	0,5
3	0,8
4	1,0

5. Исходные данные для расчетов

Определите ущерб от загрязнения почв химическими веществами, несанкционированными свалками отходов и ущерб от деградации почв. Данные для расчетов приведены в таблице 9. Результаты занесите в сводную расчетную таблицу.

6. Контрольные вопросы

1. Дайте понятие деградации земель. Назовите основные типы деградации.
2. Перечислите индикаторные показатели для оценки степени деградации земель.
3. Каков порядок определения ущерба от деградации почв и земель?
4. Как определяется экологический ущерб от загрязнения земель химическими веществами?
5. Каково значение коэффициентов экологической ситуации?

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Д31: Самостоятельное изучение вопроса «экологизация» потребления в России и в Кузбассе.

Д32: Подготовка к практической работе № 1, самостоятельное изучение вопросов: загрязняющие вещества в выбросах автотранспорта.

Д33: Подготовка к тестированию, самостоятельное изучение вопросов: основные загрязняющие вещества биосферы, вредные физические воздействия, диоксины. Составление словаря специальных терминов.

Д34: Подготовка доклада к практическому занятию № 2 по теме: Оценка шумового воздействия на городскую среду.

Д35: Самостоятельное изучение вопросов: эволюция человека, нормативы качества среды обитания, возможности адаптации человека к окружающей среде.

Д36: Подготовка к тестированию, повторение лекционного материала.

Д37: Самостоятельное изучение вопроса: экологически чистые продукты питания.

Д38: Подготовка доклада к практическому занятию № 4 по теме: «Ущерб от деградации и загрязнения земель».

Д39: Самостоятельное изучение вопросов: виды адаптаций к окружающей среде, источники мутаций. Решение задачи № 1.

Д310: Подготовка доклада к семинарскому занятию по теме «Глобальные экологические проблемы».

Д311: Подготовка к тестированию, самостоятельное изучение вопросов: рекреационная среда, ее виды, экологическое состояние санаторно-курортной базы Кузбасса. Решение задачи № 2.

Д312: Подготовка доклада к семинарскому занятию по теме: «Формирование экологического движения».

Д313: Самостоятельное изучение вопроса персонификация природных объектов. Решение задачи № 3.

Д314: Подготовка к тестированию, повторение лекционного материала.

Д315: Самостоятельное изучение вопроса система экологического образования и воспитания. Решение задачи № 6.

Д316: Подготовка к лекции № 9, самостоятельное изучение вопроса особенности экологического просвещения.

4. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Развитие экологических представлений людей с древнейших времен до наших дней.

2. Становление социальной экологии, ее предмета.

3. Отношение социальной экологии к другим наукам.

4. Человек и общество как субъекты социально–экологического взаимодействия.

5. Среда человека и ее элементы как субъекты социально–экологического взаимодействия.

6. Социально–экологическое взаимодействие и его основные характеристики.

7. Основные этапы становления взаимоотношений природы и общества.

8. Современный экологический кризис. Различные подходы к определению путей его преодоления.

9. Перспективы развития взаимоотношений природы и общества. Идеал ноосферы.

10. Концепция устойчивого развития.

11. Глобальные проблемы человечества и пути их решения.

12. Поведение человека. Уровни регуляции поведения.

13. Потребности как источник активности личности. Характеристика экологических потребностей человека.

14. Адаптация человека к естественной и социальной среде.

15. Поведение человека в естественной и социальной среде.

16. Поведение человека в критических и экстремальных ситуациях.

17. Элементы жизненной среды человека и их характеристика. Взаимоотношения человека с элементами его жизненной среды.

18. Экологические аспекты этногенеза.

19. Нравственный аспект взаимоотношений человека, общества и природы.
20. Природа как ценность.
21. Основные этико-экологические доктрины взаимоотношений человека и природы: антропоцентризм и натуροцентризм.
22. Ненасилие как форма отношения к природе и как нравственный принцип.
23. Проблема ненасильственного взаимодействия человека, общества и природы в различных религиозных концепциях.
24. Предмет экологической психологии.
25. Субъективное отношение к природе и его разновидности.
26. Субъективное восприятие мира природы. Экологическое сознание.
27. Экологическая культура личности и педагогические условия ее формирования.
28. Экологическое воспитание личности.
29. Содержание экологического образования.
30. Экологизация образования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Папа, О. М. Социальная экология [Текст]: учеб. пособие для вузов / О. М. Папа. – Москва: Дашков и К^о, 2011. – 176 с.
2. Игнатова, А. Ю. Социальная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления подготовки 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника» / А. Ю. Игнатова, Е. В. Жбырь; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. хим. технологии твердого топлива и экологии. – Кемерово, 2012. – 87 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Доступна электронная версия:
<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90918&type=utchposob:common>.
3. Инженерная экология и экологический менеджмент [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Инженерная защита окружающей среды», «Безопасность технологических процессов и производств» / М. В. Буторина [и

др.]; под ред. Н. И. Иванова, И. М. Фадына. – Москва: Логос, 2011. – 520 с. – Доступна электронная версия: <http://www.biblioclub.ru/book/89785>.

4. Бродский, А. К. Общая экология [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров, магистров 020200 «Биология», биологическим специальностям и по специальности 020803 «Биоэкология» направления 020800 «Экология и природопользование» / А. К. Бродский. – Москва: Академия, 2006. – 256 с.

5. Прохоров, Б. Б. Социальная экология [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Природопользование» / Б. Б. Прохоров. – Москва: Академия, 2005. – 416 с.

6. Марков, Ю. Г. Социальная экология. Взаимодействие общества и природы [Электронный ресурс]. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 544 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=57987. – Загл. с экрана.

7. Чернова, Н. М. Общая экология [Текст]: учебник для студентов высш. пед. учеб. заведений, обучающихся по специальности «Биология» / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – Москва: Дрофа, 2004. – 416 с.

8. Стурман, В. И. Оценка воздействия на окружающую среду [Текст]: учебное пособие для студентов вузов [магистров], обучающихся по направлению «Экология и природопользование» / В. И. Стурман. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 352 с. – Доступна электронная версия: https://e.lanbook.com/book/67472#book_name

9. Калыгин, В. Г. Промышленная экология [Текст]: учебное пособие для вузов / В. Г. Калыгин. – Москва: Академия, 2004. – 432 с.

10. Игнатова, А. Ю. Промышленная экология. Курс лекций [Текст]: учебное пособие по дисциплине «Промышленная экология» для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» / А. Ю. Игнатова; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» Каф. хим. технологии твердого топлива. – Кемерово, 2017. – 96 с. – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91575&type=utchposob:common>.

11. Экологическая экспертиза [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 013100 «Экология» / В. К. Донченко [и др.]; под ред. В. М. Питулько. – Москва: Академия, 2006. – 480 с.

12. Зенкевич, Г. А. Экология [Текст]: курс лекций для технических специальностей вузов / Г. А. Зенкевич; под ред. Б. Г. Трясунова. – Кемерово, 2007. – 219 с.

13. Коробкин, В. И. Экология [Текст]: учебник для студентов вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 576 с.