

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ)»

В.А. Хомич

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебное пособие

Омск
СибАДИ
2014

УДК 502.3:7Н:577.4
ББК 28.081:38.711
Х 76

Рецензенты:

декан факультета «Автомобильные дороги и мосты», доктор технических наук,
профессор *С.А. Матвеев* (ФГБОУ ВПО «СибАДИ»);
заведующая кафедрой «Экология, природопользование и биология»,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н.А. Поползухина* (ФГБОУ ВПО
«Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»);
ведущий инженер, кандидат технических наук *А.С. Ловинецкий*
(ООО НПО «Мостовик»)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия.

Хомич В.А.

Х 76 Охрана окружающей среды при проектировании автомобильных дорог: учебное пособие / В.А. Хомич. – Омск: СибАДИ, 2014. – 92 с.

Рекомендуется для студентов очной и заочной форм обучения направления 270800.62 «Строительство» дорожной отрасли. Предназначено для практических занятий по дисциплине «Экология». Содержание пособия раскрывает раздел «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды». Пособие посвящено рассмотрению вопросов охраны окружающей среды от воздействия автомобильных дорог. Даются основные понятия, нормативные показатели качества, показатели и теоретические положения оценки состояния окружающей среды. Описываются виды воздействий автомобильных дорог на окружающую среду, а также мероприятия по их исключению или снижению. Рассматриваются методики оценки уровней воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду при проектировании автомобильных дорог: загрязнения атмосферного воздуха и шумового воздействия автотранспорта, воздействия поверхностного стока с автомобильных дорог на водную среду. Приводится методика расчета размеров гидрботанической площадки – очистного сооружения загрязненного стока. После описания методик даны задания, выполнение которых является примерами реализации расчетных методов.

Табл. 33. Рис. 10. Библиогр.: 3 назв.

© ФГБОУ ВПО «СибАДИ», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	6
1.1. Классификация загрязнений окружающей среды.....	6
1.2. Нормирование в области охраны окружающей среды.....	7
1.3. Контроль за состоянием окружающей среды г. Омска.....	12
1.4. Классификация методов охраны окружающей среды.....	16
1.5. ОВОС при проектировании автомобильных дорог.....	17
Контрольные вопросы.....	19
2. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	20
2.1. Загрязняющие вещества выбросов автотранспорта и пыль.....	20
2.2. Нормирование качества атмосферного воздуха.....	22
2.3. Показатели состояния воздушной среды.....	24
2.4. Контроль за загрязнением воздушной среды автомобильным транспортом.....	26
2.5. Регулирование воздействий от подвижных источников загрязнения воздуха.....	27
2.6. Методы по охране воздушной среды от выбросов автотранспорта.....	29
2.7. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха придорожных территорий пылью.....	31
Практическое занятие 1. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта.....	33
Контрольные вопросы.....	38
3. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	40
3.1. Акустическое загрязнение.....	40
3.2. Нормирование шума на территориях.....	43
3.3. Акустические расчеты.....	45
3.4. Методы снижения транспортного шума.....	46
Практическое занятие 2. Расчет уровня шума на придорожной территории.....	52
Контрольные вопросы.....	65

4. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ ОТ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	66
4.1. Загрязняющие вещества поверхностного стока с автомобильных дорог.....	66
4.2. Нормирование качества вод водных объектов.....	67
4.3. Показатели и оценка состояния природных вод.....	68
4.4. Методы очистки сточных вод с автомобильных дорог.....	69
4.5. Экологические требования к сбросу сточных вод в водные объекты.....	72
Практическое занятие 3. Оценка уровня воздействия поверхностного стока с автомобильной дороги на водную среду.....	75
Практическое занятие 4. Расчет размеров прудов ГБП для очистки поверхностного стока с мостового перехода.....	83
Контрольные вопросы.....	90
Библиографический список.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для практических занятий по дисциплине «Экология», а именно по разделу «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды», для студентов направления «Строительство» дорожной отрасли. Пособие посвящено рассмотрению вопросов охраны окружающей среды при проектировании автомобильных дорог.

В первой главе пособия даются общие понятия охраны окружающей среды. Приводятся нормативные показатели качества, показатели и теоретические основы оценки состояния окружающей среды. Дается информация о контроле за состоянием окружающей среды г. Омска. Приводится классификация методов охраны окружающей среды. Глава заканчивается рассмотрением оценки воздействия автомобильных дорог на окружающую среду при их проектировании.

В последующих главах описываются виды воздействий автомобильных дорог на воздушную и водную среды, а также рассматриваются мероприятия, с помощью которых исключаются или снижаются негативные воздействия.

В конце глав приводятся методические указания для проведения практических занятий. Целью проведения практических занятий является ознакомление студентов с расчетными методами оценки уровня воздействия проектируемой автомобильной дороги на окружающую среду. Методические указания включают: задание, методику расчета и порядок выполнения задания. В методических указаниях используются методики, по которым проводится процедура ОВОС (оценки воздействия на окружающую среду) при разработке предпроектной и проектной документации для строительства и реконструкции автомобильных дорог. Это методики оценки уровней: загрязнения атмосферного воздуха, шумового воздействия автотранспорта, воздействия поверхностного стока с автомобильных дорог на водную среду [1]. Используется методика расчета размеров гидротанической площадки – очистного сооружения загрязненного стока [2]. Выполнение заданий на практических занятиях является примерами реализации расчетных методов.

Навыки, приобретенные студентами при выполнении расчетно-практических работ, потребуются им для выполнения экологической части курсовых и дипломных проектов, а также для работы по выбранному направлению в будущей профессиональной деятельности.

Более широко и полно теоретические и практические вопросы охраны окружающей среды в дорожном хозяйстве изложены в ряде многочисленных монографий и учебных книг. Материал, изложенный в данном учебном пособии с позиций экологической науки, рассматривается в книгах ученых, специалистов-дорожников: М.В. Немчинова, В.Г. Систера, В.В. Силкина «Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог» (2004); И.Е. Евгеньева, Б.Б. Каримова «Автомобильные дороги в окружающей среде» (1997).

1. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. Классификация загрязнений окружающей среды

Выделяют две основные группы загрязнений – материальные и энергетические. Материальные загрязнения разделяют по агрегатному состоянию на газо- и парообразные, жидкие и твердые. К материальным загрязнениям относятся химические (в том числе радиоактивные) и биологические вещества. Биологические вещества – это различные виды микроорганизмов.

Загрязняющее вещество иначе называют токсичное, опасное, вредное вещество, примесь, поллютант (от англ. *pollution* – загрязнение). По степени опасности химического воздействия на организм человека все загрязняющие вещества разделяются на классы опасности. В зависимости от токсичности, кумулятивности (от лат. *comulo* – накапливаю), способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности в России выделены *четыре класса опасности загрязняющих веществ*: 1) чрезвычайно опасные, 2) высокоопасные, 3) опасные, 4) умеренно опасные. Классификация загрязняющих веществ в разных странах различна. Воздействие на организм человека большинства загрязняющих веществ известно и описано. Энергетическими или физическими загрязнениями являются все виды энергии, оказывающие негативное влияние на человека и другие организмы: тепло, вибрация, шум, электромагнитные поля, ионизирующее излучение.

Некоторые загрязняющие вещества и физические факторы вызывают изменения в организме на клеточном уровне. К ним относятся:

- *канцерогены* – вещества или физические агенты, вызывающие и развивающие злокачественные образования;

- *мутагены* – вещества или факторы, вызывающие мутацию, то есть изменение наследственных свойств организма;
- *тератогены* – вещества или физические факторы, воздействующие на плод и вызывающие у организмов в процессе их развития уродства.

Некоторые загрязняющие вещества могут быть скрытыми мутагенами, то есть превращаться в мутагены в пищеварительном тракте человека и животных.

Онкологическая заболеваемость людей является основным медицинским показателем неблагополучия экологической обстановки. Известным канцерогеном является *бенз(а)пирен*. Его среднесуточная ПДК в воздухе составляет 0,1 мкг/100 м³.

К особо ядовитым веществам (суперэкоотоксикантам) относятся *диоксины и фураны*. Они обладают канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием (вызывают образования опухолей, врожденные аномалии, внутриутробные смерти детей). Диоксины и фураны – две большие группы полихлорированных дибензодиоксинов и полихлорированных дибензофуранов (всего 210 изомеров). Предельно допустимая концентрация (ПДК) диоксинов и фуранов в атмосферном воздухе населенных мест составляет 0,5 пг/м³ (1пг = 10⁻¹²г), ПДК в питьевой воде подземных источников и рек – 2·10⁻⁸ мг/л, ОБУВ в почве – 133 пг/кг. Допустимая суточная доза составляет 10 пг на 1 кг массы тела человека. Эти вещества весьма стойки, период их полураспада – 25 лет. Они выделяются в процессе разложения пластических масс и полимерных материалов. Источниками загрязнения окружающей среды диоксинами и фуранами являются мусоросжигательные установки, печи сжигания ТЭЦ и т.п.

1.2. Нормирование в области охраны окружающей среды

Регламентация качества окружающей среды и воздействия на нее хозяйственной деятельности осуществляется с помощью нормирования. *Нормирование в области охраны окружающей среды* заключается в установлении нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на нее. Эти нормативы представлены в ст. 1 и 19...28 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (Закон ООС), 2002 г. Нормативы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на ос-

нове современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов.

Нормативы качества окружающей среды – это нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда (ст. 1 Закона ООС). К нормативам качества окружающей среды относятся нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ и микроорганизмов. *Нормативы ПДК* – это нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем (ст. 1 Закона ООС).

К нормативам биологических показателей состояния окружающей среды относятся виды и группы растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды (ст. 21 Закона ООС). Нормативами физических показателей состояния окружающей среды являются показатели уровней допустимых воздействий физических факторов, в том числе показателей уровней радиоактивности и тепла (ст. 1 и 21 Закона ООС).

В Законе ООС использован экологический подход к определению нормативов качества окружающей среды. Он заключается в следующем. При соблюдении всей совокупности нормативов окружающая среда является благоприятной и обеспечивает устойчивое функционирование природных и природно-антропогенных объектов. Это означает, что природные составляющие окружающей среды выполняют функции самовосстановления и самоочищения. При антропогенном воздействии изменение состояния окружающей среды может происходить в допустимых пределах, но при этом устойчивое функционирование естественных экосистем не нарушается. Этим обеспечивается благоприятное состояние окружающей среды для жизнедеятельности человека, а также для обитания других организмов. При установлении нормативов качества окружающей среды должны учитываться природные особенности территорий и акваторий, назначение природных и природно-антропогенных объектов (ст. 21 Закона ООС).

В настоящее время для регламентации качества окружающей среды используются санитарно-гигиенические нормативы. Санитарно-

гигиеническим нормативом является *предельно допустимая концентрация (ПДК)* – это наибольшая концентрация вредного вещества в среде (воздухе, воде, почве), которая при более или менее длительном действии на организм – контакте, вдыхании, приеме внутрь – не оказывает влияния на здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у потомства. В зависимости от длительности действия вредного вещества, чувствительности организма, условий его жизнедеятельности и др. обстоятельств различают ПДК среднесуточные $ПДК_{с.с}$, максимально разовые $ПДК_{м.р}$, ПДК рабочих зон $ПДК_{р.з}$, ПДК для человека, животных, растений. В соответствии со ст. 109 Водного кодекса РФ, нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах и сточных водах устанавливаются исходя из условий целевого использования водного объекта.

Одни и те же концентрации вредных веществ по-разному действуют на организмы в разных средах: воздухе, воде и почве. Поэтому ПДК вредных веществ в разных средах могут сильно различаться. Существуют несколько тысяч ПДК индивидуальных вредных веществ.

Следует отметить, что в некоторых случаях даже соблюдение гигиенических нормативов ПДК не дает никаких гарантий сохранения благоприятной окружающей среды. Так, присутствие особо опасных токсичных веществ – *ксенобиотиков* (чужеродных веществ) даже в количествах, не превышающих ПДК, представляет угрозу для здоровья и жизни людей.

Уровни допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду регламентируются действующими гигиеническими нормативами. К ним относятся, например, *предельно допустимые уровни (ПДУ)* электромагнитного излучения, допустимые уровни звука и др.

Разработка и установление нормативов качества окружающей среды является ключевой задачей в экологии. С развитием науки и техники могут пересматриваться как сами значения нормативных показателей, так и методы их определения.

Человечество не может прекратить автотранспортную деятельность, выпуск автомобилей и строительство и эксплуатацию автомобильных дорог. Но огромные масштабы антропогенного воздействия создают опасность загрязнения и изменения окружающей среды до такой степени, что она может оказаться непригодной для жизни. По-

этому регламентация хозяйственной деятельности по воздействию ее на окружающую среду необходима. Осуществляется она с помощью нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и рассчитаны на соблюдение нормативов качества окружающей среды (ст. 1 Закона ООС). К нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся (ст. 22 Закона ООС):

- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы допустимых физических воздействий;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды.

Исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду и нормативов качества окружающей среды, устанавливаются *нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов* для каждого отдельного источника загрязнения – стационарного или передвижного. Выбросы – это поступление веществ и микроорганизмов из источника в атмосферный воздух. Сбросы – это поступление веществ и микроорганизмов со сточными водами в водные объекты.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются с учетом технологических нормативов источников загрязнения в соответствии с показателями массы веществ или микроорганизмов. *Технологический норматив* – это норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных и передвижных источников, технологических процессов, оборудования и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции (ст. 1 Закона ООС). Технологический норматив устанавливается на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов (ст. 23 Закона ООС).

Действие технологического норматива повторяет *технический норматив* выброса вредного вещества в атмосферный воздух (ст. 1 закона «Об охране атмосферного воздуха»). Он отражает массу выброса вредного вещества в расчете на единицу мощности пробега транспортных средств. Техническими нормативами являются нормативы «ЕВРО».

Нормативами выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, действующими в настоящее время, являются *предельно допустимые выбросы (ПДВ)* и *предельно допустимые сбросы (ПДС)*. Они устанавливаются расчетным путем с учетом технологических (технических) нормативов и фоновое загрязнение окружающей среды. Конечная цель установления нормативов ПДВ – обеспечение концентраций вредных веществ и микроорганизмов в атмосферном воздухе, не превышающих нормативы качества атмосферного воздуха (ст. 1 закона «Об охране атмосферного воздуха»). В расчетах ПДВ используют условие, при котором концентрация вредных веществ C , выбрасываемых в атмосферный воздух, не должна превышать значения ПДК, т.е. соблюдается соотношение: $C \leq 1ПДК$. Конечная цель установления нормативов ПДС – обеспечение такой концентрации вредных веществ в водном объекте, которая не превышает значений ПДК (ст. 109 Водного кодекса РФ).

В случае если фактические выбросы и сбросы вредных веществ и микроорганизмов превышают нормативы ПДВ и ПДС, устанавливаются лимиты на выбросы и сбросы. *Лимиты на выбросы и сбросы* загрязняющих веществ и микроорганизмов – это ограничения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в окружающую среду, установленные на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, в том числе внедрения наилучших существующих технологий. Лимиты устанавливаются в целях поэтапного достижения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов (ст. 1 и 23 Закона ООС). Лимитами на выбросы и сбросы, действующими в настоящее время, служат *временно согласованные выбросы (ВСВ)* и *временно согласованные сбросы (ВСС)*. Они устанавливаются с одновременным утверждением плана предприятия по снижению объемов выбросов и сбросов до предельно допустимых значений.

Нормативы допустимых физических воздействий установлены в соответствии с *уровнями допустимого воздействия физических факторов* на окружающую среду, при соблюдении которых обеспечива-

ются нормативы качества окружающей среды (ст. 1 Закона ООС). Допустимое физическое воздействие определяется по количеству тепла, уровню шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электрических полей. Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду определяются для каждого источника, исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий (ст. 25 Закона ООС). В настоящее время эти нормативы устанавливаются в основном *по физическому воздействию на атмосферный воздух* и определяются расчетным путем для каждого источника. В основе расчетов лежит соблюдение уровня допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду.

К нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся также *нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение* (ст. 24 Закона ООС). Проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение разрабатываются индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами (ст. 11 и 18 закона «Об отходах производства и потребления»).

Таким образом, нормативы качества и нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, определенные Законом ООС, а также другими действующими нормативными правовыми документами, регулируют воздействие хозяйственной, в том числе автотранспортной деятельности, деятельности на окружающую среду, защищают ее от загрязнения химическими веществами и микроорганизмами, а также защищают от физического воздействия – тепла, шума, вибрации, электромагнитных полей и пр. Соблюдение нормативов предотвращает захламление территории отходами производства и потребления, обеспечивает рациональное использование природных компонентов, при котором не наносится вреда природным и природно-антропогенным объектам.

1.3. Контроль за состоянием окружающей среды г. Омска

Головной организацией по проведению мониторинга окружающей среды в городе является подразделение Росгидромета – Государственное управление «Омский центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» с региональными функциями (Омский ЦГМС-Р).

Объектами мониторинга окружающей среды города являются атмосферный воздух жилых и рекреационных зон, поверхностные воды, почвы.

Мониторинг атмосферного воздуха проводится в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86. Для его осуществления устанавливаются стационарные и маршрутные посты. На стационарных постах ведутся систематические наблюдения. Они оборудованы приборами и аппаратурой для отбора проб воздуха и определения метеорологических параметров. Маршрутными постами служат передвижные лаборатории на автомобилях, например «Атмосфера-2». При размещении постов учитываются: площадь города, рельеф местности, развитие промышленности и автотранспорта, условия рассеивания примесей. В городе с населением более 1 млн человек устанавливаются 10...20 постов; шаг сетки их размещения составляет 0,5...5 км. Посты устанавливаются в центральной части города, в жилых районах, зонах отдыха, на территориях, примыкающих к магистралям интенсивного движения транспорта.

Отборы проб воздуха производятся ежедневно в 7 и 13 ч местного времени (сокращенная программа наблюдений). Проводятся наблюдения за максимально разовыми концентрациями основных загрязняющих веществ: пыли, оксида серы (IV), оксида углерода (II), оксида азота (IV), а также за специфическими веществами, которые характерны для промышленных выбросов данного населенного пункта.

Мониторинг поверхностных вод проводится в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82. Для проведения мониторинга организуется стационарная сеть пунктов (створов). При определении месторасположения пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод учитываются места сброса сточных, подогретых, коллекторно-дренажных вод, нерестилища и зимовья рыб и т.п. В каждом пункте может быть организовано несколько створов наблюдений, например, выше и ниже источника сброса сточных вод, на расстоянии практически полного разбавления сточных вод речными.

Мониторинг почв на содержание тяжелых металлов обычно проводится вокруг промышленно-энергетических объектов по четырем румбам на расстоянии 1, 2, 3, 5 и 10 км. Отбор проб почвы производится один раз в год в летний период. При оценке загрязненности почв тяжелыми металлами обязателен учет фонового уровня загрязнения, т.к. металлы входят в естественный состав почв и минералов. Мониторинг почв на содержание нефтепродуктов проводится возле АЗС и транспортных магистралей.

Мониторинг окружающей среды г. Омска. Государственная сеть наблюдений мониторинга включает стационарные посты и пункты, расположенные на территории города (рис. 1). Отобранные в местах наблюдений пробы анализируются в лабораториях Омского ЦГМС-Р. Проводятся наблюдения:

- за качеством атмосферного воздуха по концентрациям 27 ингредиентов и еще 5 концентрациям веществ сочетанного действия;
- загрязнением поверхностных вод в пунктах контроля (створах) на реках Иртыш и Омь. Ежедекадно анализируются пробы воды по гидрохимическим показателям (33 ингредиента) и физическим показателям (3 фактора);
- загрязнением почв суши в 9 пунктах территории г. Омска. Пробы анализируются на содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов (всего 9 ингредиентов); за загрязнением снежного покрова;
- радиационной обстановкой (в одном пункте) по выпадению радиационных аэрозолей из атмосферы и по концентрации радиационных аэрозолей в приземном слое атмосфере;
- химическим составом и кислотностью осадков;
- толщиной озонового слоя над территорией г. Омска.

В случае экстремально высокого и высокого загрязнения окружающей среды города проводится оперативное оповещение: «Росприроднадзора» Омской области, Главного управления ГО и ЧС Омской области, ГорЦГСЭН, Омской межрайонной природоохранной прокуратуры и администрации города. Экстремально высокие уровни загрязнения, как правило, обусловлены аварийными и залповыми выбросами или сбросами загрязняющих веществ.

Служба государственного контроля «Росприроднадзора» выявляет конкретные источники загрязнения и определяет виновных в создании неблагоприятной экологической ситуации в городе. Государственные инспектора выдают предписания руководству предприятия на устранение причин аварийных выбросов и сбросов и недопущение впредь их повторения.

В соответствии с Кодексом об административных правонарушениях (введен в действие с 1.07.2002 г.) в области за несоблюдение экологических требований на виновных накладывается штраф. При необходимости государственные инспектора выдают представления на приостановку работы объекта (установки, цеха и пр.).

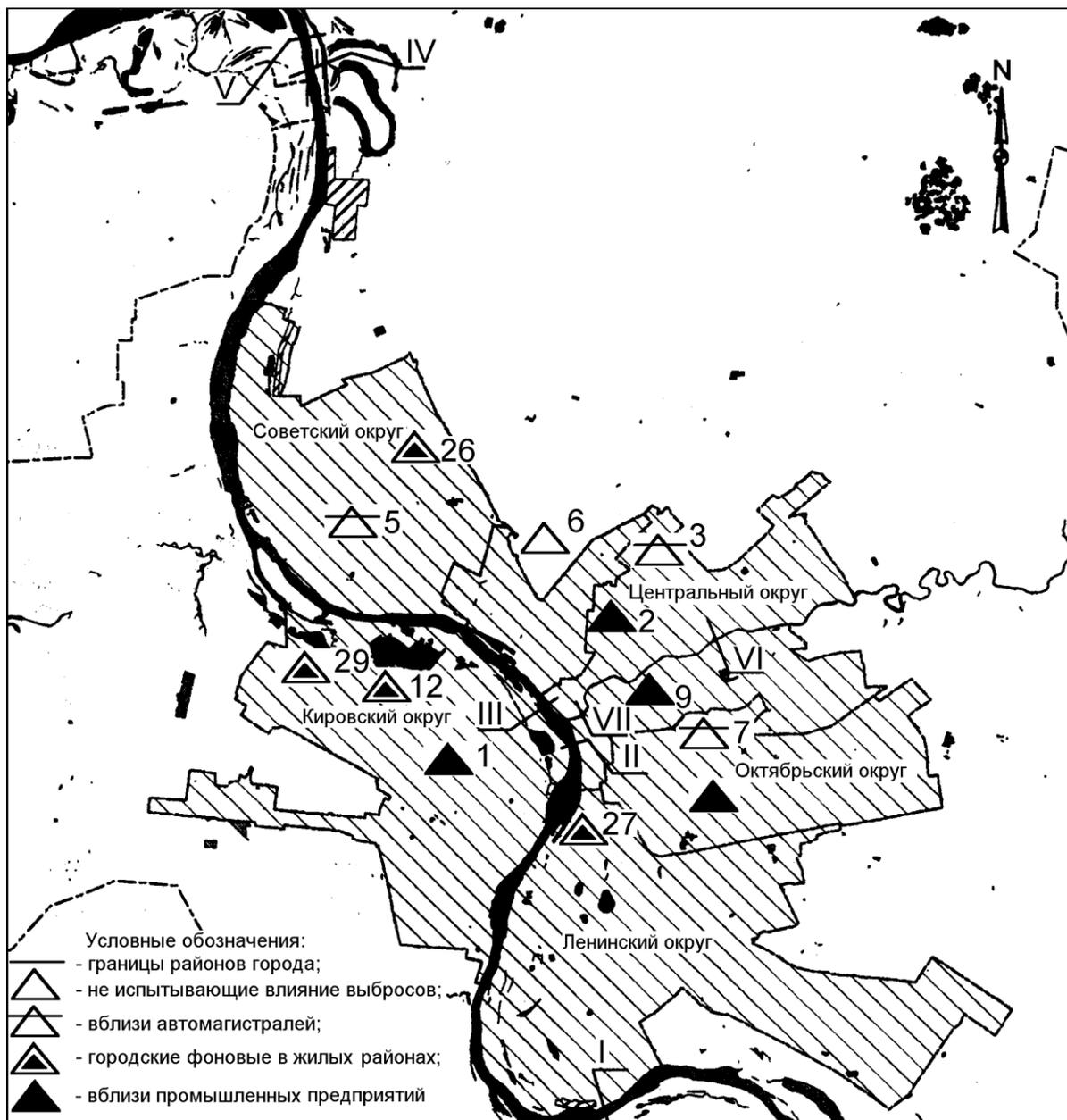


Рис. 1. Схема расположения наблюдательных пунктов за качеством окружающей среды г. Омска:
 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 26...29 – пункты наблюдения за качеством воздуха;
 I...VII – створы наблюдения за качеством воды

Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха может быть обусловлен неблагоприятными метеорологическими условиями (низкая облачность, штиль, опасное направление и скорость ветра). Прогноз неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) объявляется по городу Омским ЦГМС-Р. Предприятия на период НМУ должны

перейти на ограничительный режим работы. Службы госконтроля должны проверить переход работы предприятий на этот режим.

Обработанная и обобщенная информация о состоянии окружающей среды города передается в «Росприроднадзор» в виде ежемесячных справок и годового статотчета. Режимная информация, охватывающая годовой период, а также динамика годовых объемов загрязнений отражают общее состояние окружающей среды города и тенденции изменения её качества. Это служит основой для планирования мероприятий по оздоровлению и охране окружающей среды.

Для принятия конкретных управленческих решений по проведению природоохранных мероприятий на основе данных экологического мониторинга (например, ограничение движения транспорта в связи с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха на примыкательной территории) необходима разработка обоснованных экологических критериев.

1.4. Классификация методов охраны окружающей среды

Все мероприятия по охране окружающей среды по виду деятельности следует объединить в следующие основные группы методов:

- градостроительные, в том числе зеленое строительство;
- технико-технологические, в том числе инженерно-технические и конструкционные;
- нормативно-правовые;
- административно-организационные;
- экономические.

К *градостроительным методам* относится комплекс мероприятий, осуществляемых посредством градостроительной деятельности. Ими являются: создание экранов от воздействия автотранспорта; строительство транспортных развязок, шумозащитных домов и т.п.

Технико-технологические методы по охране окружающей среды включают применение экологически безопасных технологий и технических устройств; проведение очистки автотранспортных газовых выбросов, поверхностных и промышленных стоков, в том числе с использованием наилучших существующих технологий.

Нормативно-правовые методы включают разработку региональной законодательной базы по нормированию и контролю качест-

ва окружающей среды, а также по проведению природоохранной деятельности.

К административно-организационным методам относятся мероприятия: по проведению экологического контроля, осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора, организации и управлению улично-дорожным движением автотранспорта, санитарной очистке территорий и др. мероприятия по организации, контролю и управлению природоохранной деятельностью.

Экономические методы – это методы экономического стимулирования и регулирования природоохранной деятельности. Они приведены в ст. 14 Закона ООС.

Наибольший природоохранный эффект приносит комплексное использование указанных методов.

1.5. ОВОС при проектировании автомобильных дорог

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – это вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной, в том числе автотранспортной деятельности, в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления (ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»).

ОВОС проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной, и проектной документации для строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог. Оценивается влияние объекта строительства на все компоненты и объекты природной среды: атмосферный воздух, водные объекты, почвы, грунты и т.д.

При проведении процедуры ОВОС учитываются следующие *виды воздействий автомобильных дорог на окружающую среду*:

1. Загрязнение воздушной среды.
2. Запыление территории.
3. Шумовое воздействие при движении потока автотранспорта.
4. Загрязнение водных объектов поверхностным стоком с автомобильных дорог и мостовых переходов.
5. Вибрация зданий и сооружений от движущегося автотранспорта.
6. Загрязнение придорожной полосы бытовым мусором.
7. Нарушение условий обитания диких животных.
8. Нарушение условий произрастания растений.

9. Расчленение ландшафта.

10. Изменение условий протекания грунтовых вод, осушение и переувлажнение почв.

11. Изменение условий поверхностного стока.

12. Эрозия земель вследствие концентрации водных потоков искусственными сооружениями, кюветами и канавами.

При разработке *экономического обоснования* строительства или реконструкции автомобильной дороги (а именно его раздела «Оценка воздействия на окружающую среду») оценивается соблюдение экологических требований при воздействии проектируемой дороги на окружающую среду.

При разработке *инженерного проекта* (а именно его раздела «Охрана окружающей среды») на основе результатов ОВОС проводится проектирование инженерных мероприятий по исключению или снижению негативного воздействия автомобильной дороги на окружающую среду.

В *рабочей документации* на строительство или реконструкцию автомобильной дороги, на основе решений инженерного проекта, производится детальное проектирование элементов инженерных природоохранных мероприятий, позволяющих осуществлять их строительство.

Таким образом, по результатам выполнения процедуры ОВОС разрабатываются рекомендации для дальнейшего проектирования природоохранных мероприятий, обеспечивающих соблюдение действующих нормативов и требований по защите окружающей среды (лесозащитные полосы, шумозащитные экраны, очистные сооружения в водоохраных зонах).

При разработке проектной документации необходимо обеспечить:

- строгое соблюдение нормативных требований по обеспечению экологической безопасности автомобильной дороги;

- рациональное проектирование месторасположения автомобильной дороги, не оказывающего негативного влияния на экологическую обстановку на прилегающих территориях и сочетающегося с окружающим ландшафтом.

Проведение ОВОС осуществляется на основе информации о состоянии окружающей среды в районе планируемого расположения автомобильной дороги. Для сбора информации используются следующие источники:

- фондовые материалы территориальных органов контроля и надзора за состоянием окружающей среды, материалы статистической отчетности, данные центра мониторинга окружающей среды;

- ранее выполненные картографические, проектные, изыскательские материалы;
- материалы инженерных изысканий для строительства;
- данные биологических, географо-геологических и др. исследований и наблюдений природной среды, проводимых научными организациями;
- данные о размерах и составе транспортных потоков, а также перспективах экономического развития региона.

Состав исследований и методики оценки состояния отдельных компонентов окружающей среды при проведении процедуры ОВОС определяются соответствующими нормативными документами.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют загрязняющие вещества?
2. Какая цель проведения нормирования в области охраны окружающей среды?
3. В чем отличие нормативов качества от нормативов воздействия на окружающую среду?
4. В чем заключается экологический подход к определению нормативов качества окружающей среды?
5. Какие санитарно-гигиенические нормативы используются для регламентации качества окружающей среды?
6. В чем заключается действие технического норматива выброса вредного вещества в атмосферный воздух?
7. Какие условия используются при расчетах нормативов ПДВ и ПДС?
8. Какая цель установления нормативов ВСВ и ВСС?
9. Назовите организацию и перечислите объекты мониторинга окружающей среды г. Омска.
10. Какие мероприятия по охране окружающей среды от воздействия автомобильных дорог относятся к градостроительным, какие к технико-технологическим, какие к нормативно-правовым, какие к административно-организационным, а какие к экономическим?
11. Какие виды воздействия автомобильной дороги на окружающую среду учитываются при проектировании автомобильных дорог?
12. Разработка каких разделов проектной документации для строительства и реконструкции автомобильных дорог сопровождается процедурой ОВОС?
13. Какие источники сбора информации используются для проведения ОВОС при проектировании автомобильных дорог?

2. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

2.1. Загрязняющие вещества выбросов автотранспорта и пыль

Опасность *выбросов автотранспорта* обусловлена непосредственной близостью источников загрязнения к жилым районам; расположением источников загрязнения вблизи земной поверхности, в результате чего отработавшие (выхлопные) газы скапливаются в зоне дыхания людей. Особенно высокое содержание отработавших газов (ОГ) автотранспорта скапливается на уличных перекрестках перед светофором, где двигатели автомобилей работают на богатых смесях. В районах с узкими улицами и высотными домами выхлопные газы рассеиваются медленно и вызывают хронические отравления людей, длительное время находящихся на воздухе (инспектора дорожного движения, уличные торговцы и др.).

Идеальное сгорание автомобильного топлива, то есть окисление смеси углеводородов кислородом, должно приводить к образованию углекислого газа CO_2 (оксида углерода (VI)) и воды. При реальном сгорании топлива в воздухе образуется целый ряд веществ, входящих в состав ОГ. По характеру воздействия на организм человека вещества, составляющие ОГ, разделяются на нетоксичные и токсичные. К нетоксичным веществам относятся: азот, кислород, пары воды, оксид углерода (VI). К токсичным веществам – оксид углерода (II), углеводороды, оксиды азота, оксид серы (IV), альдегиды, бенз(а)пирен, сажа и др. Основной вклад в суммарную токсичность ОГ *карбюраторных двигателей* вносят оксид углерода (CO), оксиды азота, углеводороды, а *дизельных* – оксиды азота, углеводороды, оксид серы и сажа. Массовое содержание токсичных нормируемых компонентов в ОГ от автотранспорта при сжигании 1 т топлива приведено в табл. 1.

Загрязняющие вещества выбросов автотранспорта имеют различный токсикологический эффект. *Оксид углерода CO* обладает выраженным отравляющим действием. Он нарушает окислительные процессы в организме человека, так как вступает в реакцию с гемоглобином крови, замещая в нем кислород. Часто наступает отравление даже небольшими дозами оксида углерода. При больших дозах (свыше 1%) наступает потеря сознания и смерть.

Оксид азота (II) NO превращается в атмосферном воздухе в оксид азота (IV) NO_2 . При контакте оксида азота (IV) с влажной поверх-

ностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуются азотная и азотистая кислоты, которые раздражают слизистые оболочки и поражают ткань легких. Воздействие оксидов азота нельзя ослабить никакими нейтрализующими действиями. Кроме того, они участвуют в фотохимических реакциях образования смога.

Таблица 1

Масса выбросов при сгорании 1 т топлива

Вредные вещества	Формула	Масса выбросов при сгорании 1 т топлива			
		Бензин		Дизельное топливо	
		кг	%	кг	%
Оксид углерода (II)	CO	140	56,7	45	30,6
Углеводороды	C _x H _y	80	32,4	55	37,4
Оксиды азота	NO _x	25	10,1	35	23,8
Оксид серы (IV)	SO ₂	2	0,8	4	2,8
Бенз(а)пирен	C ₂₄ H ₁₂	225·10 ⁻⁵	9·10 ⁻⁵	-	-
Твердые частицы, сажа	C	-	-	8*	5,4*
Всего, кг	-	247	-	147	
% по топливу	-	-	100		100,0
% по видам топлива	-	100	-	59,5	-

Примечание. * – вместе с сажой.

В составе ОГ содержится несколько десятков углеводородных соединений. Особенно опасным из них является канцерогенный углеводород – бенз(а)пирен.

Сажа – твердые частицы углерода, также очень опасный компонент ОГ. Она является носителем канцерогенных ароматических углеводородов (в том числе бенз(а)пирена), которые адсорбируются на ее поверхности и сохраняются долгое время.

Оксиды серы угнетающе действуют на кроветворные органы человека, способствуют заболеванию дыхательных путей.

Пылеобразование на автомобильных дорогах происходит в результате износа покрытия, внесения колесами автомобиля на проезжую часть грязи и пыли, а также износа автопокрышек. На интенсивность пылеобразования влияют: физико-механические свойства материала, срок эксплуатации и состояние покрытия; скорость движения автотранспорта; масса, габариты и тип движущихся по дороге автомобилей; а также погодные условия в районе расположения трассы.

Дорожные покрытия делятся на пылящие и непылящие. К непылящим покрытиям относятся асфальтобетонные и цементобетонные. К пылящим – щебеночные, гравийные, грунтово-улучшенные, а также покрытия из отходов камнедробления, шлаков и других отходов, необработанных вяжущими материалами. По степени пылеобразующей способности пылящие покрытия делятся на три категории: слабопылящие, среднепылящие и сильнопылящие.

Ориентировочное пылевыведение, мг/м^3 , составляет:

- для сильнопылящих – более 60;
- среднепылящих – от 10 до 60;
- слабопылящих – менее 10.

Состояние покрытия по пылимости определяют в июне... августе в сухое время, в период с 15 по 17 часов дня, за движущимися со скоростью 30...40 км/ч грузовыми автомобилями средней грузоподъемностью (5...7 т).

2.2. Нормирование качества атмосферного воздуха

Нормирование содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест проводится по величинам их предельно допустимых концентраций (ПДК).

Различают максимально разовую $ПДК_{м.р}$ и среднесуточную $ПДК_{с.с}$ предельно допустимые концентрации. $ПДК_{м.р}$ – это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна вызывать при вдыхании в течение 20...30 минут рефлекторных реакций со стороны рецепторов верхних дыхательных путей (ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п.). Предотвращение появления запахов, раздражающего действия и рефлекторных реакций у населения, а также острого влияния атмосферных загрязнений на здоровье в период кратковременных подъемов их концентрации обеспечивается соблюдением $ПДК_{м.р}$.

Предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье населения при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм обеспечивается соблюдением их среднесуточной ПДК. $ПДК_{с.с}$ – это максимальная среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека резорбтивного действия. Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбрио-

токсических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит как от концентрации вещества в воздухе, так и от длительности его вдыхания.

Для отдельных веществ допускается использование ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ. ОБУВ – это временный гигиенический норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест. ОБУВ является нормативом предупредительного надзора. По истечении 3 лет он должен быть пересмотрен или заменен значением ПДК. Например, для тетраэтилсвинца, содержащегося в отработавших газах автомобилей, работающих на запрещенном законодательством этилированном бензине, ОБУВ составляет $3 \cdot 10^{-6}$ мг/м³.

Пыль образуется на автомобильных дорогах при движении транспорта. Показатель ПДК_{с.с} пыли в населенном пункте отличается от показателя в рабочей зоне (табл. 2).

Таблица 2

Предельно допустимые показатели пыли, мг/м³

Объект	Материал покрытия (горная порода)	ПДК _{с.с}
Населенный пункт	Не нормируется	0,15
Рабочая зона	Гранит, сионит, базальт, габбро, трахит, гнейс и др.	2,0
	Известняк, мергель, доломит	6,0

К «рабочей зоне» относится пространство вне населенных пунктов, до 2 м над поверхностью земли.

Химические газообразные примеси разделяют на приоритетные, или основные. Присутствие основных примесей почти всегда наблюдается в воздухе населенных пунктов. Специфические загрязнения, характерны для источников выбросов, расположенных именно в данном районе (для г. Омска – это ацетальдегид и этилбензол). Продукты сгорания топлив автотранспорта относятся к приоритетным: оксид углерода (IV) CO₂, оксид углерода (II) CO, оксид серы (IV) SO₂, оксиды азота NO_x, углеводороды C_xH_y. ПДК газо- и парообразных вредных веществ в воздухе населенных мест приведены в гигиенических нормативах ГН 2.1.6.695 (табл. 3).

Таблица 3

ПДК загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов, мг/м³

Компоненты загрязнителя	<i>ПДК_{м.р}</i>	<i>ПДК_{с.с}</i>	Класс опасности
Оксиды азота NO _x (NO ₂)	0,085	0,04	2
Оксид серы (IV) SO ₂	0,5	0,05	3
Оксид углерода (II) CO	5,0	3,0	4
Оксид углерода (IV) CO ₂	-	0,03...0,04 %*	1
Углеводороды C _n H _m	-	0,04	2

Примечание. * – норма в атмосфере.

В этом документе определены ПДК веществ, загрязняющих населенные пункты. Приведен перечень веществ, обладающих эффектом суммации и неполной суммации, а также перечень веществ, выброс которых в атмосферный воздух запрещен, что обусловлено их чрезвычайно высокой биологической активностью.

2.3. Показатели состояния воздушной среды

В жилой зоне и на других территориях проживания концентрации загрязняющих веществ не должны превышать 1 ПДК. В местах массового отдыха населения (дачных, садово-огородных участках, парках, городских пляжах, спортивных базах), а также на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания больных и центрах реабилитации концентрация загрязняющих веществ должна быть не более 0,8 ПДК. Соблюдение нормативов 1 ПДК, а также 0,8 ПДК обеспечивается с учетом суммации биологического действия веществ и продуктов их трансформации в атмосфере.

Для веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, сумма их относительных концентраций не должна превышать единицу:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ.

Одним из показателей оценки воздушной среды города является *фоновая концентрация загрязняющего вещества*, которая создается всеми источниками выбросов на территории, в месте расположения пункта наблюдения. За величину фоновой концентрации принимается статистически достоверная максимально разовая концентрация по данным наблюдений за 5 лет. За период наблюдений не должны измениться:

- методика отбора и анализа проб воздуха;
- место расположения поста, по данным которого рассчитывается фон;
- характер застройки вблизи поста;
- характер выбросов ближайших источников (в радиусе до 5 км от поста).

Число наблюдений за концентрацией примеси на одном посту за 5 лет должно быть не менее 800. Расчет фона производится с учетом направления и скорости ветра. Фоновые концентрации вредных веществ определяются по месту расположения постов и в целом по городу.

Для комплексной оценки уровня химического загрязнения атмосферного воздуха города используется *индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)*, который позволяет учитывать вклад в загрязнение многих веществ и представить уровень загрязнения одним числом. При этом учитывается класс опасности вещества, а его фактическая среднегодовая концентрация приводится к степени загрязнения воздуха оксидом серы (IV), исчисляясь в долях ПДК оксида серы. Оксид серы SO₂ выбран как один из повсеместно распространенных загрязнителей. Он обладает коррозионной активностью, чем наносит ущерб объектам техники и культуры. Оксид серы SO₂ токсичен по отношению к человеку и растениям. ИЗА рассчитывается по формуле:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^m \frac{C_i \cdot K_i}{ПДК_{с.с.i}},$$

где C_i – среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества;

$ПДК_{с.с.i}$ – его среднесуточная предельно допустимая концентрация;

K_i – безразмерный коэффициент, необходимый для приведения степени загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха оксидом серы.

Значения K_i принимаются равными 0,85, 1,0, 1,3, 1,5 для концентраций веществ 4, 3, 2, 1 классов опасности соответственно. Для сопоставления значений ИЗА для разных населенных пунктов или разного интервала времени в одном пункте их рассчитывают для одинакового количества веществ. В России расчет значений ИЗА принято проводить по 5 наиболее весомым загрязняющим веществам. Для большинства регионов страны к ним относят: взвешенные вещества, оксиды азота, оксид серы (IV), бенз(а)пирен, озон, формальдегид, фенолы, свинец и др.

В зависимости от значений ИЗА загрязнение воздушной среды города может быть низким (0...5), повышенным (5...7), высоким (7...14) и очень высоким (14...21).

Для определения общего уровня загрязнения атмосферного воздуха, помимо приборных методов, используются методы *биоиндикации*. Метод с использованием лишайников называется методом лишайноиндикации (от лат. *лихенес* – лишайник). Показателем комплексного загрязнения воздушной среды может служить другой индикаторный вид – сосна (по определению классов повреждения и усыхания, а также продолжительности жизни хвои).

2.4. Контроль за загрязнением воздушной среды автомобильным транспортом

Выбросы автотранспортного средства (АТС) контролируются в период ежегодного технического осмотра. Кроме этого, службой ГИБДД проводится круглогодичный выборочный контроль. Для его проведения организуется сеть постов (в стационарном или мобильном исполнении) и рациональное размещение постов на дорожной сети.

Государственный экологический контроль выбросов АТС осуществляется соответствующим отделом «Росприроднадзора». На предприятиях при выезде АТС контролируется содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах с помощью газоанализаторов (например, газоанализатором «ГИАМ-29» определяется концентрация оксида углерода (II) и углеводородов). За сверхнормативные выбросы предусмотрены штрафы и (или) приостановка эксплуатации АТС (например, запрещение выезда на линию).

2.5. Регулирование воздействий от подвижных источников загрязнения воздуха

Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) автотранспортными средствами регламентируются техническими нормативами. Ими являются стандарты ЕВРО.

Содержание ЗВ в отработавших газах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями по ЕВРО 1...6 приведены в табл. 4. Как видно из таблиц, стандарты предусматривают постоянное ужесточение норм выбросов ЗВ. Происходит не только количественное ужесточение норм, но и их качественное изменение. С 1 сентября 2009 г. 27 стран Европейского союза перешли на экологический стандарт ЕВРО 5, табл. 5.

Таблица 4

**Динамика значений норм выбросов легковыми
автомобилями массой до 1250 кг, г/км**

Ступень	Частицы	NO _x	C _x H _y	СО
ЕВРО 1	-/0,14	0,97/0,97*	-	2,72/2,72
ЕВРО 2	-/0,08	0,5/0,67*	-	2,2/1,0
ЕВРО 3	-/0,05	0,15/0,5	0,20/-	2.3/0,6
ЕВРО 4	-/0,025	0,08/0,25	0,10/-	1,0/0,5
ЕВРО 5	0,005/0,005	0,06/0,18	0,10/-	1,0/0,5
ЕВРО 6	0,005/0,005	0,06/0,08	0,10/-	1,0/0,5

Примечания: числитель/знаменатель – бензиновые/дизельные; * – C_xH_y +NO_x.

Новый норматив ужесточает требования к выбросам отходящих газов для новых полугрузовых и легковых автомобилей, оснащенных как бензиновыми, так и дизельными двигателями. По сравнению с ЕВРО 4 по стандарту ЕВРО 5 сокращение выбросов вредных веществ двигателями происходит на 80 %, оксидов азота – на 20 %. С 2013 г. введены ЕВРО 6. При этом по новым европейским требованиям выбросы углекислого газа должны составлять 120 г на километр пути.

Введение стандартов ЕВРО предусматривает производство и использование соответствующего этому европейскому нормативу топлива. Если автомобиль использует бензин низшего класса по уровню чистоты (не соответствующего данному экологическому классу автомобиля), выхлопы будут соответствовать выхлопам того экологического класса, к которому относится данное автотранспортное средство, но износ двигателя автомобиля будет весьма значительным.

Сроки введения норм ЕВРО

Тип автомобилей	ЕВРО 1	ЕВРО 2	ЕВРО 3	ЕВРО 4	ЕВРО 5	ЕВРО 6
Легковые автомобили	1992	1996	2000	2005	2009	Сентябрь 2014
Грузовые автомобили с полной массой до 3,5 т	1994	1998	2000	2005	2010	Сентябрь 2015
Грузовые автомобили с полной массой от 3,5 до 12 т	1994	1998	2001	2006	2010	Сентябрь 2015
Грузовые автомобили с полной массой свыше 12 т и автобусы	1992	1995	1999	2005	2008	2013

На территории РФ обязательная сертификация автотранспортных средств на соответствие экологическим стандартам введена с 2007 г. В России действует *технический регламент* «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории РФ, вредных (загрязняющих) веществ». Наша страна поступательно принимает обязательства по экологической безопасности, аналогичные требованиям европейского сообщества. Эти требования сформулированы в указанном техническом регламенте на основе Правил Европейской экономической комиссии организации объединенных наций.

Обязательства по ЕВРО 4 Россия выполняет с 2010 г. ЕВРО 5 действует на территории РФ с 2009 г., но только для дизельных двигателей. Для легковых автомобилей действие ЕВРО 5 в России вступило в силу с 1 июля 2013 г.

Исполнение стандарта ЕВРО означает, что автомобиль, выпускаемый в стране или пересекающий ее границу должен иметь экологический класс автомобиля соответствующий конкретному стандарту. Выбросы двигателя автомобиля не должны содержать вредных веществ, превышающих законодательно установленное их количество.

Технический регламент предусматривает также выпуск в обращение автомобильных бензинов и дизельного топлива стандарта не

ниже ЕВРО 2 до 2013 г., ЕВРО 3 – до 31 декабря 2014 г., ЕВРО 4 – до 31 декабря 2015 г., ЕВРО 5 – с 1 января 2016 г.

Технические нормативы выбросов автотранспортных средств не связаны напрямую с гигиеническими нормативами – ПДК отдельных загрязняющих веществ. Они устанавливаются исходя из общественной потребности, технической возможности, стоимости. Взаимосвязка технических нормативов с гигиеническими составляет комплексную проблему, решение которой позволит оценивать и прогнозировать экологическую ситуацию на транспортных магистралях и автомобильных дорогах.

2.6. Методы по охране воздушной среды от выбросов автотранспорта

Мероприятия градостроительных, административно-организационных, технико-технологических и нормативно-правовых методов снижают воздействие автотранспорта на окружающую среду и направлены на повышение средней скорости транспортных потоков.

К градостроительным методам относятся следующие мероприятия:

- строительство жилых зданий на соответствующем расстоянии от автомагистралей (защита расстоянием);
- размещение вдоль автомобильных дорог зеленых насаждений;
- строительство транспортных развязок на разных уровнях, строительство тоннелей и пешеходных переходов;
- расширение магистралей (изменение параметров дорог) и развитие улично-дорожной сети;
- строительство объездных дорог для транзитного автотранспорта;
- прокладка дорог мимо заповедных зон и исторических памятников;
- создание защитных экранов (которыми могут быть стены соответствующих зданий, земляные насыпи и откосы при проложении дороги в выемке).

Снижение концентрации газообразных загрязнений при проведении градостроительных мероприятий (в процентах к величине концентрации) приведено в табл. 6.

Административно-организационные методы включают:

- организацию одностороннего движения на участках городской застройки с узкой проезжей частью, имеющих сложившийся характер планировки;
- выделение в центральной части городов территорий с запретом или ограничением на движение большегрузного автотранспорта;
- внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением т.п. (усиление контроля за движением автотранспорта).

Таблица 6

**Снижение концентрации газообразных загрязнений
градостроительными мероприятиями**

Мероприятия	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. Земляные насыпи, откосы при проложении дороги в выемке при разности отметок от 3 до 5 м	60
9. Земляные насыпи, откосы при проложении дороги в выемке при разности отметок более 5 м	70

К технико-технологическим методам относятся мероприятия по повышению экономичности двигателей, снижению массы конструкций, снижению токсичности отработавших газов (нейтрализаторы выхлопных газов, фильтры, присадки к топливу), использованию экологически более чистых видов топлива, применению комбинированных источников энергии.

Нормативно-правовые методы включают мероприятия по установлению норм выбросов загрязняющих веществ и норм платы за выбросы загрязняющих веществ и др. виды вредного экологического

воздействия, по введению экологических налогов и штрафов, формированию финансовых средств на природоохранные цели.

Выбор методов по снижению загрязнения воздушной среды от автомобильного транспорта следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения вариантов природоохранных мероприятий.

2.7. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха придорожных территорий пылью

Влияние пыли, образующейся при движении автомобильного транспорта, следует оценивать при проектировании автомобильных дорог с переходными и низшими типами дорожных одежд, а также при проектировании стадийного строительства дорог с капитальными дорожными одеждами, когда на первой стадии строительства предусматриваются гравийные (щебеночные) и другие покрытия из неукрепленных материалов.

Основным критерием качества воздуха при пылевыведении покрытий на автомобильных дорогах является коэффициент запыленности $K_{нл}$, определяемый по формуле:

$$K_{нл} = \frac{C_{\phi}}{ПДК_{с.с}}, \quad (1)$$

где C_{ϕ} – фактическая среднесуточная концентрация пыли, мг/м³, принимается по данным табл. 7;

$ПДК_{с.с}$ – предельно допустимая концентрация пыли, мг/м³, определяется по табл. 2.

Мероприятия по снижению запыленности воздуха осуществляют в населенных пунктах при $K^{нп}_{нл} > 1$, в рабочей зоне при $K^{рз}_{нл} \geq 1,2$.

Оценку степени запыленности воздуха и назначение мероприятий по ее снижению производят в следующей последовательности.

1. Проектируемый участок дороги разбивают на зоны в зависимости от объекта запыленности и определяют $ПДК_{с.с}$ пыли по табл. 2.

2. C_{ϕ} принимают по данным табл. 8.

3. Определяют $K_{нл}$ по формуле (1) и оценивают состояние покрытия по пылимости, сравнивая полученные показатели с нормативными ($K^{нп}_{нл} < 1$, $K^{рз}_{нл} < 1,2$).

Таблица 7

Значения фактической среднесуточной концентрации пыли

Наименование покрытия	C_{ϕ} , мг/м ³
Щебеночные, гравийные и другие виды материалов, обработанные вяжущими	1...3
Щебеночные из прочных пород, построенные по методу заклинки	10...20
Гравийные	20...40
Щебеночные (известняк), построенные по методу плотных смесей	40...60
Грунтовоулучшенные	60...100
Грунтовые	Более 100

Таблица 8

Значения коэффициента снижения запыленности воздуха K_o в зависимости от удаленности объекта от источника пыли

C_{ϕ}	Расстояние от кромки покрытия автомобильной дороги, м						
	0	20	40	60	80	100	200
< 10	1	0,4	0,1	0	0	0	0
10...60	1	0,35	0,15	0,05	0,01	0	0
> 60	1	0,30	0,2	0,2	0,05	0,01	0

4. По табл. 8 определяют коэффициент снижения запыленности воздуха окружающей среды в зависимости от удаленности объекта от источника пыли K_o .

Указанные коэффициенты принимают для летнего периода года при господствующем направлении ветра под углом 45...135° относительно оси дороги.

5. Определяют коэффициент запыленности воздуха окружающей среды K_{nl}^{oc} на намеченном расстоянии от дороги по формуле:

$$K_{nl}^{oc} = K_{nl} \times K_o. \quad (2)$$

6. По полученному значению K_{nl}^{oc} принимают решение о возможности проложения трассы автодороги на намеченном расстоянии от существующего объекта или решение о проведении мероприятий по снижению запыленности воздуха.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1
Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха
выбросами автотранспорта

Задание

Определить концентрацию загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода (II) CO, углеводородами C_nH_m, оксидами азота NO_x на границе застройки и на расстоянии 40, 60, 80, 100 и 150 м от автомобильной дороги. Дать оценку уровню загрязненности воздушной среды отработавшими газами, сравнив концентрации загрязняющих веществ с их среднесуточными ПДК.

Исходные данные

Автомобильная дорога III категории. Интенсивность движения – 2500 автомобилей в сутки. Расчетная часовая интенсивность движения составляет:

$$N = 2500 \cdot 0,076 = 190 \text{ авт./ч.}$$

Состав транспортного потока приведен в табл. 9. Средняя скорость движения потока – 60 км/ч. 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 9

Исходные данные по составу транспортного потока

Тип автомобилей	Содержание в потоке, %	Интенсивность, авт./ ч	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

Методические указания к выполнению задания

В состав отработавших газов двигателей автомобильного транспорта входит ряд компонентов, из которых существенный объем занимают токсичные газы: оксид углерода (II) – CO, углеводороды C_nH_m и оксиды азота NO_x. Оценку уровня загрязнения воздушной среды отработавшими газами производят на основе прогнозов в соответствии с расчетами.

Методика расчета основана на следующих этапах:

- 1) определение эмиссии (т.е. выбросов) отработавших газов;
- 2) определение концентрации загрязнения воздуха этими газами на различном удалении от дороги;
- 3) сравнение полученных данных с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) данных веществ в воздушной среде.

При расчете выбросов учитываются различные типы автотранспортных средств, конкретные дорожные условия, а также часовая интенсивность автомобилей в смешанном потоке автотранспорта в соответствии с пропускной способностью автомобильных дорог.

1. Мощность эмиссии каждого загрязняющего вещества отработавших газов (CO, C_nH_m, NO_x) определяется по формуле:

$$q = 2,06 \times 10^{-4} \times m \times \left[\left(\sum_1^i (G_{ik} \times N_{ik} \times K_k) \right) + \left(\sum_1^i (G_{id} \times N_{id} \times K_d) \right) \right], \quad (3)$$

где q – мощность эмиссии данного вида загрязняющего вещества 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. 2) 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. 10;

G_{id} – то же, для дизельных автомобилей, л/км;

N_{ik} – расчетная перспективная интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./ч;

N_{id} – то же, для дизельных автомобилей, авт./ч;

K_k и K_d – коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей соответственно по табл. 11.

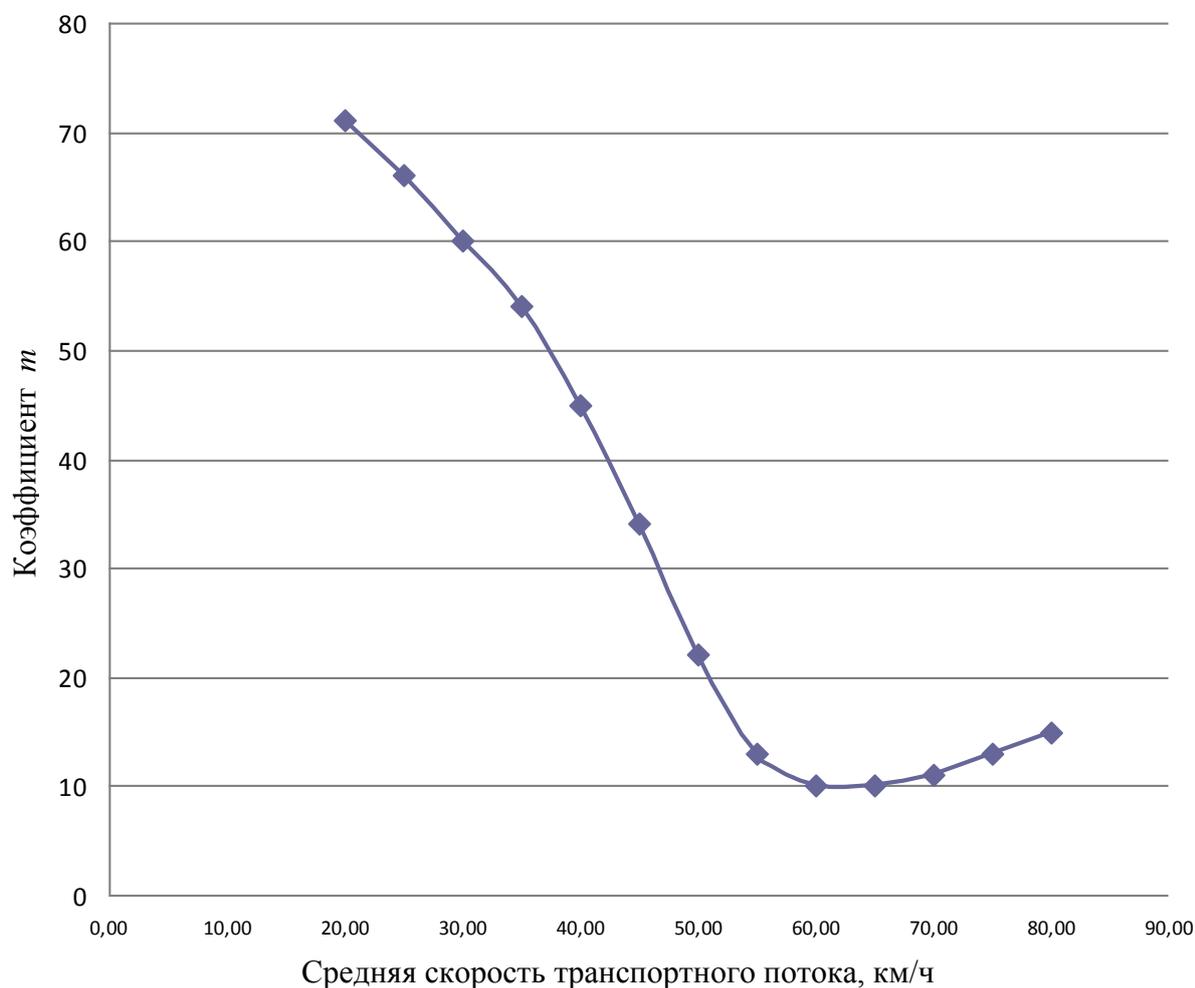


Рис. 2. Зависимость величины коэффициента m от средней скорости транспортного потока

Таблица 10

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 тонн)	0,16
Грузовые автомобили карбюраторные (6 тонн и более)	0,33
Грузовые автомобили дизельные	0,34
Автобусы карбюраторные	0,37
Автобусы дизельные	0,28

Значения коэффициентов K_k и K_d

Вид выбросов	Тип двигателя	
	карбюраторный	дизельный
Оксид углерода (II) CO	0,60	0,140
Углеводороды C _n H _m	0,12	0,037
Оксиды азота NO _x	0,06	0,015

При наличии фактических данных об эмиссии токсичных составляющих отработавших газов автомобилей следует принимать непосредственно значения этих данных без пересчета по расходу топлива.

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

2. Концентрация загрязнений атмосферного воздуха оксидом углерода, углеводородами и оксидами азота вдоль автомобильной дороги определяется по формуле:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{\sqrt{2\pi} \times \sigma \times V \times \sin \varphi}} + F, \quad (4)$$

где C – концентрация данного вида загрязнения в воздухе, г/м³;

q – мощность эмиссии данного вида загрязняющего вещества от транспортного потока на конкретном участке дороги, г/м·с;

σ – стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, м, принимается по табл. 12;

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 градусов скорость ветра следует умножить на синус угла, при угле менее 30 градусов – коэффициент 0,5;

F – фоновая концентрация загрязнения воздуха, г/м³.

Таблица 12

Значения стандартного Гауссового отклонения σ

Солнечная радиация	Расстояние при удалении от кромки проезжей части, м								
	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

Уровень солнечной радиации принимается в зависимости от того, какая погода превалирует в расчетный месяц. Сильная солнечная радиация соответствует ясной солнечной погоде, слабая – пасмурной (в т.ч. дождливой). Величина σ принимается для периода наибольшей интенсивности движения

3. Результаты расчетов концентраций токсичных составляющих отработавших газов сопоставляются со среднесуточными предельно допустимыми концентрациями в воздухе населенных мест, которые приведены в табл. 3.

По полученным результатам расчетов строится график зависимости концентраций загрязняющих веществ от расстояния от кромки проезжей части дороги, рис. 3. Этот график характеризует загрязнение придорожной зоны отработавшими газами автотранспорта.

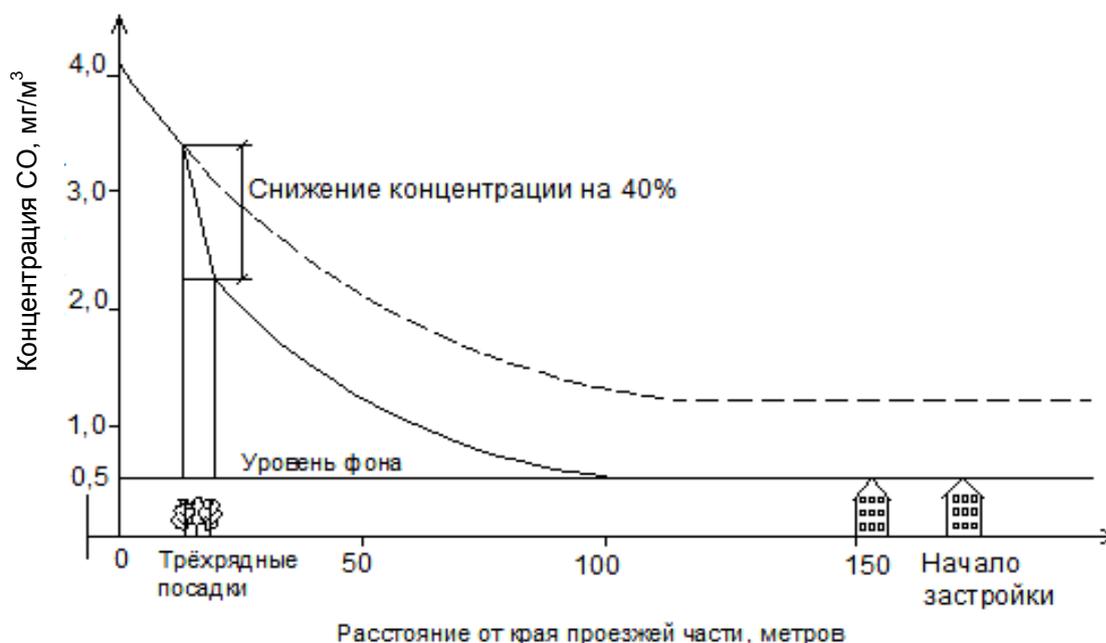


Рис. 3. Зависимость концентрации оксида углерода CO от расстояния от дороги

Порядок выполнения задания

1. Определяем коэффициент m , учитывающий дорожные и автотранспортные условия. По графику (см. рис. 2) принимаем $m = 0,10$.

2. Определяем удельные эмиссии загрязняющих веществ, формула (3), используя табл. 10 и 11.

2.1. Рассчитываем мощность эмиссии CO, q_{CO} , г/м·с.

2.2. Рассчитываем мощность эмиссии C_nH_m , q_{CH} , г/м·с.

2.3. Рассчитываем мощность эмиссии NO_x , q_{NO} , г/м·с.

3. Определяем концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на расстоянии 20 метров от кромки проезжей части, где находится граница застройки, формула (4).

3.1. Рассчитываем концентрацию оксида углерода C_{CO} .

3.2. Рассчитываем концентрацию углеводородов C_{CH} .

3.3. Рассчитываем концентрацию оксидов азота C_{NO} .

4. Аналогично определяем концентрацию загрязняющих веществ и для других расстояний от кромки проезжей части дороги. Результаты расчетов заносим в табл. 13.

Таблица 13

**Концентрации загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе придорожной территории, мг/м³**

Загрязняющие вещества	Расстояние от кромки проезжей части дороги, м					
	20	40	60	80	100	150
Оксид углерода CO						
Углеводороды C_nH_m						
Оксиды азота NO_x						

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

6. Сравниваем концентрации оксида углерода (II), углеводородов и оксидов азота и их среднесуточными ПДК. В выводе даем оценку уровню загрязнения воздушной среды отработавшими газами транспортного потока автомобильной дороги.

Контрольные вопросы

1. Какой состав отработавших газов автомобилей с карбюраторными и дизельными двигателями? Нетоксичные и токсичные компоненты отработавших газов.

2. В чем заключается опасность выбросов автотранспорта для здоровья человека? Какой токсикологический эффект имеют отдельные вредные примеси?

3. Какие дорожные покрытия относятся к пылящим, а какие к не пылящим? Какое пылевыведение имеют пылящие покрытия отдельных категорий?

4. Какую характеристику имеют: $ПДК_{м.р}$, $ПДК_{с.с}$, ОБУВ?

5. Поясните понятие «рабочая зона», используемое в методике оценки загрязнения атмосферного воздуха придорожных территорий пылью.

6. Охарактеризуйте показатели воздушной среды: доли ПДК, фоновая концентрация загрязняющих веществ.

7. Охарактеризуйте показатель комплексной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха – ИЗА.

8. Какой контроль проводится за загрязнением воздуха автомобильным транспортом?

9. В чем заключается регулирование воздействия автотранспорта стандартами ЕВРО?

10. Какие мероприятия градостроительных методов применяются для охраны атмосферного воздуха от воздействия автотранспорта?

11. В чем заключается методика оценки загрязнения атмосферного воздуха придорожных территорий пылью? Состав и последовательность определений.

12. Какое значение имеет нормативный коэффициент запыленности в населенном пункте и в «рабочей зоне»? Определение фактического значения коэффициента запыленности и его зависимость от удаления объекта защиты от автомобильной дороги.

13. В чем заключается методика оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобильного транспорта при проектировании автомобильных дорог? Состав и последовательность определений.

14. Какой принцип оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспорта на придорожной территории?

3. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

3.1. Акустическое загрязнение

Акустическое загрязнение является шумом. Шумы представляют собой хаотическое сочетание различных мешающих и нежелательных звуков. Звук – это явление, субъективно воспринимаемое органом слуха человека. В физическом смысле звук представляет собой колебательное движение частиц газообразной, жидкой или твердой среды, распространяющееся в виде волн. Звуковые колебания характеризуются скоростью распространения, длиной волны, частотой f , интенсивностью I .

Человек слышит звук в акустическом диапазоне частотой от 20 до 20000 Гц. Звук с частотой ниже 20 Гц – инфразвук, выше 20000 Гц – ультразвук. Хотя инфразвук и ультразвук неслышимы, они так же, как и чрезмерный шум, оказывают на человека вредное воздействие.

Интенсивность звука I (Вт/м²) – это поток звуковой энергии в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, через которую он проходит. Звук оказывает давление на барабанную перепонку уха человека, которое называется *звуковым давлением P* .

Восприятие шума человеком ограничено. Порог слышимости определяется звуковым давлением P_0 , равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па при частоте 1000 Гц. Ниже этого предела звукового давления человек звук не воспринимает. Порог болевого ощущения звука этой же частоты наступает при давлении равном 200 Па (это верхний предел). Для характеристики уровня звукового давления используют шкалу логарифмов отношения данной величины звука к порогу слышимости. Единицы измерения этой шкалы – децибелы. *Уровень звукового давления L , дБ:*

$$L = 20 \lg (P/P_0),$$

где P – среднеквадратичное звуковое давление в данной полосе частот.

Величинами L оценивается спектральный состав шумов по частоте.

Спектр звуков, воспринимаемых человеком, делится на девять октавных полос. Полоса частот, в которой верхняя граничная полоса $f_в$ в

два раза больше нижней f_n ($f_в/f_n = 2$), называется октавной. Октавную полосу в целом характеризует среднегеометрическая частота $f_{cp} = \sqrt{f_n \cdot f_в}$. Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и имеют значения: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Им соответствуют граничные частоты 22–45, 45–90, 90–180, 180–355, 355–710, 710–1400, 1400–1800, 2800–5600, 5600–11200 Гц. Уровни звукового давления L в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами являются нормируемыми параметрами постоянного шума.

Прибором для измерения звукового давления служит шумомер. Для интегральной оценки постоянного шума используется *уровень звука* L_A , дБА.

$$L_A = 20 \lg (P_A / P_0),$$

где P_A – среднеквадратичное звуковое давление, измеренное с учетом корректировки частотной характеристикой шумомера (шкала А). Известно, что при одном и том же уровне звукового давления человек воспринимает звук высоких частот как более громкий. Шкала А отражает частотную чувствительность человеческого уха.

Область слухового восприятия шума человеком по звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5} \dots 200$ Па соответствует диапазону 0...130 дБ. При этом снижение (увеличение) уровня звука на 10 дБА означает снижение (увеличение) воспринимаемой слухом субъективной громкости в 2 раза, на 20 дБА – в 4 раза и т.д.

В зависимости от длительности воздействия шумы делятся на постоянные и непостоянные. К постоянным относятся шумы, уровни звука которых изменяются во времени не более чем на 5 дБА. Непостоянные шумы делятся на колеблющиеся, прерывистые и импульсные. Уровень звука колеблющихся шумов меняется во времени непрерывно. Это все виды транспортных шумов. Прерывистый шум прерывается паузами. Время, в течение которого прерывистый шум остается постоянным, составляет одну секунду и более. Импульсные шумы представляют собой звуковые сигналы длительностью менее одной секунды.

Характеристикой непостоянного шума является *эквивалентный (по энергии) уровень звука* $L_{Aэкв}$, дБА.

$$L_{Aэкв} = 10 \lg \frac{1}{T} \sqrt{\int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt},$$

где $P_A(t)$ – текущее значение среднеквадратичного звукового давления;
 T – продолжительность действия шума;
 t – время.

Так, эквивалентный уровень звука данного колеблющегося шума представляет собой уровень звука постоянного, широкополосного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и колеблющийся шум. Непостоянный шум оценивается также максимальным уровнем звука L_{Amax} , дБА. Нормируемые максимальные уровни звука превышают нормируемые эквивалентные уровни звука на 15 дБА.

Каждый источник шума характеризуется звуковой мощностью. *Звуковая мощность* W , Вт, – это количество звуковой энергии, излучаемой источником в окружающую среду за единицу времени. Мощность звука определяется как интенсивность звука сферической поверхности S , внутри которой находится источник шума:

$$W = \oint_S I dS.$$

Уровень звуковой мощности L_W , дБ, источника шума равен:

$$L_W = 10 \lg W/W_0,$$

где W_0 – пороговая мощность, равная 10^{-12} Вт.

Воздействие шума на человека. Уровни звука на территории населенного пункта могут превышать естественный шумовой фон. Шелест листьев, журчание ручья, шум морского прибоя, пение птиц создают шум от 10 до 45 дБА. В современных крупных городах до 60 % населения проживают в условиях акустического дискомфорта. Повышенный шум вызывает ухудшение слуха, развитие специфического заболевания – неврита слуховых нервов, последствием которого может быть глухота. Неспецифическое воздействие шума проявляется в нарушениях работы нервной и сердечно-сосудистой систем (возрастание артериального давления, раздражительность, апатия и т.п.). При уровне шума 50...60 дБА создаются нагрузки на нервную систему, шум выше 70 дБА вызывает физиологическое воздействие, шум в 85...90 дБА приводит к ухудшению слуха.

Возникающий *при движении автотранспортных средств шум* ухудшает качество среды обитания человека и животных на прилегающих к дороге территориях. Транспортный шум действует на нерв-

ную систему человека, снижает трудоспособность, уменьшает сопротивляемость сердечно-сосудистым заболеваниям.

Эквивалентный уровень звука на эксплуатируемой автомобильной дороге зависит от следующих факторов.

Транспортными факторами являются:

- 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.

3.2. Нормирование шума на территориях

Допустимые уровни звука при проектировании автомобильных дорог в зависимости от функционального назначения территории приведены в табл. 14.

Таблица 14

Допустимые уровни звука, дБА

Территории	С 23 до 7 часов (ночь)	С 7 до 23 часов (день)
Населенных мест	45	55
Промышленные	55	65
Массового отдыха и туризма	35	50
Санаторно-курортные	30	40
Сельскохозяйственного назначения	45	50
Заповедников и заказников	До 30	До 35

Заказчиком проекта при соответствующем обосновании могут быть установлены более низкие величины допускаемого шума.

Допустимые уровни звука и уровни звукового давления на территории жилой застройки регламентированы СНиПом, СН 2.2.4/2.1.8.562 и приведены в табл. 15.

Таблица 15

Допустимые уровни звука и звукового давления в жилой застройке

Территории	Допустимые уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Допустимые и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Территории больниц, санаториев непосредственно прилегающие к зданию	$\frac{67}{59}$	$\frac{57}{48}$	$\frac{49}{40}$	$\frac{44}{34}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{37}{27}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{33}{23}$	$\frac{45}{35}$
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений, библиотек	$\frac{75}{67}$	$\frac{66}{57}$	$\frac{59}{49}$	$\frac{54}{44}$	$\frac{50}{40}$	$\frac{47}{37}$	$\frac{45}{35}$	$\frac{44}{33}$	$\frac{55}{45}$
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	$\frac{79}{71}$	$\frac{70}{61}$	$\frac{63}{54}$	$\frac{59}{49}$	$\frac{55}{45}$	$\frac{53}{42}$	$\frac{51}{40}$	$\frac{49}{39}$	$\frac{60}{50}$
Площадки отдыха на территории больниц и санаториев	59	48	40	34	30	27	25	23	35
Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений	67	57	49	44	40	37	35	33	45

Примечание. Дробью обозначено: вверху для времени суток с 7 до 23 ч, внизу – с 23 до 7 ч.

3.3. Акустические расчеты

Объектами шумозащиты от воздействия автотранспорта в зоне влияния автомобильной дороги являются территории с нормируемым шумовым режимом (см. табл. 14 и 15).

Для проведения акустических расчетов выявляются источники шума (ИШ), выбираются расчетные точки (РТ) на территории защищаемого объекта, определяются пути распространения шума.

Источником шума на придорожной территории является транспорт. В населенном пункте наибольшие уровни транспортного шума наблюдаются у фасада здания на высоте 3...5-го этажей. На высоте 1-го, 2-го этажей уровни шума ниже из-за поглощения звука поверхностью земли и зелеными насаждениями. Поэтому РТ выбирают на высоте 12 м над поверхностью территории, в двух метрах от наружного ограждения.

Акустические расчеты по шумовому воздействию автомобильной дороги включают следующие определения:

1. Определение шумовой характеристики потока автомобильного транспорта, определяемой на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта, L_{mpn} с поправкой на его среднюю скорость движения ΔL_n .

2. Определение уровня звука у РТ $L_{эkv}$ как суммы эквивалентного уровня звука транспортного потока ($L_{mpn} + \Delta L_n$) и поправок: на продольный уклон ΔL_i и вид покрытия дороги ΔL_∂ , состав потока ΔL_k , количество дизельных автомобилей в потоке $\Delta L_{\partialз}$, а также поправок на снижение уровня звука за счет расстояния от полосы движения транспорта до РТ ΔL_L с учетом типа поверхности между дорогой и РТ K_p . Обязательно суммируется фоновый уровень звука на данной территории F .

3. Если эквивалентный уровень звука на придорожной территории превышает допустимый, $L_{эkv} \geq L_{норм}$, следует применить шумозащитные мероприятия. После проведения шумозащитных мероприятий эквивалентный уровень звука на придорожной территории L не должен превышать допустимый, $L \leq L_{норм}$.

3.4. Методы снижения транспортного шума

Градостроительные методы защиты придорожной территории от транспортного шума включают мероприятия: по рациональному проектированию улично-дорожной сети, зонированию территории, организации территориальных разрывов (защита расстоянием), строительству акустических экранов, устройству вдоль автомобильных дорог древесно-кустарниковых полос.

Принцип организации территориальных разрывов между источником шума и объектом шумозащиты основан на закономерности снижения уровня звука с расстоянием. При удвоении расстояния от точечного источника звука (например, с 200 м до 400 м) шум уменьшается на 6 дБА.

Приемами планировки создаются бестранспортные зоны на жилых территориях. При этом межмагистральные территории жилой застройки должны быть максимально укрупнены. Число перекрестков и других транспортных узлов должно быть по возможности уменьшено. Недопустим сквозной проезд автомобильного транспорта через территорию микрорайона.

Принцип работы акустического экрана основан на создании за ним зоны звуковой тени. Шумозащитные экраны размещают на пути распространения звуков. Экранами могут быть естественные элементы рельефа местности – овраги, балки, выемки, холмы, земляные кавальеры, насыпи. Искусственными сооружениями, экранирующими транспортный шум, являются расположенные по краю дороги ограждающие и защитные стенки или барьеры, подпорные стенки, а также стенки на разделительной полосе дороги. Дороги могут размещаться в выемках. Варианты дорожных экранирующих сооружений приведены на рис. 4.

Шумозащитные стенки-экраны проектируют из различных материалов – монолитного и сборного железобетона, металлических панелей со звукоизолирующей облицовкой. Иногда в полотно панели включают светопрозрачные вставки из акрилового пластика, позволяющие водителям обозревать ландшафт. Экранирующие стенки должны иметь поверхностную плотность не менее 30 кг/м^2 и могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Эффективность снижения шума прямо пропорциональна высоте и протяженности экранирующих сооружений. Скоростные дороги и магистрали улиц мо-

гут располагаться в туннелях. При конструировании шумозащитных ограждений следует учитывать эстетические требования, безопасность движения, прочность, устойчивость, технологические условия строительства и эксплуатации.

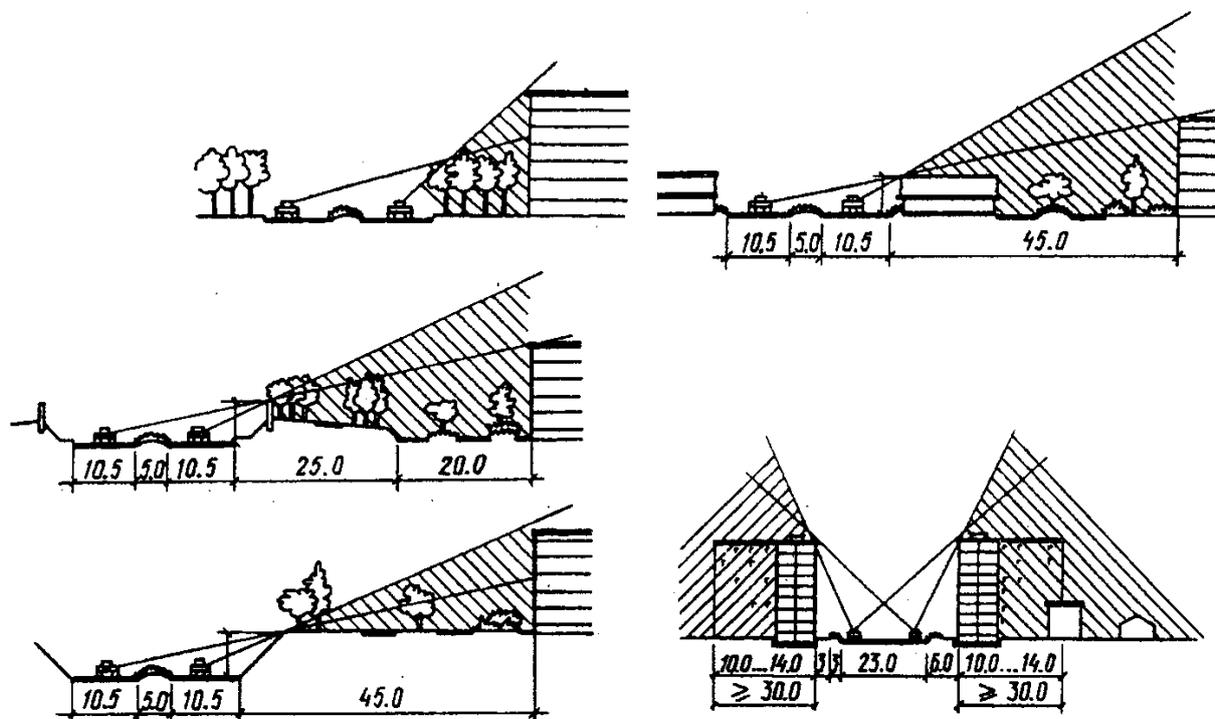


Рис. 4. Шумозащитные экраны

На рис. 5 показаны некоторые примеры конструктивных решений шумозащитных экранов, валов, выемок.

В качестве шумозащитных экранов используются здания, в помещениях которых допускаются уровни звука более 50 дБА.

Это здания нежилого назначения – гаражи, склады, магазины, столовые, кафе и другие учреждения коммунально-бытового обслуживания. В качестве экранов используются жилые и общественные здания. При этом они должны иметь специальную планировку помещений. Со стороны источников шума располагаются подсобные помещения (коридоры, лестничные клетки, кухни, санузлы, вестибюли и прочее), одна из жилых комнат квартиры с числом комнат более двух, а также помещения, функциональное назначение которых допускает превышение уровня шума.

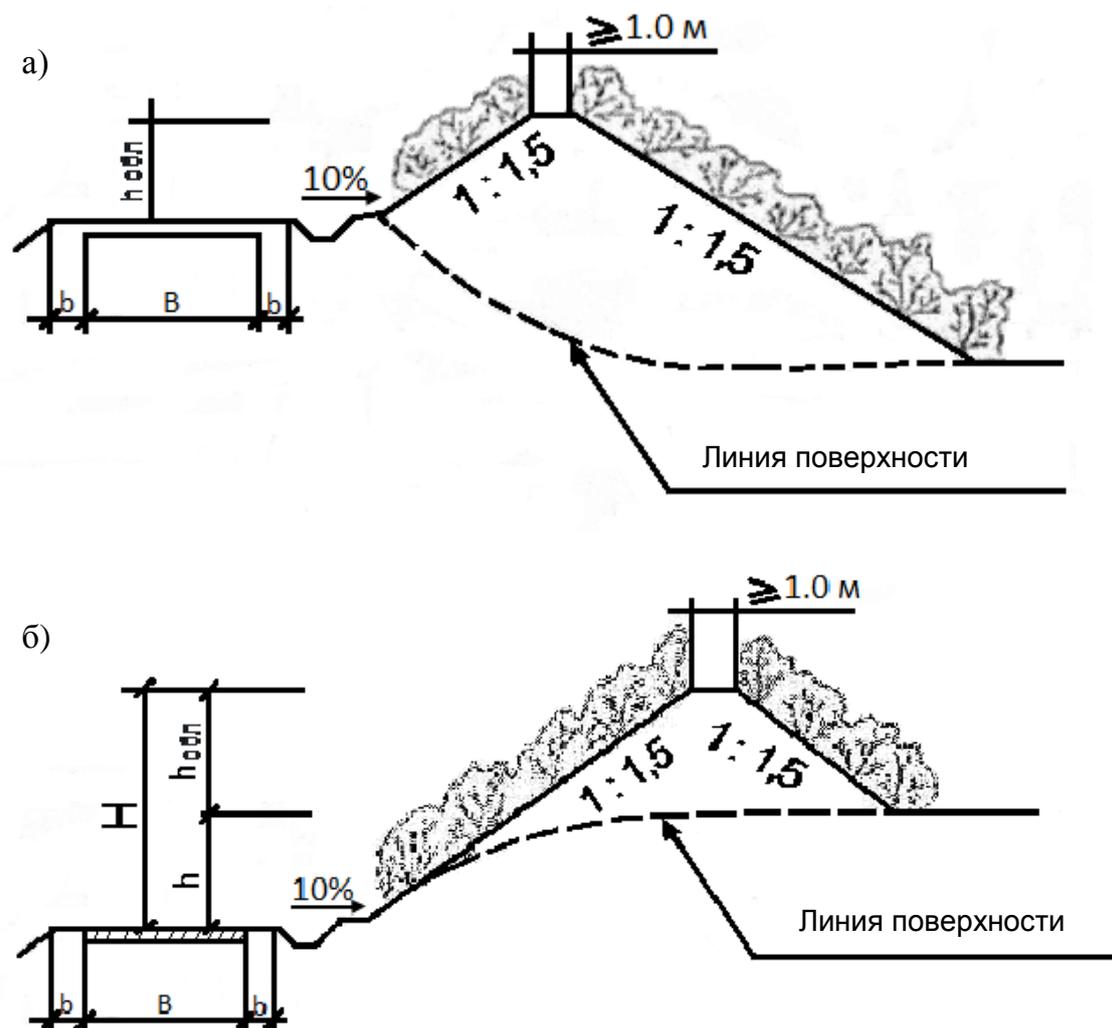


Рис. 5. Примеры конструктивных решений по защите от транспортного шума:
а – шумозащитный грунтовый вал при проложении дороги в насыпи;
б – шумозащитный грунтовый вал при проложении дороги в выемке

Окна домов-экранов со стороны магистральных улиц должны иметь повышенную звукоизоляцию. Дома-экраны обычно имеют значительную длину и высоту. Они защищают расположенные за ними здания и внутриквартальные территории. Дома-экраны могут защищать целый микрорайон (рис. 6). На перекрестках улиц размещают шумозащитные здания Г-образной конфигурации.

Шумозащитный дом

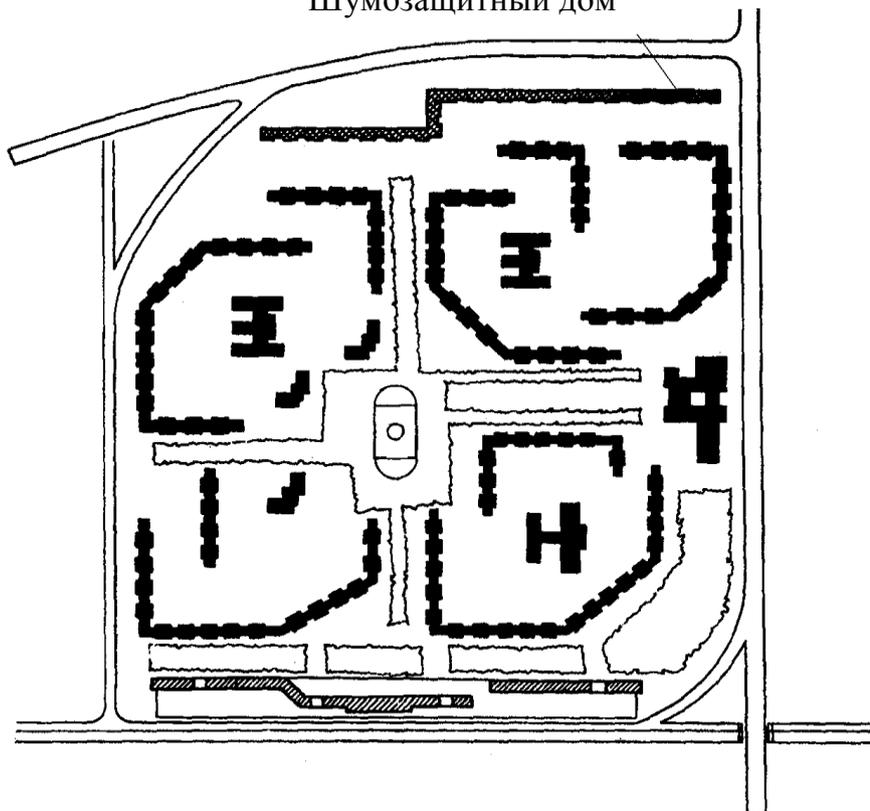


Рис. 6. Размещение шумозащитных зданий на территории микрорайона

Для защиты территории от транспортного шума применяются специально сформированные полосы зеленых насаждений. Полосы озеленения должны состоять из очень плотных посадок деревьев, смыкающихся своими кронами.

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). Расстояния между растениями следует принимать в соответствии с табл. 16.

Таблица 16

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

Величины снижения уровня звука различными типами зеленых насаждений приведены в табл. 17. Однако зеленые насаждения – это сезонное, временное средство шумозащиты.

Таблица 17

Величины снижения уровня шума различными типами зеленых насаждений ΔL_E , дБА

№ п/п	Состав посадок	Ширина посадок, м	Интенсивность движения, авт./ч			
			до 60	200	600	1200
1	Три ряда лиственных пород (клен остролистный, вяз, липа мелколистная, тополь бальзамический) с кустарником в виде живой изгороди или подлеска (клен татарский, спирея калинолистная, жимолость татарская)	10	6	7	8	8
2	Четыре ряда лиственных пород (липа мелколистная, клен остролистный, тополь бальзамический) с кустарником в виде двухъярусной изгороди (акация желтая, спирея, гордовина, жимолость татарская)	15	7	8	9	9
3	Четыре ряда хвойных пород (ель, лиственница) шахматной посадки с двухъярусным кустарником (терн белый, клен татарский, акация желтая, жимолость)	15	13	15	17	18
4	Пять рядов лиственных пород (аналогично п. 2)	20	8	9	10	11
5	Пять рядов хвойных пород (аналогично п. 3)	20	14	16	18	19
6	Шесть рядов лиственных пород (аналогично п. 2)	25	9	10	11	12

При проектировании шумозащитных полос на снегозаносимых участках дороги следует учитывать необходимость соблюдения минимального расстояния между бровкой земляного полотна и краем посадок в соответствии с СНиП 1.05.02-85.

К технико-технологическим методам относятся мероприятия по снижению шума в источнике; замене шумных источников, конструкций, технологий на малошумные; использованию новейших акустических технологий. Например, электромобиль на 15...20 дБА менее шумен, чем автомобиль с дизельным двигателем. Шум, генерируемый шинами автомобиля, может быть снижен на 3...4 дБА при замене асфальтового покрытия на специальное покрытие с содержанием резины. В конструкции автомобиля используется целый набор шумозащитных элементов.

К административно-организационным методам относятся мероприятия:

- по организации контроля за уровнем шума на территориях населенных пунктов;
- рациональной организации транспортных потоков, ограничению движения грузовых автомобилей и мотоциклов в определенных зонах города и по времени; запрещению звуковых автомобильных сигналов;
- вынесению шумных предприятий за пределы спальных районов, регламентации по времени шумных источников (например, громкая музыка) или запрещению их работы (например, громкоговорящая связь на сортировочных и грузовых станциях).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Расчет уровня шума на придорожной территории

Задание 1

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

Исходные данные

Интенсивность движения – 1650 авт./ч. Средняя скорость движения транспортного потока – 60 км/ч. Продольный уклон – 2,0 %. Покрытие – цементобетонное. Число полос движения – 4. Ширина разделительной полосы 5 м. Поверхность земли покрыта густым травяным покровом. Средняя высота источников автотранспортного шума над поверхностью дорожного покрытия составляет 1,2 м. Расстояние от расчетной оси полосы движения до границы откоса выемки вместе с расстоянием проекции откоса на горизонтальную плоскость ($k + m$) составляет 4 м. Состав транспортного потока и фоновый уровень шума не учитываем.

Методические указания к выполнению задания 1

Оценка уровня шумового воздействия транспорта на окружающую среду производится при наличии в зоне влияния дороги мест, чувствительных к шумовому воздействию. К ним относятся селитебные и промышленные территории населенных пунктов, санитарно-курортные зоны, территории сельскохозяйственного назначения (при наличии специальных требований), заповедники, заказники, а также места специально выделенные в задании на проектирование.

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

$$L_{mpn} = 50 + 8,81gN + F, \quad (5)$$

где $L_{mрп}$ – уровень шума на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения, дБА;

N – расчетная часовая интенсивность движения, авт./ч. Для проектируемых дорог принимается на 20-й год после окончания разработки проекта;

F – фоновый уровень шума, принимается по данным местных органов санитарно-эпидемиологического надзора.

Эквивалентный уровень шума в придорожной полосе определяется по формуле:

$$L_{эқв} = (L_{mрп} + \Delta L_n) - (\Delta L_L \times K_p) + \Delta L_\partial + \Delta L_i + \Delta L_k + \Delta L_{\partialз} + F, \quad (6)$$

где ΔL_n – поправка на скорость движения потока транспорта;

$(L_{mрп} + \Delta L_n)$ определяется по табл. 18;

ΔL_i – поправка на продольный уклон, принимается по табл. 19;

ΔL_∂ – поправка на вид покрытия, принимается по табл. 20;

ΔL_k – поправка на состав движения, принимается по табл. 21;

$\Delta L_{\partialз}$ – поправка на количество дизельных автомобилей, принимается по табл. 22;

ΔL_L – величина снижения уровня звука в зависимости от расстояния L в метрах от крайней полосы движения, определяется по табл. 23;

K_p – коэффициент, учитывающий тип поверхности между дорогой и точкой измерения, принимается по табл. 24.

Полученные величины эквивалентного уровня шума $\Delta L_{эқв}$ не должны превышать для конкретных условий предельных величин установленных санитарными нормами, приведенными в табл. 14.

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

Таблица 18

Значения величины ($L_{тпрп} + \Delta L_n$), дБА

Интенсивность движения N , авт./ч	Скорость движения, км/ч				
	30	40	50	60	70
50	63.5	65.0	66.5	68.0	69.0
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 19

Значение поправки на продольный уклон ΔL_i , дБА

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

Таблица 20

Значение поправки на вид покрытия ΔL_ρ , дБА

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

Таблица 21

Величины поправки на состав транспортного потока ΔL_k , дБА

Относительное количество грузовых автомобилей и автобусов (не дизельных), %	5...20	20...35	35...50	50...60	65...85
Величина поправки	-2	-1	0	+1	+2

Таблица 22

Значение поправки на количество дизельных автомобилей $\Delta L_{дз}$, дБА

Относительное число грузовых автомобилей и автобусов с дизельными двигателями, %	5...10	10...20	20...35
Величина поправки	+1	+2	+3

Таблица 23

Значение снижения уровня звука в зависимости от расстояния от крайней полосы движения ΔL_L , дБА

Расстояние L , м	Число полос движения				
	2	4		6	
		Ширина разделительной 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 24

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

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

$$L = L_{\text{экв}} - \Delta L_E - \Delta L_Z, \quad (7)$$

где $L_{\text{экв}}$ – эквивалентный уровень шума, определяемый по формуле (3);

ΔL_E – величина снижения уровня шума различными типами зеленых насаждений, принимается по табл. 17;

ΔL_Z – величина снижения уровня шума в зависимости от высоты и положения экрана, определяется по формуле

$$\Delta L_Z = \Delta L_{A \text{ экр } \alpha} + \Delta \rho. \quad (8)$$

Здесь $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha}$ определяется в следующем порядке:

1. Определяется $\Delta L_{A \text{ экр } \beta}$ в зависимости от высоты экрана по формуле:

$$\Delta L_{A \text{ экр } \beta} = 18,2 + 7,8 \times \lg(a + b - c + 0,02), \quad (9)$$

где в соответствии с рис. 7:

$$a^2 = (k + m)^2 + (H - h_1)^2; \quad (10)$$

$$b^2 = h_2^2 + [L - (k + m)]^2; \quad (11)$$

$$c^2 = L^2 + [(H - h_1) + h_2]^2; \quad (12)$$

$$h_{\text{эф}} = \frac{L(H - h_1) - (k + m)(H - h_1 + h_2)}{\sqrt{L^2 + (H - h_1 + h_2)^2}}. \quad (13)$$

Отсюда следует, что расчетная точка должна быть удалена от края выемки на расстояние не менее ее глубины, т.е. $L \geq (k + m + H)$.

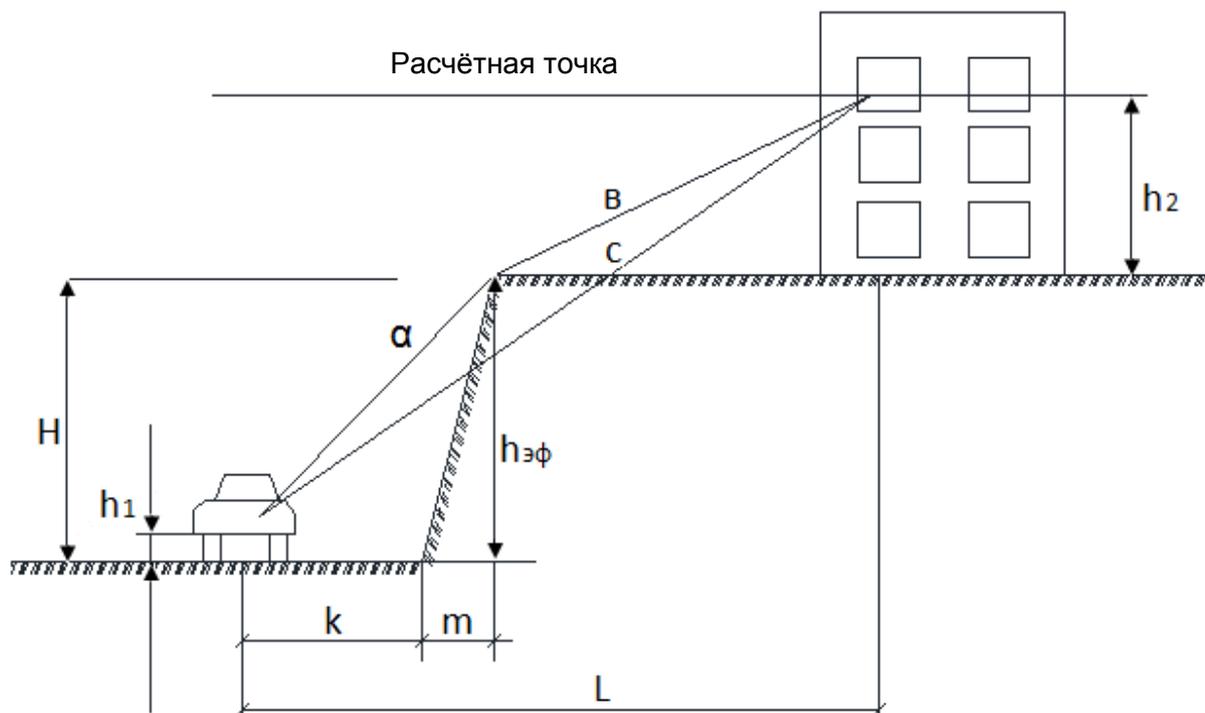


Рис. 7. Схема к расчету шумового воздействия:

a – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и верхней кромкой защитного сооружения, м; b – кратчайшее расстояние между расчетной точкой и верхней кромкой защитного сооружения, м; c – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и расчетной точкой, м; H – высота защитного экрана или глубина выемки, м; h_1 – высота геометрического центра источника шума над поверхностью дороги, м; h_2 – высота расчетной точки над поверхностью территории, м; $h_{эф}$ – эффективная высота защитного сооружения, м; k – расстояние от расчетной оси полосы движения до границы откоса выемки или до экрана, м; m – проекция откоса выемки на горизонтальную плоскость, м; L – расстояние от геометрического центра источника шума до заданного объекта, м

Высота источника шума над поверхностью покрытия для легкового движения h_1 принимается равным 0,4 м, для грузового – 1,0 м. Величину $\Delta L_{A\text{ экр } \beta}$ можно определять также по табл. 25.

Таблица 25

Величины поправки на снижения уровня звука $\Delta L_{A\text{ экр } \beta}$, дБА

Разность путей прохождения звука $a + b - c$, м	0,02	0,06	0,14	0,28	0,48	1,4	2,4
Снижение уровня звука	8	10	12	14	16	20	22

2. Определяется величина снижения уровня шума в зависимости от положения экрана в плане (рис. 8) – $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1}$ и $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2}$ по табл. 26.

3. Определяется $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha}$ как наименьшая из $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1}$ и $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2}$.
 Δ_δ – поправка, зависящая от величины разности ($\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1} - \Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2}$) определяется по табл. 27.

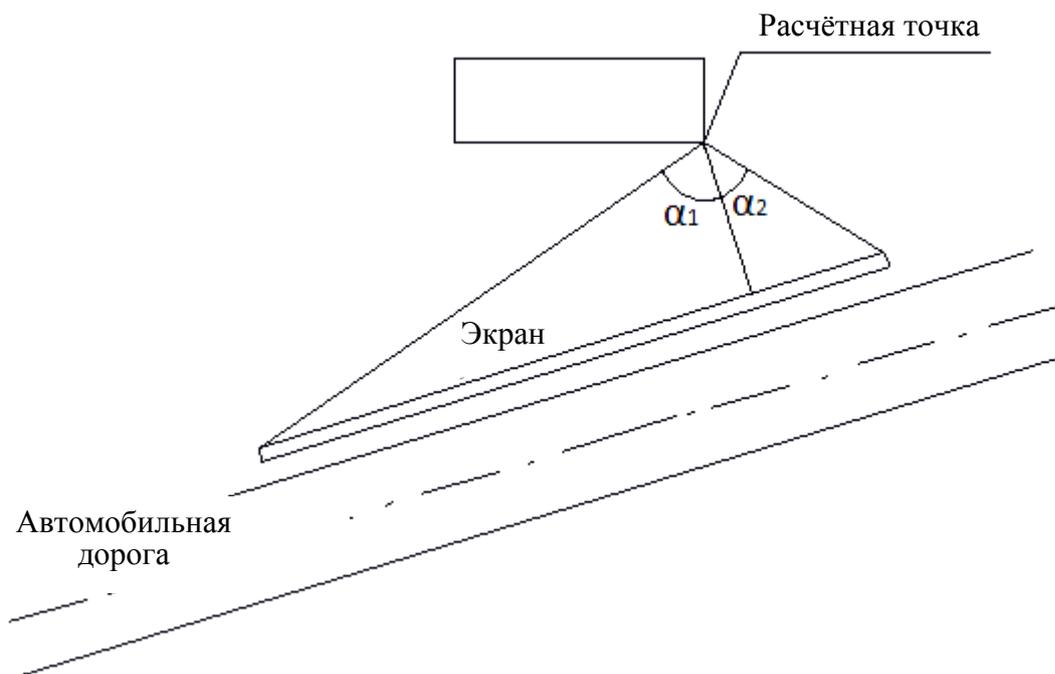


Рис. 8. Схема расчета длины противозумового экрана

Таблица 26

Снижение уровня шума $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1}$ и $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2}$, дБА

Величина поправки $\Delta L_{A \text{ экр } \beta}$	Угол α_1 или α_2 , град						
	45	50	55	60	70	80	85
6	1,2	1,7	2,3	3,0	4,5	5,7	6,0
8	1,7	2,3	3,0	4,0	5,6	7,4	8,0
10	2,2	2,9	3,8	4,8	6,8	9,0	10,0
12	2,4	3,1	4,0	5,1	7,5	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	8,1	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	8,6	12,4	15,0
20	3,2	3,9	4,9	6,1	9,4	13,7	18,7
24	3,5	4,3	5,8	6,5	10,2	15,4	22,6

Таблица 27

Величины поправки Δ_δ , дБА

$(\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1} - \Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2})$	0	2	4	8	12	16	20
Поправка Δ_δ	0	0,8	1,5	2,4	2,8	2,9	3,0

Порядок выполнения задания 1

I. Для определения эквивалентного уровня звука на придорожной территории $L_{экв}$, формула (6), поэтапно определяем следующие величины.

1. Определяем уровень шума на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения вместе с поправкой на скорость движения потока транспорта ($L_{мпн} + \Delta L_n$) по табл. 18.

2. Определяем поправку уровня звука на продольный уклон автомобильной дороги ΔL_i по табл. 19.

3. Определяем поправку уровня звука на вид покрытия дороги ΔL_ρ по табл. 20.

4. Определяем поправку снижения уровня звука в зависимости от расстояния от крайней полосы движения автотранспорта ΔL_L по табл. 23.

5. Определяем коэффициент K_p , учитывающий тип поверхности между дорогой и расчетной точкой, по табл. 24.

6. Определяем эквивалентный уровень звука на расстоянии 50 м от оси движения автотранспорта $L_{экв}$ по формуле (6).

7. Сравниваем эквивалентный уровень звука от автотранспорта $L_{экв}$ с предельно допустимым используя табл. 14.

II. В случае превышения нормативных показателей уровня звука применяем шумозащитное мероприятие: древесно-кустарниковую посадку шириной 10 м и высотой до 5 м. Углы α_1 и α_2 между расстоянием от расчетной точки до геометрического центра источника шума и расстояниями до концов шумозащитного экрана (см. рис. 8) принимаем 70 и 80°. Для определения эквивалентного уровня звука после проведения шумозащитного мероприятия L , формула (7), определяем поэтапно следующие величины.

8. Определяем поправку снижения уровня звука зелеными насаждениями ΔL_E по табл. 17.

9. Определяем поправку уровня звука в зависимости от высоты экрана (древесно-кустарниковой посадки) $\Delta L_{A экв \beta}$ по формуле (9). Для этого, в соответствии с рис. 7, сначала рассчитываем величины a по формуле (10), b по формуле (11) и c по формуле (12).

10. Определяем поправку уровня звука $\Delta L_{A экр \alpha}$. Для этого определяем поправку $\Delta L_{A экр \alpha_1}$ для угла α_1 и поправку $\Delta L_{A экр \alpha_2}$ для угла

α_2 по табл. 26. За поправку $\Delta L_{A \text{ экр } \alpha}$ принимаем поправку наименьшей величины.

11. Определяем поправку Δ_{∂} , зависящую от величины разности ($\Delta L_{A \text{ экр } \alpha_1} - \Delta L_{A \text{ экр } \alpha_2}$) по табл. 27.

12. Определяем поправку уровня звука в зависимости от высоты и положения экрана ΔL_Z по формуле (8).

13. Определяем уровень звука на придорожной территории после древесно-кустарниковых посадок L по формуле (7).

14. Делаем вывод: достаточно ли проведения предлагаемого шумозащитного мероприятия для обеспечения допустимого уровня звука в зоне населенного пункта на расстоянии 50 м от оси движения автотранспорта.

Задание 2

Оценить шумовое воздействие на жилую застройку автомобильной дороги в месте пересечения ею проспекта. Оценочные расчеты провести для трех вариантов взаимного расположения автодороги и жилой застройки:

I. Автодорога и жилые дома расположены на одном уровне.

II. Автодорога пересекает проспект в выемке.

III. Автодорога пересекает проспект по эстакаде.

Выбрать наилучший вариант взаимного расположения автодороги и жилой застройки.

Исходные данные

Автодорога относится к категории магистральной дороги непрерывного движения с шестью полосами движения. В ночное время интенсивность движения автотранспорта снижается и дорога может быть охарактеризована как улица с четырьмя полосами движения.

Расстояние от края проезжей части автодороги до жилого здания составляет 50 м. Расстояние от края дороги до середины первой полосы движения – 1,9 м. Средняя высота источников автотранспортного шума над поверхностью дорожного покрытия составляет 0,4 м.

Стенки выемки выполняют роль шумозащитного экрана. Глубина выемки – 5,86 м.

Эстакада без шумозащитного экрана. Высота эстакады – 7 м.

Методические указания к выполнению задания 2

Выведем приближенную формулу расчета уровня шума в расчетной точке L , дБ, используя формулы (3) и (4) (пренебрегая поправками: на скорость движения и состав транспортного потока, на уклон и вид покрытия дороги, на тип поверхности между дорогой и расчетной точкой, на шумозащиту зелеными насаждениями).

$$L = L_{mpn} - \Delta L_L - \Delta L_Z, \quad (14)$$

где L_{mpn} – эквивалентный уровень транспортного шума, дБА;

ΔL_L – величина снижения уровня звука с расстоянием от источника шума до расчетной точки, дБА;

ΔL_Z – величина снижения уровня шума экраном, дБА.

Величина L_{mpn} определяется как расчетная характеристика транспортного потока по табл. 28. Поправка ΔL_L находится по графику, рис. 9.

Величина ΔL_Z определяется по табл. 29. При этом разность длины путей прохождения звукового луча, рис. 7 и 10, определяется как

$$\delta = (a + b) - c. \quad (15)$$

Требуемое снижение уровня шума до допустимого нормируемого значения определяется по формуле

$$\Delta L = L - L_{норм}. \quad (16)$$

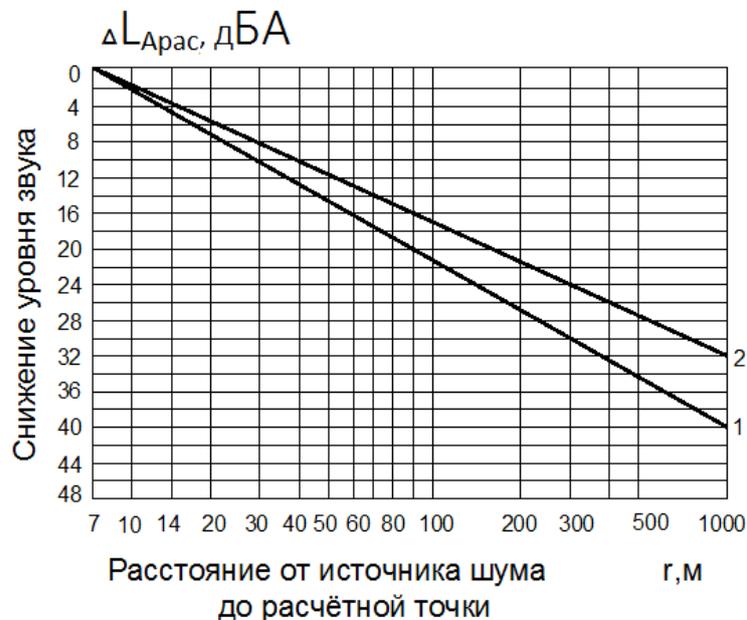


Рис. 9. График для определения снижения уровня звука

Таблица 28

**Расчетные шумовые характеристики транспортных потоков
на улицах и дорогах городов**

Категория улиц и дорог	Число полос движения проезжей части в обоих направлениях	Шумовая характеристика транспортного потока* $L_{тпр}$, дБА
Скоростные дороги	6	86
Магистральные улицы и дороги: общегородского значения:		
- непрерывного движения	6	84
	8	85
- регулируемого движения	4	81
	6	82
районного значения	4	81
	6	82
дороги грузового движения	2	79
	4	81
Улицы и дороги местного значения:		
- жилые улицы	2	73
	4	75
- дороги промышленных и коммунально-складских районов	2	79

Примечание. * – для условий движения транспорта в час «пик».

Таблица 29

Снижение уровня звука экраном

Разность длин путей прохождения звукового луча δ , дБА	Снижение уровня звука экраном ΔL_z , дБА	Разность длин путей прохождения звукового луча δ , дБА	Снижение уровня звука экраном ΔL_z , дБА
0,005	6	0,48	16
0,02	8	0,83	18
0,06	10	1,4	20
0,14	12	2,4	22
0,28	14	6,0	24

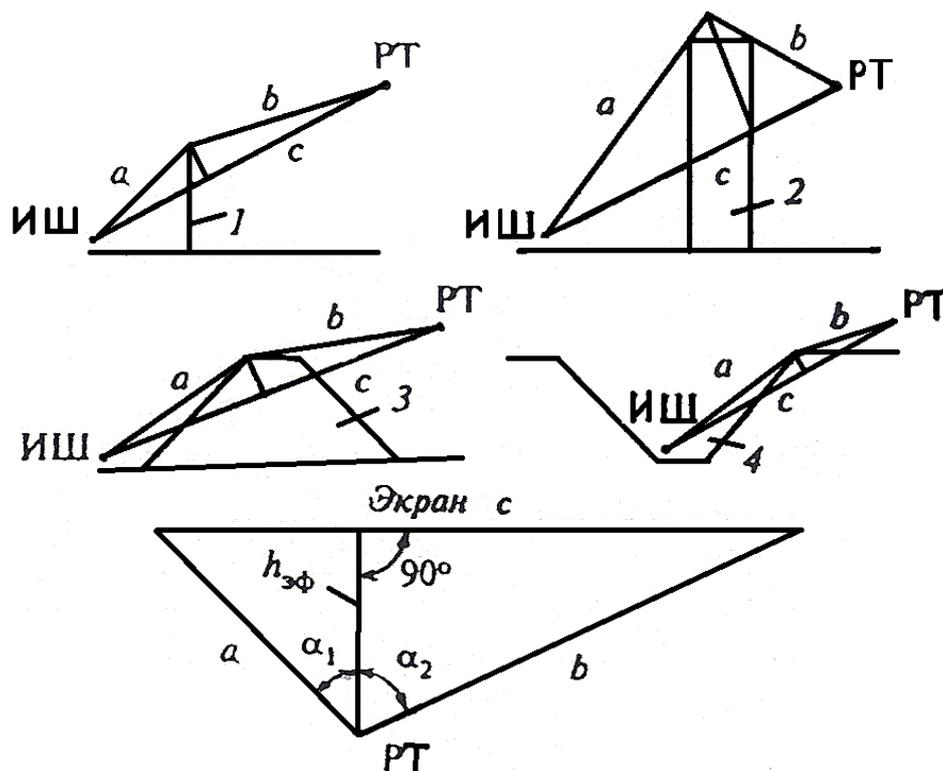


Рис. 10. Расчетные схемы для определения снижения уровня звука за экранами:
 1 – стенка; 2 – здание; 3 – насыпь; 4 – выемка; ИШ – источник шума;
 РТ – расчетная точка; $h_{эф}$ – эффективная высота экрана

Порядок выполнения задания 2

I. Первый вариант взаимного расположения автодороги и жилой застройки (автодорога на одном уровне).

1. Определяем шумовую характеристику транспортного потока $L_{трп}$ в дневное и ночное время по табл. 28.

2. Вычисляем расстояние от источника шума до расчетной точки c по формуле (12).

3. Определяем величину снижения уровня звука в зависимости от расстояния ΔL_L по графику, см. рис. 9.

4. Рассчитываем уровень шума в расчетной точке L в дневное и ночное время по формуле (14).

5. Определяем требуемое снижение уровня звука до нормируемого значения ΔL по формуле (16).

II. Второй вариант взаимного расположения автодороги и жилой застройки (*автодорога в выемке*).

6. Вычисляем расстояния a и b , см. рис. 7 и 10, по формулам (10) и (11).

7. Определяем разницу длины путей прохождения звукового луча δ по формуле (15).

8. Определяем величину снижения уровня звука экраном ΔL_Z по табл. 29.

9. Рассчитываем уровень шума в расчетной точке L в дневное и ночное время по формуле (14).

10. Определяем требуемое снижение уровня звука до нормируемого значения ΔL по формуле (16).

III. Третий вариант взаимного расположения автодороги и жилой застройки (*автодорога по эстакаде*).

11. Вычисляем расстояние от источника шума до расчетной точки c по формуле (12).

12. Определяем величину снижения уровня звука в зависимости от расстояния ΔL_L по графику, см. рис. 9.

13. Рассчитываем уровень шума в расчетной точке L в дневное и ночное время по формуле (14).

14. Определяем требуемое снижение уровня звука до нормируемого значения ΔL по формуле (16).

15. Делаем вывод по результатам расчетов. Сравнивая значения величин ΔL трех вариантов взаимного расположения автодороги и жилой застройки (в дневное и ночное время) выбираем наилучший вариант по наименьшему шумовому воздействию автомобильной дороги.

Контрольные вопросы

1. Какие минимальные и максимальные величины звукового давления и уровня звука входят в область слухового восприятия шума человеком?
2. К какому виду шума по действию во времени относятся автотранспортные шумы?
3. Какой величиной измеряется автотранспортный шум? Её единицы измерения.
4. Какие уровни звука при проектировании автомобильных дорог в населенных пунктах являются допустимыми в дневное и ночное время?
5. Какие факторы определяют эквивалентный уровень звука на автомобильной дороге?
6. Какой порядок проведения акустических расчетов по шумовому воздействию автомобильной дороги?
7. Какие мероприятия применяются при градостроительных методах шумозащиты?
8. Перечислите варианты шумозащитных экранов от автомобильной дороги.
9. Какая зависимость эффективности снижения шума от геометрических размеров шумозащитного экрана?
10. Какие требования применяются к полосам зеленых насаждений при проектировании шумозащитных посадок?
11. Какая поправка учитывается при определении эквивалентного уровня звука автотранспортного потока?
12. Приведите формулу расчета эквивалентного уровня звука на придорожной территории.
13. При каком уровне звука на придорожной территории следует применять шумозащитные мероприятия?
14. По какой формуле определяется уровень звука в расчетной точке при применении шумозащитных мероприятий?
15. Чем отличаются расчеты уровня звука на придорожной территории от автомобильной дороги, расположенной на одном уровне с расчетной точкой, в выемке и на эстакаде?

4. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ ОТ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

4.1. Загрязняющие вещества поверхностного стока с автомобильных дорог

Водные объекты и их участки при хозяйственно-питьевом водопользовании (первая категория водопользования) используются в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности. Водные объекты при культурно-бытовом или рекреационном водопользовании (вторая категория водопользования) используются для купания, занятий спортом и отдыха населения. К рыбохозяйственному водопользованию относится использование водных объектов для обитания рыб и других водных организмов. Следует отметить, что разные участки одного и того же водного объекта могут относиться к различным категориям водопользования.

Состав природных вод очень сложен и многообразен. Каждый водный объект имеет свой биологический и химический состав воды. Состав вод поверхностных водных объектов формируется как под влиянием природных процессов, так и в результате воздействия хозяйственной, в том числе автотранспортной деятельности людей.

Поверхностные водоемы загрязняются примесями, содержащимися в стоке с проезжей части автомобильных дорог и транспортных сооружений. Оседающие на покрытии автомобильных дорог пыль, продукты износа покрытий, шин и тормозных колодок, выбросы от работы двигателей автомобилей, материалы, используемые для борьбы с гололедом, пылеподавления, приводят при смыве дождевыми и тальными водами к насыщению вод поверхностного стока различными загрязняющими веществами. Это взвешенные вещества, нефтепродукты, тяжелые металлы и соли антигололедных препаратов, используемых при зимнем содержании. Нефтепродукты: бензин, дизельное топливо, масла, мазут сорбируются, главным образом, на взвешенных веществах. Тяжелые металлы представлены свинцом, цинком, медью и кадмием. Поверхностный сток с автодорог близок к поверхностно-

му стоку с селитебных зон и не содержит специфических веществ с токсическими свойствами.

Концентрация загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с автомобильных дорог и дорожных сооружений зависит от категории дороги, интенсивности движения автотранспорта, регулярности уборки дорожного покрытия, местных климатических условий. Загрязнение водотоков (водоемов) поверхностными сточными водами с автомобильных дорог и мостов составляет незначительный вклад от загрязнения водной среды отходами промышленного и химического производств, однако этот вид воздействия необходимо оценивать в проектной документации для строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог.

4.2. Нормирование качества вод водных объектов

Нормативы ПДК вредных веществ в водных объектах и сточных водах устанавливаются исходя из условий целевого использования водного объекта. Так, ПДК вредных веществ для рыб ниже, чем ПДК для человека. Поэтому требования к качеству вод в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, более жесткие, чем для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения.

Кроме значений ПДК, каждое вредное вещество характеризуется лимитирующим показателем вредного воздействия. Лимитирующим показателем вредности является тот признак вредности, который проявляется при наименьшей концентрации вещества. Выделяют три показателя вредного воздействия для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования:

- санитарно-токсикологический – влияние на организм человека;
- органолептический – влияние на органолептические свойства;
- общесанитарный – влияние на процессы естественного самоочищения водоемов от патогенной микрофлоры.

В водных объектах рыбохозяйственного водопользования выделяют еще два лимитирующих показателя вредности: токсикологический и рыбохозяйственный. Принадлежность нескольких вредных веществ к одному и тому же лимитирующему показателю проявляет-

ся в суммировании их негативного воздействия. Для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения учитывается класс опасности вредных веществ.

Содержание вредных веществ, для которых не установлены ПДК, нормируется ориентировочно допустимыми уровнями (ОДУ). ОДУ разрабатываются на основе расчетных экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности. По мере изучения токсикологических свойств данных веществ, их ОДУ заменяется значением ПДК. ОДУ применяется на стадии предупредительного контроля за предприятиями и очистными сооружениями.

В соответствии с требованиями ГН 2.1.5.689 и ГН 2.1.5.963 с дополнениями, для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования нормируются ПДК (мг/л) более 1300 вредных веществ и приводятся ОДУ (мг/л) около 400 веществ.

4.3. Показатели и оценка состояния природных вод

Концентрации вредных веществ C_i , содержащихся в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) водопользования, должны отвечать условиям:

- III и IV классов опасности $C_i \leq \text{ПДК}$;
- I и II классов опасности $\sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$.

Водные объекты рыбохозяйственного водопользования должны отвечать общим требованиям к составу и свойствам воды для объектов соответствующей рыбохозяйственной категории. Концентрации веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности должны отвечать условию

$$\sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1.$$

Одним из показателей оценки вод водоемов и водотоков является *фоновая концентрация загрязняющего вещества*. Она определяется в каждом створе водного объекта как статистически достоверная величина концентрации за последние три года наблюдений. Определяются фоновые показатели по взвешенным веществам, нефтепродуктам (а также растворенному кислороду, ХПК, БПК₅, аммонийному, нит-

ритному и нитратному азоту, общему фосфору, хлоридам, сульфатам, фосфатам, хроматам, тяжелым металлам, фенолам, СПАВ, пестицидам).

Качество природной воды может быть оценено по шести наиболее приоритетным показателям ее гидрохимического загрязнения, а именно по *индексу загрязнения воды* (ИЗВ). ИЗВ находят как среднearифметическое значение из суммы шести основных относительных показателей, определяемых как отношение их фактических значений к нормативным:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i} / 6,$$

где C_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (обычно за год);

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества.

В зависимости от значения ИЗВ устанавливаются классы качества воды, которые используются для интегральной оценки загрязненности поверхностных вод. Для определения степени загрязнения водоемов используются также *методы биоиндикации*.

4.4. Методы очистки сточных вод с автомобильных дорог

Сточные воды с проезжей части автомобильных дорог очищаются на локальных очистных сооружениях и гидрботанических площадках. Поверхностные сточные воды поступают на очистные сооружения самотеком по ливневой сети (лоткам, канавам, кюветам) автодороги и сооружений автодорожного комплекса.

Гидрботанические площадки (ГБП) *предназначены* для очистки сточных вод, поступающих с поверхности автодорог, от взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов (кадмий, медь, цинк) до концентраций ниже ПДК.

Конструктивно гидрботаническая площадка представляет собой модульный комплекс, включающий один или несколько малых естественных или искусственных слабопроточных прудов (водоемов). В прудах выращивается высшая водная растительность (камыш, тро-

стник, рдест и др.). На дне прудов размещаются природные сорбенты (шунгит, цеолит и др.) в виде фильтрующих кассет, бонов из сорбирующих нефтепродукты материалов и/или нефтеулавливающих колодцев для сбора пленочных и всплывающих нефтепродуктов.

Принцип действия ГБП основан на одновременном использовании процессов отстаивания, фильтрации, сорбции и физико-химических реакций в процессе жизнедеятельности высшей водной растительности при усилении и ионообменных процессов за счет естественных минералов.

Преимущества ГБП по сравнению с локальными очистными сооружениями:

- в компоновке ГБП можно использовать искусственные пруды и копани, естественные и искусственные малые водоемы, а также легко внести дополнения в виде отдельных блоков (фильтры, маслоуловители, водоотводящие трубки и т.п.);
- ГБП могут эффективно задерживать аварийные разливы нефтепродуктов и сток паводков высокой обеспеченности не требуют сооружения байпасов;
- строительство ГБП не требует специальной техники и помещений;
- очистка иловых отложений ГБП один раз в 10...15 лет;
- стоимость ГБП дешевле стоимости локальных очистных сооружений (ЛОС);
- эксплуатационные затраты меньше по сравнению с ЛОС в несколько раз;
- не требуют постоянного обслуживающего персонала;
- не требуют подвода электричества;
- не требуют химреагентов;
- придорожные водоемы можно использовать как часть ландшафта;
- ГБП могут эксплуатироваться без капитального ремонта многие годы, срок их службы – 30 лет.

Конструктивные решения при проектировании ГБП могут быть весьма разнообразными и зависят от сочетания местных условий, определяющих размещение пруда или системы прудов (рельефа, наличия естественных понижений или небольших прудов, площадей водосбора, требуемой степени очистки сточных вод и пр.). При необходимости пруды гидробиотанических площадок могут располагаться непосредственно в руслах малых водотоков, на мелиоративных канавах, складках местности (балки, лощины), а также искусственных откосах, выемках.

Регулирующим механизмом, задерживающим сточные воды в прудах ГБП, служит фильтрующая кассета, пропускная способность которой меньше расчетного расхода поступающих сточных вод, при этом в прудах ГБП происходит временный подъем уровня воды и усреднение состава сточных вод. По мере фильтрации воды через кассету уровень воды снижается до уровня «мертвого» объема. Пропуск расходов воды редкой ежегодной вероятности обеспечивается переливом через порог фильтрующей кассеты.

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 для территорий автомобильных дорог и мостовых переходов должна быть обеспечена очистка наиболее загрязненной части поверхностного стока и не менее 70 % годового объема стока. Эти требования выполняются при расчете очистных сооружений на сток от малоинтенсивных, часто повторяющихся дождей с периодом однократного превышения 0,05–0,1 года или при аккумуляции и последующей очистке стока, образующегося от выпадения дождя слоем 10...15 мм. Перед локальными очистными сооружениями (ЛОС) осуществляется разделение дождевого стока с применением разделительных камер или аккумуляющих емкостей, при этом на очистные сооружения направляется сток от мало интенсивных осадков и часть стока от интенсивных дождей. Остальная часть стока по обгонному коллектору или байпасу сбрасывается без очистки.

Принципиальное отличие ГБП от ЛОС состоит в том, что на очистку в ГБП поступает все 100 % сточных вод, что обеспечивает очистку не менее 93–95 % годового объема стока.

Высшая водная растительность высаживается в пруду ГБП в первый год эксплуатации (50...100 стеблей на 1 м²) или же пруды зарастают естественным путем. Полуводные растения (камыш, рогоз, тростник) хорошо растут на илистых грунтах, на грунтах, покрытых песчаными наносами, они могут прорасти через гравийно-щебеночную засыпку и габионные конструкции, используемые для укрепления откосов прудов и канав.

Рекомендуемая фракция шунгита (цеолита), применяемого для отсыпки площадки на дне пруда отстойника и в фильтре-кассете, – 2...4 см. Материалы, сорбирующие нефтепродукты, используются с поглощающей способностью не менее 5 кг нефтепродуктов на 1 п.м. бонового заграждения.

В состав ГБП входит также проезд к прудам для периодического обслуживания, площадка с металлическим контейнером для временного хранения мусора, собранного с решеток. Для обслуживания ГБП необходимо иметь сменные боны из сорбирующего материала и шунгит (цеолит) для замены фильтрующего материала в фильтрах.

Расчеты гидробиотанических площадок включают:

- определение размеров прудов ГБП;
- оценку эффективности очистки сточных вод;
- определение количества осадка, задержанного в ГБП.

4.5. Экологические требования к сбросу сточных вод в водные объекты

Не допускается сброс сточных вод в черте населенных пунктов, в пределах первого пояса зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Контрольный створ (пункт) на водотоках устанавливается не далее 500 м по течению от места сброса сточных вод и в радиусе 500 м от места сброса на акватории (на непроточных водоемах и водохранилищах). При сбросе сточных вод в черте населенных пунктов контрольный створ располагается непосредственно у места сброса.

Количество сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, регламентируется *нормативами предельно допустимых сбросов (ПДС)*. Под ПДС понимают максимально допустимую массу загрязняющего вещества, отводимую со сточными водами в единицу времени, которая позволяет обеспечить соблюдение норм качества воды в контрольном створе водного объекта.

Установление норм ПДС основано на следующих положениях.

1. ПДС устанавливается для каждого выпуска сточных вод в водный объект и для каждого вредного вещества, в том числе продуктов его трансформации.

2. ПДС устанавливается исходя из условия, что концентрации загрязняющих веществ не будут превышать гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов в воде водного объекта в контрольном створе.

3. При расчете ПДС не учитывается ассимилирующая способность водных объектов.

4. При наличии в сточных водах химических веществ, содержащихся в воде фонового створа на уровне ПДК, в расчетах ПДС не учитываются процессы разбавления.

Исходными данными для расчета ПДС являются: категория водного объекта – приемника сточных вод; расчетное значение фоновой концентрации; кратность разбавления сточных вод при наихудших гидрологических условиях; тип и месторасположение выпуска сточных вод; фактические (проектные) концентрации загрязняющих веществ в сточной воде; максимальный часовой расход сточных вод.

При расчете ПДС сточных вод с автомобильных дорог должны учитываться следующие *рекомендации*:

- при сбросе сточных (поверхностных) вод в черте города (населенного пункта) требования к составу и свойствам воды водотока или водоема должны относиться к самим сбрасываемым сточным (поверхностным) водам;

- при сбросе сточных (поверхностных) вод вне черты города (населенного пункта) расчет ПДС должен выполняться с учетом степени

возможного из смешения и разбавления с водой водного объекта на пути от места выпуска до расчетного (контрольного) створа ближайших пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Для определения кратности разбавления сточных (поверхностных) вод в водном объекте *при расчете ПДС сточных вод с автомобильных дорог* необходимо руководствоваться следующими *требованиями*:

- расчеты следует проводить, исходя из среднечасовых расходов воды водного объекта и из среднечасовых расходов фактического периода спуска сточных (поверхностных) вод;

- расход фактического спуска поверхностных сточных вод определяется как расход дождевых или талых вод с соответствующих площадей водосбора автомобильной дороги или моста;

- расчетный расход незарегулированных водотоков должен приниматься как минимальный среднемесячный расход воды в водотоке 95 % обеспеченности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Оценка уровня воздействия поверхностного стока с автомобильной дороги на водную среду

Задание

Определить предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ поверхностного стока с автомобильных дорог в водоток. Оценить загрязнение поверхностного стока и необходимость его очистки.

Исходные данные

Участок дороги проложен в водоохранной зоне, поверхностные воды предполагается в пониженном месте сбрасывать через систему лотков или трубу в реку. Расстояние от места выпуска вод до контрольного створа составляет 300 м.

Автомобильная дорога I категории, расположена в Московской области. Интенсивность движения – 2400 авт./ч. Длина участка дороги, с которого поверхностные сточные воды сбрасываются в реку – 700 м. Ширина дороги – 27,5 м. Средний продольный уклон на участке дороги – 1,2 %.

Характеристика реки, имеющей рыбохозяйственное значение – I категория. Средняя скорость потока в русле реки – 0,8 м/с, средняя глубина в русле 1,7 м. Наименьший среднемесячный расход воды в водотоке 95 % обеспеченности – 62 м³/с.

Методические указания к выполнению задания

Оценку загрязнения поверхностного стока (сброса) с автомобильных дорог и выявление необходимости его очистки производят по расчетам предельно допустимого сброса веществ в водный объект.

Определение предельно допустимого сброса (ПДС) включает следующие расчеты:

1. Рассчитывается величина фактического сброса (ФС) загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами, г/ч, по каждому ингредиенту (веществу) загрязнения по формуле:

$$ФС = 3600 \times C_{\phi} \times Q_p, \quad (17)$$

где 3600 – коэффициент перевода в другие единицы измерения;

C_{ϕ} – фактическая концентрация загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах (поверхностном стоке) по каждому ингредиенту загрязнений, мг/л, принимается по табл. 30;

Q_p – расчетный расход поверхностных сточных вод (Q_d или Q_m), л/с.

Расчетный расход поверхностных сточных вод определяется как среднечасовой расход воды фактического периода стока дождевых (ливневых) вод или талых вод.

Таблица 30

**Концентрация загрязняющих веществ
в поверхностных сточных водах автодорог I категории, мг/л**

Загрязняющие вещества	В дождевых водах	В талых водах
Взвешенные вещества	1300	2700
Нефтепродукты	24	26

Примечания:

1. Для автодорог других категорий принимаются следующие коэффициенты: для автодорог II категории – 0,8; III – 0,6; IV – 0,3.

2. Для взвешенных веществ на дорогах с переходным типом покрытия принимается с коэффициентом 1,1 при интенсивности движения до 200 авт./сут и 1,2 – при интенсивности движения более 200 авт./сут.

3. Приведенные табличные данные допускается уточнять в зависимости от местных условий и характера поверхностного стока по отдельным видам загрязнений.

Расчет расхода дождевых вод, л/с, определяется по формуле:

$$Q_d = q_{yd} \times F \times k, \quad (18)$$

где q_{yd} – удельный расход дождевых вод, л/с, с 1 га, определяемый в зависимости от площади стока по табл. 31. Табличные значения q_{yd} даны в зависимости от значения параметра n , данные которого принимаются по карте в зависимости от климатического района месторасположения автомобильной дороги;

F – площадь участка автодороги (моста) в га, равная произведению длины участка на ширину части дороги, с которых вода будет поступать в водоток или расстоянию между перилами для постов;

k – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода воды в зависимости от среднего продольного уклона участка дороги или моста и принимаемый по табл. 32.

Таблица 31

Удельный расход дождевых вод $q_{уд}$, л/с

F , га	$n = 0,5$		$n = 0,55$		$n = 0,60$		$n = 0,65$		$n = 0,70$		$n = 0,75$	
	Время поверхностной концентрации, мин											
	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
До 20	4,1	3,5	4,1	3,4	4,0	3,3	4,0	3,25	3,95	3,15	3,9	3,1
50	3,4	3,0	3,3	2,9	3,2	2,8	3,15	2,7	3,05	2,6	3,0	2,5
100	3,0	2,7	2,9	2,6	2,8	2,45	2,7	2,3	2,6	2,2	2,5	2,1
300	2,5	2,3	2,35	2,15	2,2	2,0	2,15	1,9	2,0	1,8	1,9	1,7
1000	2,0	1,85	1,85	1,75	1,75	1,6	1,6	1,5	1,45	1,35	1,35	1,25

Расчет расхода талых вод определяется по формуле:

$$Q_m = \frac{5,5}{10+t} \times F \times h_c \times K_c, \quad (19)$$

где t – время притекания талых вод до расчетного участка (при отсутствии данных допускается принимать 1 час);

F – площадь водосбора талых вод с участка автодороги или моста, га;

h_c – слой стока за 10 дневных часов, мм, определяемый в зависимости от территориального района. Для выделенных четырех территориальных районов величины h_c равны: для 1 района – 25; 2 – 20; 3 – 15; 4 – 7 мм;

K_c – коэффициент, учитывающий окучивание снега, принимаемый равным 0,8.

Для расчета величины фактического сброса (ΦC) выбирается наибольший из определенных расходов дождевых или талых вод.

**Значения коэффициента изменения удельного расхода воды
от среднего продольного уклона автомобильной дороги**

Средний уклон i_{cp}	$n = 0,5$	$n = 0,55$	$n = 0,60$	$n = 0,65$	$n = 0,70$	$n = 0,75$
0,001	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51
0,003	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77
0,005	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93
0,006	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,008	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05
0,010	1,14	1,15	1,16	1,18	1,19	1,21
0,015	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41
0,020	1,35	1,39	1,43	1,48	1,52	1,57
0,025	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65	1,71
0,030	1,49	1,56	1,62	1,69	1,75	1,83
0,035	1,55	1,62	1,7	1,77	1,85	1,94
0,040	1,61	1,68	1,77	1,85	1,94	2,04
0,045	1,66	1,74	1,83	1,92	2,02	2,13
0,050	1,7	1,79	1,89	1,99	2,1	2,22
0,060	1,79	1,89	2,0	2,12	2,26	2,40

2. Определяется величина предельно допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ, г/ч, по каждому ингредиенту загрязнения по формуле:

$$ПДС = 3600 \times C_{nрd} \times Q_p, \quad (20)$$

где 3600 – коэффициент перевода в другие единицы изменения;

$C_{nрd}$ – предельно допустимое содержание (концентрация) загрязняющего вещества в поверхностном стоке с учетом смешения его с водами водотока, мг/л;

Q_p – расчетный расход поверхностных сточных вод, л/с;

$C_{nрd}$ определяется по формуле Фролова – Родзиллера:

$$C_{nрd} = \frac{\gamma \times Q_E}{Q_p} (C_{ндк} - C_E) + C_{ндк}, \quad (21)$$

где γ – коэффициент смешения сточных (поверхностных) вод с водой водотока для заданного створа;

Q_E – среднемесячный (минимальный) расход воды в водотоке 95 % обеспеченности, м³/с;

Q_p – расчетный расход поверхностных сточных вод, м³/с;

$C_{ндк}$ – предельно допустимая концентрация данного загрязняющего вещества в водотоке (водоеме), мг/л, принимается по нормативным данным; для отдельных веществ приведена в табл. 33;

C_E – концентрация данного загрязняющего вещества в бытовых условиях в водотоке, мг/л (концентрация взвешенных веществ составляет 15,0 мг/л; нефтепродукты отсутствуют).

Таблица 33

**Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ
в воде водных объектов рыбохозяйственного значения**

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/л
Взвешенные вещества	15,0
Нефтепродукты	0,05

Примечание. Для взвешенных веществ плюс 0,25 мг/дм³ для водотоков высшей и 1 категории водопользования и плюс 0,75 мг/дм³ для 2 категории водопользования.

Коэффициент смешения сточных вод с водой водотока определяется по формуле Родзиллера:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q_E}{Q_p} \times \beta} \quad (22)$$

Величина β определяется по формуле:

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = \frac{1}{2,72 \alpha \sqrt[3]{L}}, \quad (23)$$

где L – расстояние от места выпуска поверхностных сточных вод до расчетного (контрольного) створа по течению реки;

α – коэффициент, учитывающий влияние гидравлических факторов смешения, определяется по формуле:

$$\alpha = \xi \times \varphi \times \sqrt[3]{\frac{E}{Q_p}}, \quad (24)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска поверхностных сточных вод в водоток, принимаемый равным 1,0 для берегового выпуска и 1,5 – при выпуске в фарватер реки;

φ – коэффициент извилистости русла реки, равный отношению расстояния от места выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру к расстоянию между этими пунктами по прямой;

Q_p – расчетный расход поверхностных сточных вод, м³/с;

E – коэффициент турбулентной диффузии, который для равнинных рек определяется по формуле Потапова:

$$E = \frac{V_{cp} \times h_{cp}}{200}, \quad (25)$$

где V_{cp} – средняя скорость потока в русле, м/с;

h_{cp} – средняя глубина в русле реки при заданном уровне, м.

Если величина фактического сброса (ΦC), формула (17), не превышает $ПДС$, формула (20), может быть допущен сброс поверхностных сточных вод непосредственно в водоток без очистки. В этом случае при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов применяются обычные схемы водоотвода в соответствии с действующими нормами на проектирование и типовыми решениями.

В случаях, когда ΦC превышает $ПДС$, сброс поверхностных сточных вод без очистки в водоток (водоем) не допускается. При очистке следует обеспечивать на выходе из очистного сооружения концентрацию загрязняющих веществ, не превышающую значение предельно допустимой концентрации веществ в поверхностном стоке с учетом смешения с водой водотока, формула (21).

Если проведенные расчеты $ПДС$ показали необходимость очистки поверхностных сточных вод перед их сбросом в водоток, следует применять схемы поверхностного водоотвода с покрытия автомобильных дорог и мостов, обеспечивающие сбор вод поверхностного стока и направляющие их на очистные сооружения.

В случаях необходимости очистки поверхностного стока на мостовых переходах, не допускается сброс воды с покрытия непосредственно в водоток через водоотводные трубы, в стороны через тротуары или через систему водоотводных лотков на конусах. Весь объем поверхностного стока должен быть отведен в очистные сооружения. Конструкции очистных сооружений рекомендуется, как правило, принимать по действующим типовым проектам.

Сброс дождевых или талых вод с поверхности автомобильных дорог за пределами водоохраных зон и населенных пунктов производится кюветами, лотками, по откосам на рельеф без дополнительной очистки со скоростями меньше размывающих для грунтов в месте выпуска воды.

Порядок выполнения задания

1. Определяем расход поверхностного стока от дождевых вод Q_d по формуле (18). Для Московской области коэффициент n равен 0,65. Время поверхностной концентрации загрязняющих веществ в стоке принимаем равным 5 мин.

2. Определяем расход поверхностного стока от талых вод Q_m по формуле (19). Принимаем время притекания талых вод до расчетного участка t равным 1 ч; слой стока h_c для района места расположения дороги – 20 мм; коэффициент, учитывающий окучивание снега, K_c равным 0,8.

3. Сравниваем расходы поверхностных стоков Q_d и Q_m и за расчетный расход Q_p принимаем наибольший из них.

4. Определяем величину фактического сброса ΦC загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами по формуле (17):

- взвешенных веществ $\Phi C_{ВВ}$;
- нефтепродуктов $\Phi C_{НП}$.

5. Рассчитываем коэффициент турбулентной диффузии потока воды для равнинных рек E по формуле (25).

6. Рассчитываем коэффициент, учитывающий влияние гидравлических факторов смешения вод α по формуле (24). Принимаем следующие значения коэффициентов: $\xi = 1,0$; $\varphi = 1,01$.

7. Рассчитываем величину β по формуле (23).

8. Рассчитываем коэффициент смешения сточных вод с водой водотока по формуле (22).

9. Рассчитываем предельно допустимую концентрацию загрязняющего вещества в поверхностном стоке с учетом его смешения с водами водотока по формуле (21):

- взвешенных веществ $C_{прд}^{вв}$;

- нефтепродуктов $C_{прд}^{нп}$.

10. Рассчитываем предельно допустимый сброс ПДС загрязняющих веществ, г/ч, в поверхностном стоке с учетом его разбавления в воде водотока по формуле (20):

- для взвешенных веществ $ПДС_{ВВ}$;

- для нефтепродуктов $ПДС_{НП}$.

11. Сопоставляем полученные значения фактического сброса с поверхностными сточными водами с автомобильной дороги, со значениями предельно допустимых сбросов с учетом их разбавления с водой водотока.

Делаем вывод о возможности непосредственного сброса в реку сточных вод с автомобильной дороги или их сбросе только после очистки на очистных сооружениях.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4
Расчет размеров прудов ГБП для очистки
поверхностного стока с мостового перехода

Задание

Определить геометрические размеры и объем пруда гидроботанической площадки (ГБП) для очистки сточных вод с мостового перехода и подходов к нему. Мостовой переход расположен в Омской области.

Исходные данные

Длина участка дороги, включающая мост, составляет 2091 м. Ширина проезжей части дороги – 7 м. Дорога имеет асфальтобетонное покрытие. Продолжительность протекания сточных дождевых вод: до лотков – 5 мин, по лоткам до контрольного створа – 5 мин. Заданная средняя глубина пруда ГБП на уровне «мертвого» объема – 0,8 м; средняя глубина при нормальном подпорном уровне – 1,3 м. Принятая средняя скорость потока в проточной части пруда ГБП не более 0,01 м/с.

Методические указания к выполнению задания

Расчеты размеров пруда ГБП включают поэтапное определение:

- расчетной площади водосбора поверхностного стока с участка дороги, включающего мостовой переход;
- расходов и объемов сточных вод от дождевых осадков и от талых вод;
- минимально допустимой ширины проточной части пруда;
- длины пруда необходимой для осаждения взвешенных частиц и для всплытия нефтяных частиц;
- оценки продолжительности времени пребывания сточных вод в пруду, достаточной для всплытия нефтяных частиц.

Расход поверхностных стоков с проезжей части дороги, поверхности мостов и подходов к ним рассчитываются в соответствии со СНиП 2.04.03-85.

Расходы дождевых сточных вод, с периодом однократного превышения интенсивности дождя (продолжительностью 20 минут) равным 0,5–1 год, $Q_{д}$ (дм³/с, м³/с, м³/ч), рассчитываются по методу предельных интенсивностей по формуле:

$$Q_{д} = (z_{mid} \times A^{1,2} \times F) / t_r^{1,2n-0,1}, \quad (26)$$

где z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, $z_{mid} = 0,30$;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод до расчетного створа, мин;

A, n – параметры, определяемые по СНиПу, $n = 0,75$.

$$A = q_{20} \times 20^n \times \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma, \quad (27)$$

где q_{20} – интенсивность дождя, дм³/с на 1 га, для данной местности (продолжительностью 20 мин) за период времени 1 год, определяемая по СНиП 2.04.03-85, q_{20} составляет 60 дм³/с на 1 га;

m_r – слой дождевой воды за год, мм, $m_r = 80$ мм;

γ – показатель степени, $\gamma = 1,54$;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, $P = 0,5$.

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод t_r , мин, принимается по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can}, \quad (28)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до лотка, кюветов (время поверхностной концентрации), мин;

t_{can} – продолжительность протекания дождевых вод по лоткам, кюветам до контрольного створа, мин.

Расходы сточных дождевых вод от малоинтенсивных осадков (характеризующихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ) при однократном превышении интенсивности осадков 0,05–0,1 год, $Q_{Мд}$, дм³/с, могут быть получены по значениям рас-

четных расходов воды при однократном превышении интенсивности осадков 0,5–1 год, Q_d , путем их перерасчета по формуле, рекомендуемой пособием к СНиП 2.04.03-85:

$$Q_{мд} = K_1 \times K_2 \times Q_d, \quad (29)$$

где K_1, K_2 – безразмерные коэффициенты, принимаемые с учетом региональных климатических параметров: $K_1 = 0,09$ при $n = 0,75$; $K_2 = 1,67$ при $n = 0,75$.

Расходы талых вод Q_T , $дм^3/с$, характеризующиеся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ из-за различных условий снеготаяния и неоднородности снежного покрова на придорожной территории, изменяются в широких пределах. Ориентировочно расходы талых вод рассчитываются по слою стока за часы снеготаяния в течение суток по формуле, рекомендуемой ВНИИ ВОДГЕО:

$$Q_T = 5,5 / (10 + t) \times h_c \times k_c \times F, \quad (30)$$

где t – продолжительность протекания талых вод до расчетного створа (при отсутствии данных допускается принимать $t = 1$ ч);

h_c – слой стока за 10 дневных часов, мм (для южной части Западной Сибири $h_c = 25$ мм);

k_c – коэффициент, учитывающий окучивание снега (рекомендуется принимать в пределах 0,5...0,8);

F – площадь водосбора талых вод, га.

Объем стока от слоя осадков W_c , $м^3$, определяющий минимальный объем пруда-отстойника ГБП, рассчитываемый по формуле:

$$W_c = 10 \times h \times F \times k_c, \quad (31)$$

где h – расчетный слой дождевых осадков, мм, $h = 10$ мм;

F – площадь водосбора, га;

k_c – коэффициент дождевого стока (принимается 0,8...0,9 для асфальтобетонных покрытий, 0,1...0,3 – для грунтовых поверхностей и газонов).

Годовой объем дождевых W_d и талых вод W_T , $м^3$, определяется по формулам:

$$W_D = 10 \times h_D \times F \times k_D; \quad (32)$$

$$W_T = 10 \times h_T \times F \times k_T, \quad (33)$$

где h_D – слой осадков за теплый период года, мм, $h_D = 403$ мм;

h_T – слой осадков за холодный период года (определяет общее количество талых вод или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния), мм, $h_T = 157$ мм;

F – площадь водосбора, га.

k_D – коэффициент дождевого стока (принимается 0,6...0,8 для асфальтобетонных покрытий, 0,2 – для грунтовых поверхностей, 0,1 – для газонов);

k_T – коэффициент стока талых вод (принимается в пределах 0,5...0,7).

Минимально допустимая ширина проточной части пруда B , м, принимаемая из условия максимально допустимой средней скорости потока 0,01 м/с при пропуске расчетного расхода воды с периодом однократного превышения 0,5 года, рассчитывается по формуле:

$$B = Q_D / (v \times h), \quad (34)$$

где Q_D – расчетный расход дождевых сточных вод с периодом однократного превышения интенсивности дождя равным 0,5–1 год, м³/с;

v – средняя скорость потока в проточной части пруда, $v = 0,01$ м/с;

h – глубина потока в пруде, м, здесь h равна средней глубине пруда на уровне «мертвого» объема.

Длина пруда L , м, определяется из условий осаждения взвешенных частиц диаметром не менее 0,05 мм. Расчет проводится по формуле для горизонтальных отстойников по СНиП 2.04.03-85:

$$L = Q_D / [3,6 \times K \times B \times (U_0 - V_{tb})], \quad (35)$$

где Q_D – расчетный расход дождевых сточных вод с периодом однократного превышения интенсивности дождя равным 0,5–1 год, м³/ч;

K – коэффициент использования объема (принимается равным 0,5);

B – ширина проточной части пруда, м;

U_0 – гидравлическая крупность задерживаемых частиц, мм/с,
 $U_0 = 1,73$ мм/с;

V_{tb} – турбулентная составляющая, мм/с, зависящая от скорости потока v (0 при $v = 5$ мм/с; 0,05 при $v = 10$ мм/с; 0,1 при $v = 15$ мм/с).

Длина пруда L , м, рассчитывается также исходя из условия всплытия нефтяных частиц по формуле:

$$L = \alpha \times v \times h / w_H, \quad (36)$$

где α – коэффициент учитывающий турбулентность потока, в расчетах принимается в зависимости от отношения средней скорости потока к скорости всплытия частиц нефтепродуктов:

- при соотношении $v / w_H = 20$, коэффициент $\alpha = 1,75$;
- при соотношении $v / w_H = 15$, коэффициент $\alpha = 1,65$.

Наименьшие размеры частиц нефтепродуктов, всплытие которых должно обеспечиваться в прудах, приняты 0,08...0,1 мм. Для частиц диаметром 0,1 мм скорость всплытия частиц $w_H = 0,71$ мм/с. По величине соотношения v/w_H равного (0,01 / 0,00071) 14,1, коэффициент α принимается равным 1,65. В формуле (36) h представляет глубину пруда на уровне «мертвого» объема.

Длина пруда для дальнейших определений выбирается по максимальной величине L , рассчитанной как из условий осаждения взвешенных частиц, формула (10), так и из условий всплывания частиц нефтепродуктов, формула (11).

Затем проводится оценка продолжительности времени пребывания сточных вод в пруду $T_{отст}$ при весеннем таянии снега и от малоинтенсивных дождей, характеризующихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ. Продолжительность времени пребывания сточных вод в пруду $T_{отст}$ принимается равной не менее 2 часов. По этому критерию длина проточной части пруда определяется при пропуске расхода талых вод и при пропуске дождевого стока (с периодом однократного превышения интенсивности осадков 0,05–0,1 год) по формуле

$$L = v \times T_{отст} \times 3600. \quad (37)$$

Из формулы (37) определяется продолжительность времени пребывания сточных вод в пруду $T_{отст}$, ч:

$$T_{отст} = L / (v \times 3600), \quad (38)$$

где L – длина проточной части пруда, м;

v – средняя скорость потока в проточной части пруда, м/с, при расчетных расходах дождевого стока v_D и расходах сточных талых вод v_T .

$$v_D = Q_{мд} / B \times h ; \quad (39)$$

$$v_T = Q_T / B \times h . \quad (40)$$

Здесь $Q_{мд}$ и Q_T выражены в м³/с.

Расчеты v_D и v_T проводят для двух глубин проточной части пруда h : средней глубине пруда на уровне «мертвого» объема и средней глубине при нормальном подпорном уровне. Тогда, соответственно, и результаты расчетов продолжительности времени пребывания сточных вод в пруду $T_{отст}$ от малоинтенсивных дождей и $T_{отст}$ при весеннем таянии снега будут представлены для двух глубин (то есть всего четыре значения величины $T_{отст}$). По результатам расчетов $T_{отст}$, их сравнения, делается заключение о достаточности геометрических размеров пруда ГБП для обеспечения необходимой минимальной продолжительности пребывания сточных вод – 2 часа.

Устанавливается *ширина* и *длина* пруда для заданных: средней глубине проточной части при уровне «мертвого» объема и средней глубине при нормальном подпорном уровне. Указывается *объем* пруда при установленных значениях длины и ширины для уровня «мертвого» объема, а также регулирующего объема пруда.

Порядок выполнения задания

1. Рассчитываем площадь водосбора поверхностного стока с участка автомобильной дороги, включающего мостовой переход, F , га.

2. Рассчитываем расход дождевых сточных вод Q_D (дм³/с, м³/с, м³/ч) по формуле (26), предварительно рассчитав продолжительность протекания дождевых вод t_r , мин, формула (28), и параметр A , формула (27).

3. Рассчитываем расход дождевых сточных вод от малоинтенсивных осадков, характеризующихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ, Q_{MD} (дм³/с, м³/с, м³/ч) по формуле (29).

4. Рассчитываем расход талых вод Q_T (дм³/с, м³/с, м³/ч) по формуле (30).

5. Рассчитываем объем поверхностного стока W_c , м³, определяющий минимальный объем пруда гидроботанической площадки по формуле (31).

6. Рассчитываем годовой объем дождевых сточных вод W_D , м³, по формуле (32).

7. Рассчитываем годовой объем талых сточных вод W_T , м³, по формуле (33).

8. Рассчитываем минимально допустимую ширину проточной части пруда B , м, по формуле (34).

9. Рассчитываем длину пруда L , м, исходя из условий осаждения взвешенных частиц диаметром 0,05 мм, по формуле (35).

10. Рассчитываем длину пруда L , м, исходя из условий всплытия нефтяных частиц диаметром 0,1 мм, по формуле (36).

11. Выбираем необходимую длину пруда по максимальной величине L , рассчитанной в пунктах **9** и **10**.

12. Определяем среднюю скорость потока в проточной части пруда при расчетном расходе дождевого стока v_D по формуле (39) для заданных глубин 0,8 м и 1,3 м.

13. Рассчитываем продолжительность времени пребывания сточных вод в пруду от малоинтенсивных дождей, характеризующихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ, $T_{отст}$, ч, по формуле (38).

14. Определяем среднюю скорость потока в проточной части пруда при расчетном расходе сточных талых вод v_T по формуле (40) для заданных глубин 0,8 м и 1,3 м.

15. Рассчитываем продолжительность времени пребывания сточных вод в пруду при весеннем таянии снега, характеризующихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ, $T_{отст}$, ч, по формуле (38).

16. Проводим сравнительную оценку продолжительности пребывания сточных вод в пруду (пункты 13 и 15). Делаем заключение: обеспечивают ли геометрические размеры пруда период времени пребывания сточных вод (два часа), достаточное для всплытия частиц нефтепродуктов.

17. Устанавливаем размеры пруда гидрботанической площадки: *ширину* и *длину*. Рассчитываем и указываем *объем* пруда при установленных значениях длины и ширины для заданных глубин пруда – 0,8 м и 1,3 м.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей используются водные объекты различных категорий водопользования?
2. Какие загрязняющие вещества содержатся в поверхностном стоке с автомобильных дорог?
3. Исходя из каких условий устанавливаются нормативы ПДК вредных веществ водных объектов?
4. Какой показатель вредного воздействия вещества в воде называется лимитирующим?
5. С какой целью устанавливается ОДУ загрязняющего вещества в воде?
6. Каким требованиям должны отвечать концентрации вредных веществ в воде водных объектов различных категорий водопользования?
7. Охарактеризуйте понятие «фоновая концентрация» загрязняющих веществ в воде.
8. По какой формуле рассчитывается индекс загрязнения воды?
9. Что конструктивно представляет собой гидрботаническая площадка (ГБП)?
10. Какой принцип действия ГБП?
11. Какие преимущества ГБП по сравнению с локальными очистными сооружениями?
12. Какая водная растительность высаживается в прудах ГБП?
13. По какой формуле рассчитывается ПДС загрязняющего вещества со сточными водами?

14. Какие положения лежат в основе установления норматива ПДС?
15. Какие исходные данные необходимы для расчета ПДС?
16. Назовите порядок расчета ПДС загрязняющего вещества со сточными водами с автомобильных дорог.
17. Назовите порядок расчета размеров пруда ГБП.
18. Исходя из каких условий рассчитывается длина пруда ГБП?

Библиографический список

1. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. – М.: Федеральный дорожный департамент Министерства транспорта РФ, 1995.
2. Методика расчета гидробиотических площадок при осуществлении очистки ливневых сточных вод с поверхности автодорог и мостовых переходов. – СПб.: ЗАО «ЭКОТРАНС-ДОРСЕРВИС», 2003.
3. Хомич В.А. Экология городской среды: учебное пособие / В.А. Хомич. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 240 с.

Учебное издание

Вера Алексеевна Хомич

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебное пособие

Редактор Т.И. Кукина

Подписано к печати 21.01.2014
Формат 60×90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л. 5,75, уч.-изд. л. 4,60
Тираж 70 экз. Заказ №
Цена договорная

Издательство СибАДИ
644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

Отпечатано в подразделении ОП УМУ СибАДИ
644080, г. Омск, пр. Мира, 5

В.А. Хомич

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Учебное пособие

Омск • 2014