

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

Кафедра химической технологии твердого топлива

Составители
А. Ю. Игнатова
Е. А. Макаревич

ЭКОЛОГИЯ

Методические материалы

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки 08.03.01 Строительство
в качестве учебного электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2018

Рецензенты:

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

Покатилов А. В., председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 08.03.01 Строительство

Игнатова Алла Юрьевна

Макаревич Евгения Анатольевна

Экология: методические материалы [Электронный ресурс]: для обучающихся направления подготовки 08.03.01 Строительство всех форм обучения / сост. А. Ю. Игнатова, Е. А. Макаревич; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2018. – Систем. требования: Pentium IV, Windows XP/Vista/7. – Загл. с экрана.

Методические указания для практических работ предназначены для ознакомления студентов с экологической ситуацией Кузбасса, нормированием деятельности промышленных предприятий, связанной с выбросами вредных веществ в атмосферу, сбросами сточных вод в водоемы, в канализацию, определением размера платежей за воздействие на окружающую среду.

Методические указания к самостоятельной работе содержат темы реферативных работ, требования к их оформлению.

© КузГТУ, 2018

© А. Ю. Игнатова, Е. А. Макаревич,
составители, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.....	6
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ КУЗБАССА.....	6
1. Цель и содержание работы.....	6
2. Общие положения.....	7
3. Описание экологической карты.....	7
4. Условия выполнения работы и требования к отчету.....	9
5. Контрольные вопросы.....	9
Список рекомендуемой литературы.....	11
Приложение 1.....	12
Экологическое районирование территории области.....	12
Приложение 2.....	17
Состояние атмосферы.....	17
Приложение 3.....	20
Водный бассейн.....	20
Приложение 4.....	23
Подземные воды.....	23
Приложение 5.....	24
Состояние лесов.....	24
Приложение 6.....	26
Состояние территорий, нуждающихся в охране.....	26
Приложение 7.....	31
Нарушенные земли.....	31
Приложение 8.....	36
Радиационная обстановка.....	36
Приложение 9.....	38
Отходы производства и потребления.....	38
Приложение 10.....	40
Гигиеническая ситуация.....	40
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.....	41
<i>ОПРЕДЕЛЕНИЕ (РАСЧЕТ) ДОПУСТИМОСТИ СБРОСА</i>	
<i>СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</i>	
<i>В ВОДОЕМ</i>	41
1. Цель и содержание работы	41
2. Теоретические положения	41
3. Методика определения соответствия условий сброса сточных	
вод предприятия санитарным требованиям.....	44
4. Исходные данные для расчетов	50

5. Требования к отчету	51
6. Пример расчета	51
7. Контрольные вопросы.....	57
Список рекомендуемой литературы.....	59
Приложение 1	60
Приложение 2.....	61
Приложение 3.....	62
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.....	62
<i>ОПРЕДЕЛЕНИЕ (РАСЧЕТ) ДОПУСТИМОСТИ СБРОСА</i> <i>СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</i>	
<i>В ГОРОДСКУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ</i>	62
1. Цель и содержание работы	62
2. Теоретические положения	63
3. Методика определения соответствия условий спуска	
сточных вод в городскую канализацию	64
4. Условия практической работы.....	67
5. Требования к отчету	68
6. Пример расчета	68
7. Результаты расчетов допустимости сброса сточных вод промышленного предприятия в городскую канализацию	70
8. Контрольные вопросы.....	71
Список рекомендуемой литературы.....	71
Приложение 1	72
Приложение 2.....	73
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.....	74
<i>РАСЧЕТ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ВЫБРОСЫ (СБРОСЫ)</i> <i>ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ И ВОДОЕМЫ</i> ..	74
1. Цель и содержание работы	74
2. Общие положения.....	74
2. Методика расчета платы за выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферу и сбросы в водоем.....	79
3. Исходные данные и порядок расчетов	82
4. Требования к отчету	89
5. Контрольные вопросы.....	86
Список рекомендуемой литературы.....	87
Приложение 1	88
Приложение 2.....	88
Приложение 3.....	88

Приложение 4.....	88
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5	97
<i>РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА</i>	
<i>АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ</i>	94
1. Цель и содержание работы	94
2. Теоретические положения	94
3. Порядок выполнения работы	105
4.Методика расчета загрязнения атмосферного воздуха	
автомобильным транспортом	105
5. Пример расчета загрязнения атмосферного воздуха	
автомобильным транспортом	110
6. Требования к отчету	113
7. Контрольные вопросы.....	113
Список рекомендуемой литературы.....	114
Приложение 1.....	120
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	116
<i>ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ.....</i>	116
1. Выбор тематики реферативной работы	120
2. Работа с литературными источниками.....	121
3. Структура реферативной работы	121
4. Оформление реферативной работы	122
5. Общий перечень тем реферативных работ	122
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	125

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ КУЗБАССА

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для знакомства студентов с экологической ситуацией в Кузбассе.

Настоящие методические указания составлены на основании «Описания экологической карты Кемеровской области», изданного Кемеровским областным Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Студенты с использованием нижеприведенной методики и экологической карты Кемеровской области определяют экологическое состояние отдельных территорий Кузбасса, дают оценку экологического состояния того или иного района, определяют систему природоохранных мероприятий, специфичную для каждого района области.

2. Общие положения

Кемеровская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в основном в пределах бассейна реки Томь, и занимает площадь 95,7 тыс. км² (0,6 % территории Российской Федерации).

Рельеф области отличается большим разнообразием: на западе протянулся Салаирский кряж, на востоке – Кузнецкий Алатау, между ними расположена Кузнецкая котловина, которая на севере сливается с Западно-Сибирской низменностью. На юге Салаирский кряж и Кузнецкий Алатау соединяются с Алтайскими горами. Этот район называется Горной Шорией. Территория области простирается с севера на юг на 510 км и с запада на восток на 300 км.

Экологическая карта Кемеровской области создана в соответствии с подпрограммой «Экологическое картографирование Сибири» программы РАН «Сибирь». Авторский оригинал «Экологической карты Кемеровской области» разработан Кемеровским научным центром СО РАН.

На экологической карте Кемеровской области отражено существующее состояние природной среды, факторы антропоген-

ного воздействия на природные комплексы в пределах природно-экологических районов. Такая карта является базовым документом, содержащим сведения об экологической обстановке в области, для определения и реализации первоочередных природоохранных мероприятий и ведения хозяйственной деятельности, при проведении экологической экспертизы программ развития и освоения территорий.

3. Описание экологической карты

За основу экологической карты взята топографическая карта Кемеровской области (масштаб 1:500000). Фоновая раскраска произведена по эколого-географическим районам, выделенным в пределах следующих географических природных комплексов:

А. Равнинные территории.

Б. Горные территории:

1. Кузнецкий Алатау.

2. Горная Шория.

3. Салаирский кряж.

4. Межгорная Кузнецкая котловина.

На карте показаны границы эколого-географических районов, которые выделены по принципу однородности природных условий и факторов антропогенного воздействия на природные комплексы. Такое деление территории не совпадает с административным делением и отличается от природно-географического районирования.

В экологических районах совмещены природные условия и техногенные факторы воздействия на них для оценки общей экологической ситуации. При экологическом районировании использованы материалы физико-географических, геоботанических, лесоводственных и почвенных исследований, на основании которых по каждому из выделенных районов в легенде карты приведены общая ландшафтная характеристика, основные виды техногенного воздействия, оценка нарушенности земной поверхности, почв, направления природоохранных мероприятий.

Перечень эколого-географических районов, их описание с оценкой антропогенной нагрузки на компоненты природной среды и основными направлениями природоохранных мероприятий

по каждому району приведены на карте и в прил.1 методических указаний.

Экологическая ситуация Кемеровской области отражена на карте по природным средам: атмосфере, поверхностным водам, подземным водам, земельным ресурсам, растительности. На карту также вынесены полигоны отходов производства и потребления, охраняемые территории. Перечень параметров и элементов экологической ситуации, указанных на карте, приведен в прил. 2. В дополнении к этим показателям, а также с целью снижения графической нагрузки на полях карты размещены следующие карты-врезки:

1. Лесистость. Территории, нуждающиеся в охране.
2. Лесные рекреационные ресурсы.
3. Эколога-геоботаническая карта.
4. Эколога-гигиеническая карта.
5. Радиационная обстановка. Распределение активности цезия (Cs-137) в поверхностном слое ненарушенных почв.
6. Суммарное загрязнение тяжелыми металлами городов Новокузнецка и Белова.

Всего на основной карте и картах-врезках приведено около 50 показателей, характеризующих техногенное воздействие и состояние природных сред.

Дополнительно к описаниям районов, изложенным в легенде карты, приведены обоснования и отличительные черты экологических районов:

- экологическое районирование территории области – прил. 1;
- состояние атмосферы – прил.2;
- водный бассейн – прил. 3;
- подземные воды – прил. 4;
- состояние лесов – прил. 5;
- состояние территорий, нуждающихся в охране – прил. 6;
- нарушенные земли – прил. 7;
- радиационная обстановка – прил. 8;
- отходы производства и потребления – прил. 9.

4. Условия выполнения работы и требования к отчету

Выполнение практической работы заключается в изучении экологического состояния Кемеровской области в целом и в описании одного из эколого-географических районов по экологической карте Кемеровской области с использованием приложений, приведенных в настоящих методических указаниях. В описании заданного района должны быть изложены следующие данные:

1. Наименование работы.
2. Номер и наименование эколого-географического района.
3. Наименование населенных пунктов, расположенных на территории района (необходимо перечислить наиболее крупные населенные пункты).
4. Общая эколого-географическая характеристика района
5. Экологическая ситуация в рассматриваемом районе, включающая:
 - а) состояние:
 - атмосферы;
 - поверхностных вод;
 - подземных вод;
 - лесов;
 - территорий, нуждающихся в охране;
 - б) нарушенные земли;
 - в) радиационную обстановку;
 - г) размещение отходов производства и потребления;
 - д) гигиеническую ситуацию в рассматриваемом районе.
6. Заключение и рекомендации по проведению природоохранных мероприятий на территории рассматриваемого района.

5. Контрольные вопросы

1. По какому принципу выделены эколого-географические районы на экологической карте Кемеровской области?
2. Назовите географические природные комплексы на территории Кемеровской области.
3. По каким природным объектам и средам отражена на карте экологическая ситуация в Кемеровской области?
4. С какой целью на экологической карте Кемеровской области размещены дополнительные карты-врезки? Перечислите карты-врезки.

5. Как можно охарактеризовать экологическое состояние атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Кузбасса? Назовите наиболее загрязненные города области.

6. Объясните физический смысл метеорологического потенциала рассеивающей способности атмосферы (МПА) и причины существования в Кемеровской области районов с различными значениями МПА.

7. Назовите реки Кемеровской области и дайте характеристику их экологического состояния. Назовите причины загрязнения рек Кузбасса.

8. Расскажите о значении подземных вод для Кузбасса.

9. Расскажите о значении лесов для Кузбасса и их экологическом состоянии.

10. Расскажите о территориях Кемеровской области, нуждающихся в охране, и их экологическом состоянии.

11. Расскажите о нарушенных землях в Кузбассе и о проблемах их восстановления.

12. Дайте экологическую характеристику радиационной обстановке в Кемеровской области.

13. Расскажите об отходах производства и потребления в Кузбассе и их размещении.

14. Расскажите о гигиенической ситуации в Кемеровской области.

15. Расскажите об экологическом состоянии рассматриваемого Вами района (состояние атмосферного воздуха, водных ресурсов, лесов, земель, радиационная обстановка, размещение отходов производства и потребления, гигиеническая ситуация). Сделайте выводы и приведите рекомендации для улучшения экологической ситуации в данном районе.

Список рекомендуемой литературы

1. Экологическая карта Кемеровской области.
2. Описание экологической карты Кемеровской области / сост.: Г. И. Грицко, В. И. Овденко, Л. П. Баранник, Е. Л. Счастливец. – Кемерово: Кемеровский областной комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов, 1996. – 53 с.

3. Материалы к Государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году» / Администрация Кемеровской области. – Кемерово, 2018. – 483 с. https://ako.ru/upload/medialibrary/7ff/doklad_2017.pdf

4. Экологические проблемы Кузбасса. Вып. 2. – Московский гос. горный университет. – 2006. – С. 62-67.

5. Экологические проблемы Кузбасса. Вып. 3. – Московский гос. горный университет. – 2007. – С. 72-73.

6. Агеенко, К. Г. Роль рекультивации нарушенных земель в решении экологических проблем Кемеровской области // Проблемы обеспечения экологической безопасности в Кузбасском регионе. Кн. 3 / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008.

7. Малахов, С. М. Экологический кризис и ситуация в Кузбассе // Проблемы обеспечения экологической безопасности в Кузбасском регионе. Кн. 1 / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006.

8. Галанина, Т. В. Механизмы влияния воздушного промышленного загрязнения на леса // Проблемы обеспечения экологической безопасности в Кузбасском регионе. Кн. 3 / ГУ КузГТУ – Кемерово, 2008.

Приложение 1

Экологическое районирование территории области
По северной равнинной части области:

1. Тонгульский. До недавнего прошлого район представлял собой типично таежную территорию, не освоенную земледелием. Однако коренные лесные формации района – темнохвойные леса – в недалеком прошлом (в конце 50-х годов) были значительно поражены вспышкой размножения злостного древесного вредителя – сибирского шелкопряда. В результате пихтово-кедровые леса на большой площади сменились на мелколиственные. В этом же районе значительные площади вырубок возобновились березово-осиновыми древостоями. Несмотря на смену древесных пород и некоторое атмосферное загрязнение с Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа), общую экологическую ситуацию в районе (в сравнении с другими) можно оценить как удовлетворительную.

2. Тайгинский. Своего рода лесная перемычка между равнинной тайгой Томской области и лесными массивами предгорий Кузнецкого Алатау. Степень техногенного воздействия на природные комплексы – средняя, а в местах расположения горнодобывающих предприятий – сильная. В сравнении с другими лесными районами отличается большей антропогенной освоенностью (выше плотность населения, перевод лесных угодий в сельскохозяйственные).

3. Мариинский. Это лесостепная полоса между таежными массивами, зона сельскохозяйственного производства. С экологических позиций район довольно благополучный, но вместе тем имеется существенное воздействие агропромышленного комплекса на природные экосистемы.

4. Тисульский. Район выделен в пределах Мариинской лесостепи по фактору четко выраженного недостаточного увлажнения. Здесь значительно нарушен почвенный покров агротехническими работами: в сильной степени сказывается влияние атмосферных промышленных выбросов от граничащих с районом 14 предприятий КАТЭКа.

5. Нижне-Томский. Лесостепной район на стыке Томской и Новосибирской областей. Техногенное воздействие – среднее по интенсивности за счет выбросов предприятий г. Юрги, пос. Яш-

кино, а также Кемеровского промузла (удаление 50–80 км), предприятий Томска (40 км на север от границы района) и в какой-то степени Новосибирска, расположенного по направлению господствующих здесь западных ветров.

В горных территориях в пределах системы **Кузнецкого Алатау**:

6. Барзасский. Лесной низкогорный район в зоне прямого воздействия атмосферных выбросов Кемеровского промышленного узла. Учитывая дальность переноса поллютантов, рельеф и характер растительности, этот район можно считать своего рода местом естественного «складирования» атмосферных промвыбросов предприятий г. Кемерово и г. Березовского. В сочетании с разрушением земли в местах ведения угледобычи здесь создавалась ситуация экологического неблагополучия.

7. Верхне-Кийский. Среднегорный лесной район, расположенный на значительном удалении от источников промвыбросов. Если не считать интенсивную лесозексплуатацию, проводившуюся в прошлые годы, район в экологическом отношении сравнительно чистый.

8. Тайдонский. Природные условия аналогичны предыдущему району, но здесь в большей степени проводилась вырубка леса, более интенсивное атмосферное загрязнение промвыбросами предприятий центрального Кузбасса. На большой площади произведена лесосводка под ложе Крапивинского водохранилища (ныне законсервированного), что сказалось на экологической обстановке.

9. Нарыкский. Часть лесного массива, покрывающего и предгорья Кузнецкого Алатау, расположенная на левобережной территории р. Томи. Непосредственно примыкая к Кузнецкой котловине (на протяжении от г. Новокузнецка и почти до г. Кемерово), район испытывает техногенное воздействие промышленности как Центрального, так и Южного Кузбасса. Леса района выполняют важную функцию естественного, постоянно действующего фильтра по очистке атмосферного воздуха.

10. Терсино-Тутуянский. Среднегорный таежный район, примыкающий к Новокузнецкому промышленному узлу. Здесь высокий фон атмосферного загрязнения. Из-за интенсивной лесозексплуатации и нарушения земной поверхности при ведении гор-

нодобывающих работ создается неудовлетворительная экологическая обстановка.

11. Алатауский. Район выделен в пределах высокогорной зоны Кузнецкого Алатау, включает также территорию государственного заповедника «Кузнецкий Алатау». Несмотря на удаленность от источников атмосферных промвыбросов, техногенное воздействие на растительность района проявляется довольно сильно; наблюдается массовая деградация, вплоть до усыхания высокогорных пихтовых лесов. Усыхание пихты происходит на фоне экстремальных природно-климатических условий высокогорья, на пределе биоэкологических возможностей произрастания этой древесной породы.

Большинство специалистов-дендрологов считают основной причиной гибели пихты в высокогорной зоне интоксикацию хвои атмосферными промвыбросами. Подобное усыхание пихты и ели наблюдается и в других регионах страны, например, по хребту Хамар-Дабан в Прибайкалье.

Южная часть области, примерно четверть общей территории, образует обособленную геоморфологическую структуру, так называемую **Горную Шорию**.

В ее границах выделены четыре экологических района:

12. Чумышский. Еще в прошлом веке это был сплошной лесной массив на стыке Горной Шории и Салаирского кряжа. Благоприятные климатические условия способствовали интенсивному сельскохозяйственному освоению района, в результате чего образовалась вторичная лесостепь, соединяющая степной Алтай с Кузнецкой котловиной. Техногенное воздействие на природные комплексы проявляется в периодическом переносе загрязненных масс воздуха с Новокузнецкого промузла, а также с расположенных на границах района Калтанской ГРЭС, Мундыбашской аглофабрики, Осинниковского разреза и других предприятий.

13. Кондомский. Район выделен в средней части водосборного бассейна р. Кондомы, обособлен от смежных районов невысокими хребтами. Это создает более благоприятные природноклиматические условия, чем на остальной территории Горной Шории. Например, здесь расположен так называемый «Липовый остров» — леса с господством липы сибирской и травянистых не-

моральных реликтовых видов, остатки теплолюбивой третичной флоры.

Техногенное воздействие на окружающую среду происходит от горнорудных предприятий по добыче и обогащению железной руды (Темиртау, Мундыбаш, Каз), каменного угля (Малиновка) и на промпредприятиях Южного Кузбасса.

14. Нижне-Мрасский. Среднегорный таежный район в нижней части водосборного бассейна р. Мрас-Су. Особенности района в большей трансформации природных комплексов, чем в верхнем течении реки, за счет нарушения земли при открытой добыче (междуреченская группа разрезов), интенсивной лесозексплуатации и атмосферного загрязнения от расположенного рядом промышленного комплекса Южного Кузбасса.

15. Верхне-Мрасский. Район занимает часть водосборного бассейна р. Мрас-Су и верхнюю часть бассейна р. Кондома. Это самая возвышенная территория Горной Шории: фрагментами встречаются высокогорные, субальпийские безлесные участки. Как наиболее удаленный от промышленных центров Кузбасса, район можно считать самым экологически чистым в пределах области. Источники техногенного воздействия на природную среду: предприятия Таштагольского железорудного бассейна, прииски по добыче россыпного золота. Значительную часть района занимает Шорский природный национальный парк.

С запада Кемеровская область отделяется от Новосибирской области и Алтайского края низкогорным **Салаирским кряжем**, одной из самых древних (в пределах области) геоморфологических структур.

Здесь выделены два экологических района:

16. Салаиро-Чумышский. Это южная часть Салаирского кряжа до г. Салаира. Она несколько отличается от северной части по природно-ландшафтным свойствам. Рельеф более расчленен, в составе лесов преобладают темнохвойные породы (пихта, ель). Нарушенность земной поверхности незначительная. Техногенное воздействие происходит за счет переноса загрязненных масс воздуха из промышленных районов Кузбасса.

17. Гурьевско-Салаирский. Из-за большей засушливости климата в составе лесов довольно много светлохвойной породы сосны. Нарушение земной поверхности горнодобывающими ра-

ботами началось еще с XVII века, и до настоящего времени существуют предприятия по добыче полезных ископаемых. Кроме фонового загрязнения атмосферы от промпредприятий Кузбасса, ошутимое загрязнение идет от крупного ОАО «Алтайкокс», расположенного в пределах Алтайского края, в 50 км от границы области по направлению господствующих западных ветров.

Межгорная **Кузнецкая котловина** занимает по площади около одной четверти территории области. В ее пределах проживает 70 % населения и сосредоточено примерно 80% промышленного потенциала. Плотность населения здесь достигает 85 человек на 1 км² (один из самых высоких показателей в стране). Вполне закономерно, что в этих условиях антропогенное воздействие на окружающую среду проявляется особенно сильно.

В границах **Кузнецкой котловины** выделены четыре экологических района:

18. Кузнецкий. Район иногда называют «степным ядром» Кузнецкой котловины. По существу это южная лесостепь, и только в результате интенсивного земледелия район превратился в безлесный степной. Непосредственно в пределах района промышленных предприятий мало, но граничащие с районом города Ленинск-Кузнецкий, Белово, Гурьевск и в целом вся индустрия Кузбасса создают высокое фоновое загрязнение атмосферы.

19. Северо-Кузбасский. Типичный лесостепной район с интенсивным сельскохозяйственным производством. Как и в других районах Кузнецкой котловины, здесь наблюдается высокое фоновое загрязнение атмосферы промвыбросами, но оптимальная для зоны лесистость (около 25%) стабилизирует экологическую ситуацию.

20. Кемеровский. Район выделен в границах Кемеровского промышленного узла. Наблюдается высокая степень техногенного воздействия на все компоненты природной среды – воздух, воду, почву.

21. Южно-Кузбасский. Район выделен по признаку максимальной нарушенности природных комплексов, хотя и расположен в несколько различающихся по природно-климатическим условиям зонах (от лесостепи до облесенных предгорий). Фактически это единая промышленно-городская агломерация в составе городов: Ленинска-Кузнецкого, Белово, Гурьевска, Киселевска,

Прокопьевска, Новокузнецка, Мысков, Междуреченска и более 10 крупных рабочих поселков.

Нарушенность земной поверхности от ведения горнодобывающих работ и складирования отходов производства достигает 20% общей площади, такую же площадь занимают застроенные территории. Учитывая, что естественные ландшафты, определяющие характер природных условий, почти не сохранились, а также однотипность нарушенных природных комплексов и намеченных природоохранных мероприятий, целесообразно рассматривать эту территорию как единый район.

Приложение 2

Состояние атмосферы

Особенности климата и географического расположения Кемеровской области способствуют тому, что большая часть промышленных выбросов загрязняющих веществ не рассеивается в атмосферном воздухе, а осаждается в Кузнецкой котловине и на обращенных к ней склонах гор.

В атмосферу Кузбасса ежегодно попадает более 1,5 млн. т вредных промышленных выбросов, из которых 51,6 % – оксид углерода, 15 % – диоксид серы, 8 % – оксиды азота, 3,5 % – углеводороды, а также пыль. Основными загрязнителями являются предприятия металлургии – более 800 тыс. т в год, энергетики – 320 тыс. т, угольной промышленности – 170 тыс. т, строительной – 80 тыс. т, химической – 15 тыс. т.

Существенная роль в загрязнении атмосферы городов и населенных пунктов Кузбасса принадлежит автомобильному транспорту, выбросы которого составляют 19 % от общего количества выбросов в целом по области, но в городах значительно выше, например, в Междуреченске – 40 %, в Кемерово – 44 %. Выбросы от автотранспорта ежегодно увеличиваются.

Среднегодовые показатели наиболее токсичных и канцерогенных веществ составляют: по формальдегиду – 4–6 ПДК; по саже – до 7 ПДК; по бенз(а)пирену – 3,5 ПДК.

Основная часть населения области проживает в районах, где концентрация загрязняющих веществ регулярно превышает предельно допустимые уровни.

Наиболее загрязненными городами являются г. Новокузнецк (около 570 тыс. т выбросов в год), Белово – (около 110 тыс. т), Кемерово – (95 тыс. т). Помимо непосредственного воздействия загрязняющих веществ атмосферы на население необходимо также учитывать, что попавшие в атмосферу промвыбросы переносятся на значительные расстояния и, оседая на поверхности земли, загрязняют поверхностные воды, почву, нарушают естественные процессы в биосфере. Имеется прецедент обнаружения формальдегида в снежном покрове Крапивинского района более 100 ПДК.

На карте показано районирование территории области по метеорологическому потенциалу рассеивающей способности атмосферы (МПА), который рассчитывается по повторяемости дней со скоростью ветра 0-1 м/с (штиль), дней со скоростью ветра более 6 м/с, дней с туманами и осадками более 0,5 мм. Чем больше значение МПА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если $МПА < 1$, то повторяемость дней с условиями, способствующими самоочищению атмосферы, преобладают над временем с условиями, способствующими накоплению вредных примесей в ней. И, наоборот, если $МПА > 1$, преобладают условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ в атмосфере.

Территория области имеет различные метеорологические условия для рассеивания примесей. Северные и центральные районы имеют относительно хорошие условия ($МПА < 1$). Южные районы имеют неблагоприятные условия рассеивания атмосферных загрязнителей ($МПА > 1$). Наиболее плохие условия наблюдаются в Усть-Кабырзе ($МПА = 2,32$), в районе Кондомы ($МПА = 2,22$) из-за большой повторяемости штилевой погоды и значительного количества дней с туманами.

Валовые атмосферные промышленные выбросы (с подразделением на твердые и газообразные) приведены на карте по данным статистической отчетности по городам. Бесспорным «лидером» по сумме выбросов является г. Новокузнецк.

Количество твердых фракций атмосферных выбросов (пыли, сажи, оксидов металлов и др.) и их распределение достаточно достоверно характеризует так называемая пылевая нагрузка снежного покрова – содержание твердых частиц в снежных пробах. На

карте показаны границы районов с пылевой нагрузкой 10–100 т на квадратный километр в год. Максимальная пылевая нагрузка в тоннах на квадратный километр в год, по анализам снежного покрова, отмечается в крупных промышленных городских агломерациях и составляет для Прокопьевска – 593, Киселевска – 251, Новокузнецка – 277, Кемерово – 25, Березовского – 158. Высокое содержание пыли в атмосфере отмечено на севере за пределами промышленных территорий (Тяжинский, Тисульский районы), где пылевая нагрузка на значительной площади превышает 100 т на квадратный километр. Это шлейф пыледымовых выбросов предприятий Канско-Ачинского энергетического комплекса (КАТЭКа), удаленного на 50-100 км от границ области.

Ареалы загрязнения снежного покрова вокруг промышленных городов накладываются друг на друга, образуют сплошной контур, повторяющий очертания Кузбасса. Территории с загрязненным снежным покровом просматриваются на космических снимках. Площадь темного пятна на них составляет 35,1 тыс. км², т. е. 36,8% территории области. Внутри пятна выделяются зоны с экстремально высоким потемнением вокруг городов Новокузнецка (1700 км²), Белова (1000 км²), Кемерово (400 км²), Калтана (150 км²), Мысков (110 км²). При этом следует отметить, что космические снимки дают информацию только о наличии и распределении твердых фракций и, прежде всего, сажи. У газообразных ингредиентов коэффициенты диффузии выше, и их ареалы рассеивания могут не совпадать с данными космической съемки, хотя форма их, скорее всего, сохранится.

Состояние атмосферного воздуха в Кузбассе колеблется от катастрофического (Новокузнецкий мегаполис) до критически загрязненного в других индустриальных городах региона как по общему валовому выбросу (средняя нагрузка на территорию составляет около 50 т в год на квадратный километр), так и по составу ингредиентов.

Приложение 3

Водный бассейн

Область имеет довольно развитую густую гидрографическую сеть. Более 60 % территории приходится на бассейн реки Томь – основной водной артерии области. Река Иня протекает по центральной, самой густонаселенной части области. К числу больших рек относятся Яя, Кия, Чумыш. Общая протяженность рек длиной свыше 10 км – 26 тыс. км: общий объем стока всех рек составляет 42,9 куб. км в год. Водность (объем стока) рек за последние 50 лет несколько снизилась. Это объясняется природными циклическими колебаниями маловодных и многоводных периодов. Данный процесс происходит повсеместно, но хотя не исключено, что здесь сказывается деструктивное влияние вырубки леса, проведения горнодобывающих работ. Наиболее ощутимым (с негативными последствиями) является перераспределение годового стока. Так, в начале 20 века по реке Томь ходили пароходы от Томска до Кузнецка почти все лето, а сейчас навигация ограничивается лишь весенним паводком.

Качество воды в водных объектах Кемеровской области не отвечает нормативным требованиям. По данным мониторинга поверхностных вод, проводимого ГУ «Кемеровский областной ЦГМС», основными загрязняющими веществами рек Кемеровской области являются нефтепродукты, фенолы, соединения азота, железа, меди, цинка, взвешенные вещества.

Реки области загрязняются сточными водами предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической, металлургической, коксохимической, химической промышленности, агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства.

Качественная характеристика речных вод приведена на карте в 10 контрольных гидрологических створах по пяти основным показателям: а – взвешенным частицам; б – нефтепродуктам; в – фенолам; г – биологической потребности кислорода (БПК); д – химической потребности кислорода (ХПК) в относительных единицах превышения над ПДК.

Со сточными водами в реки области ежегодно сбрасывается около 550 тыс. т загрязняющих веществ.

70 % всех проб воды в р. Томи по санитарно-химическим показателям не соответствуют нормативам; в 40% проб превыша-

ется предельно допустимый уровень бактериального загрязнения. В реке обнаружено более 200 различных веществ и соединений техногенного характера, среди них высокотоксичные примеси I и II класса опасности: бенз(а)пирен, диоксин, тяжелые металлы и др. Высокий уровень загрязнения речных вод отмечается практически на всем протяжении р. Томи, начиная от г. Междуреченска.

Выше г. Междуреченска вода р. Томь соответствует «умеренному» загрязнению.

На участке г. Кемерово она характеризуется «чрезвычайно высоким уровнем» загрязнения по гигиенической классификации и «очень высоким» – по экологической.

Ниже г. Кемерово и г. Юрги водоем отнесен к объекту «чрезвычайного» экологического и гигиенического неблагополучия.

Ниже г. Междуреченска и выше городов Новокузнецка и Юрги река Томь характеризуется промежуточным загрязнением между «высокой» степенью и «чрезвычайно высокой» (1,5–2,5).

Значительное влияние на качество воды р. Томь оказывают ее притоки. Наиболее загрязненными притоками р. Томь являются р. Аба и р. Ускат.

Среднегодовые концентрации в р. Аба в створах ниже г. Прокопьевска и в устье реки составляют: нефтепродуктов – 3,2–4,0 ПДК, фенолов – до 4 ПДК, азота нитритного – 2,0–2,5 ПДК, органических соединений по ХПК 1,8–1,9 ПДК.

В р. Ускат среднегодовые концентрации фенолов превышают ПДК в 3 раза, нефтепродуктов – в 1,6 раза, азота аммонийного в 3,6 раза, азота нитритного и органических соединений по показателю ХПК в 1,5 раза, железа общего – в 1,8 раза.

В остальных притоках р. Томи (Кондома, Уса, Мрас-Су, Мундыбаш, Средняя Терсь, Искитимка) среднегодовые концентрации фенолов превышают допустимые значения в 2–4 раза, нефтепродуктов – в 1–3,6 раза. Лишь р. Кондома на участке выше г. Осинники соответствует водоему с «допустимым» уровнем загрязнения по гигиенической классификации и «относительно» удовлетворительным по экологической (балл суммарного неблагополучия – 1). Однако уже ниже г. Осинники периодически отмечается «умеренное» загрязнение (1,6 балла).

Река Иня, рядом с которой проживает более 600 тыс. человек, также испытывает большую антропогенную нагрузку и практически утратила свои естественные речные качества: она больше соответствует названию коллектор промстоков. Здесь сосредоточены большое количество шахт и разрезов, значительные площади подработанных земель и породных отвалов. Русло реки интенсивно заиливается, формируется слой донных отложений техногенного происхождения с высоким содержанием тяжелых металлов, хлорорганических соединений, нефтепродуктов, пестицидов. Из-за большого количества неорганизованных хозяйственно-бытовых стоков отмечается высокое содержание нитратов, аммиака, наблюдается сильное бактериальное загрязнение воды.

В Беловском водохранилище превышают ПДК среднегодовые концентрации: фенолов – в 4 раза, нефтепродуктов – в 2,6 раза, меди – в 2 раза, органических соединений по показателю ХПК – в 1,2 раза.

Из рек севера области наиболее загрязнены р. Яя (нефтепродуктами) и р. Барзас. Следует отметить, что в р. Яя выявляются хлорорганические пестициды.

Несколько меньшие антропогенные нагрузки испытал бассейн р. Кии, занимающий северо-восточную часть области. Верховья Кии пока еще сохраняют природные ландшафты и природную чистоту воды. Однако ниже по течению в связи с разработкой золоторудных месторождений и залежей Кия-Шалтырского месторождения алюминиевого сырья экологическая ситуация на реке ухудшается.

Река Чумыш, правый приток Оби, протекает в юго-западной части области, в пределах Салаирского хребта. В бассейне Чумыша развиты животноводство, предприятия лесохозяйственного комплекса, расположены основные водозаборы городов Прокопьевска и Киселевска. В реки бассейна отводятся сточные воды предприятий Новокузнецкого района и г. Прокопьевска.

Приложение 4

Подземные воды

Подземные воды в Кемеровской области используются для питьевого и технического водоснабжения населения и в промышленных технологических процессах. По данным Кемеровского Центра мониторинга геологической среды, на территории Кемеровской области разведано 142 месторождения подземных вод, 43 из них находятся в эксплуатации.

Основные проблемы связаны с истощением ресурсов подземных вод и их загрязнением. Эта ситуация наблюдается на всей территории области. Общий объем забираемых ежегодно подземных вод – около 450 млн. м³. При этом более половины сбрасывается без использования (шахтный, подземный водоотлив, дренажные воды) – около 260 млн. м³/год. В результате загрязнения приземного слоя атмосферы и поверхности почвы различными техногенными продуктами через почву происходит загрязнение подземных вод. В пределах городов, где расположены нефтебазы, склады ГСМ, автомобильные мойки, транспортные коммуникации, в подземных водах отмечено повышенное содержание тяжелых металлов, фенолов, нефтепродуктов. В ряде случаев в подземных водах обнаруживается повышенное содержание пестицидов, нитратов, органических соединений.

На карте выделены крупные ареалы техногенного загрязнения подземных вод в пределах разведанных месторождений. В районе г. Кемерово источниками загрязнения подземных вод четвертичного, пермского, каменноугольного водоносных горизонтов являются предприятия химии, шахты, коммунальные службы, сельское хозяйство. Отмечается повышенное загрязнение по характерным для города ингредиентам в районах промплощадок и санитарно-защитных зон предприятий: ХПК – до 50 ПДК; фенол – до 300 ПДК; формальдегид – до 40 ПДК.

В районе г. Новокузнецка грунтовые воды четвертичных отложений загрязнены отходами предприятий металлургии, АО «Органика»: нефтепродукты – до 12 ПДК; фенолы – до 93 ПДК; нитриты – до 190 ПДК, фтор – до 500 ПДК.

Установлено значительное загрязнение грунтовых вод в районе хвостохранилища Абагурской аглофабрики поселка Елань.

Приложение 5

Состояние лесов

На карте-врезке показана неравномерность распределения лесов по территории области: высокий процент покрытия лесом по горному окаймлению и на севере области, низкая лесистость в центральной, наиболее населенной части области. Поэтому, несмотря на высокую в целом по области (более 50 %) лесистость, можно утверждать, что область, а точнее та ее часть, где проживает более 70 % населения, является лесодефицитной, и требуются меры по сохранению лесов.

Леса области в прошлом интенсивно вырубались. Развитие угледобычи, жилищное строительство потребляли миллионы кубометров древесины, большая часть которой заготавливалась в ближайших транспортно доступных районах области. Общий объем лесозаготовок достигал 6,5 млн. м³ в год. В настоящее время большинство лесозаготовительных предприятий из-за истощения сырьевых ресурсов прекратило свое существование или резко снизило объемы лесозаготовок. С 1941 г. общая лесопокрытая площадь сократилась на 500 тыс. га. За этот период площадь пихтовых лесов уменьшилась на 250 тыс. га, еловых – на 25 тыс. га, площадь кедровых увеличилась на 80 тыс. га, в основном за счет запрета рубки кедра с 1965 г. и измененного учета при лесоустройстве. Если раньше к кедровым лесам относили только те, в которых доля участия кедра была больше 40 %, то сейчас к ним относят леса с участием в составе кедра более 30 %.

Места произрастания кедра – ценной орехоплодной лесной породы – показаны на карте условными знаками.

В настоящее время леса области подвергаются интенсивному воздействию воздушного промышленного загрязнения. Это ведет к снижению видового разнообразия, в возрастании чувствительности деревьев к повреждению насекомыми и различного рода болезнями, в снижении роста, суховершинности и гибели отдельных деревьев.

Высокие концентрации SO₂, NO_x, NH₃, O₃ в воздухе оказывают воздействие на листовую кутикулу, приводящее к физиологической засухе; вызывают сдвиг в распределении органического углерода, приводя к ослаблению корневой системы; интенсифицируют выщелачивание элементов питания из листвы. Сильные

минеральные кислоты повреждают листовую кутикулу и, таким образом, вызывают повреждение деревьев. При очень высоких уровнях NH_3 листья растений приобретают коричневый цвет вследствие токсичности этого соединения.

Было установлено, что в лесах, подверженных воздействию металлургического комбината в районе г. Новокузнецка происходят следующие серьезные нарушения питательного режима:

- изменяется состав атмосферных выпадений – источника питания лесов;

- возрастает кислотность почв и почвенных растворов и интенсифицируется выщелачивание элементов питания из органо-генных горизонтов почв;

- происходит обеднение почв доступными для растений соединениями элементов питания;

- наблюдается дисбаланс в питании ели и сосны, выражающийся в обеднении хвои кальцием, магнием (вплоть до дефицита), марганцем и цинком и обогащении наиболее мобильными элементами, азотом, калием, фосфором, а также поллютантами – серой.

Таким образом, в настоящее время специфика функционирования лесов, широко представленных в Кемеровской области, определяется, с одной стороны, сложившимися природными механизмами, с другой стороны – продолжительным и интенсивным действием антропогенных факторов. Поскольку одной из основных причин повреждения лесов, в условиях распространяющегося аэротехногенного загрязнения, является нарушение их питания, поиски путей направленного регулирования питательного режима, позволяющего поддерживать жизнеспособность лесов, сохранять сырьевые, природоохранные и социальные функции и предотвращать их деградацию, приобретают особую актуальность.

Приложение 6

Состояние территорий, нуждающихся в охране

На карте-врезке показаны особо охраняемые территории, а также некоторые наиболее ценные заповедные урочища.

Заповедник «Кузнецкий Алатау» был образован в декабре 1989 году на территории Кузнецкого Алатау с центром в поселке Белогорск. Его площадь составила 455,5 тыс. га. Заповедник расположен в высокогорной части Кузнецкого Алатау. Здесь берут свое начало многоводные притоки Томи – Верхняя, Средняя и Нижняя Терси, Тайдон, Уса, Кия. Здесь же сосредоточено более десятка уникальных ледников, в том числе самый крупный в области ледник «Участников экспедиции». Эти ледники – единственные для данных широт Северного полушария, расположенные на низких абсолютных высотах (до 1200 м над уровнем моря).

В заповеднике десятки высокогорных озер. Самое крупное из них – Рыбное. Длина озера – 1 км, ширина – до 0,5 км. Глубина озера достигает 80 м (озеро Среднетерсинское).

Заповедник обладает уникальным набором геоморфологических, палеоклиматических памятников природы: древние ледниковые формы рельефа с островами вечной мерзлоты, структурные мерзлотные грунты, термокарст, морозобойные трещины. В районе наблюдается большая активность лавин. В заповеднике уникальные климатические условия: ежегодное выпадение осадков здесь превышает 2000 мм – наибольшее в области.

Занимая центральную часть Кузнецкого Алатау, заповедник является переходной зоной между Западной Сибирью и Восточной, поэтому его флора и фауна имеют представителей той и другой областей. На его территории выявлено более 40 видов исчезающих растений, 42 вида редких и исчезающих позвоночных. Сохранились значительные площади кедровых флагообразной кроны, заросли левзеи сафлоровидной, родиолы розовой. Широко распространены северный олень, марал, кабарга, отмечены гнездовья черного аиста, полярных куропаток, глухаря.

Шорский национальный парк организован в 1990 г. на основании постановления Совета Министров РСФСР от 27 де-

кабря 1989 г. № 386 «О создании Шорского государственного природного национального парка в Кемеровской области».

Шорский национальный парк расположен на юге Кемеровской области на территории Таштагольского административного района. Протяженность территории национального парка с севера на юг 110 км, с востока на запад 90 км. Администрация национального парка находится в г. Таштаголе. По данным лесоустройства 2000 г. площадь парка составляет 413843 га. Природная зона – горная тайга. Рельеф территории национального парка представляет собой сложную, сильно расчлененную речными долинами горную систему. Средняя высота над уровнем моря 500–800 м, отдельные вершины достигают 1600–1800 м.

Климат резко континентальный и суровый, что обусловлено нахождением парка почти в центре азиатского материка. Высокие хребты, огораживающие Горную Шорию с запада Салаирским кряжем, с юга – Алтайской горной системой и с востока хребтами Кузнецкого Алатау и Западных Саян создают своеобразный климатический режим. Средняя температура января – 20–22 °С, июля – +17–18 °С. В горах с высотой средние температуры резко падают. Среднегодовое количество осадков 900 мм, в горах на наветренных склонах до 1500–1800 мм. Снег держится более полугода, с октября по апрель. Глубина снегового покрова достигает 200–250 см, в понижениях среднегорий – более 400 см. Преобладают ветры южного и юго-западного направления.

Территория национального парка расчленена сетью рек и ручьев. Главной водной артерией является река Мрас-Су, протекающая через основной массив парка с севера на юг и разделяющая его территорию примерно на две равные части. Главными источниками питания рек и ручьев являются атмосферные осадки и грунтовые воды.

В растительном покрове парка преобладает черневая тайга. Леса представлены горными типами сообществ. Преобладают сообщества с сосной сибирской и пихтой сибирской. Значительно реже встречается ель, сосна, береза пушистая, осина. В лесных массивах среднегорной части Шории сохраняется уникальная и богатая флора гор Южной Сибири. Его ботаническими достопримечательностями являются такие редкие виды растений, как

кандык сибирский, венерин башмачок крупноцветковый, венерин башмачок настоящий, родиола розовая.

В фауне национального парка много промыслово-охотничьих видов: заяц-беляк, белка, соболь, американская норка, колонок, выдра, росомаха, лисица, волк, рысь, лось. Кроме перечисленных видов встречаются сибирский крот, бурундук, водяная полевка, ондатра, обыкновенный хомяк, горностай, ласка, степной хорь, барсук, бурый медведь, дикий северный олень, кабарга, косуля, марал. Среди представителей орнитофауны многие являются объектом охоты: обыкновенная кряква, широконоска, шилохвость, серая утка, чирок-трескунок, чирок-свистунок, красноголовый нырок, глухарь, рябчик, тетерев, перепел, коростель, вальдшнеп, бекас, дупель, гаршнеп и др. Из редких видов птиц в парке встречаются черный аист, беркут, сапсан, скопа. В реках водится хариус, ленок, таймень.

На территории Шорского национального парка находятся 25 памятников природы, такие как: водопад «Сага», «Кизасские пещеры», пещера «Надежда», «Памятник солдату», скала «Пьющий слон» и др.

Природно-этнографический **музей-заповедник «Томская писаница»** образован в июле 1988 года с целью сохранения, музеефикации, изучения и публичного представления памятника наскального искусства «Томская писаница», архитектурно-этнографических памятников под открытым небом, музейных предметов и коллекций, сохранения и изучения флоры и фауны заповедника, создания современной системы использования памятников истории и культуры, организации познавательного и научного туризма. Музей-заповедник располагается на площади 140 га лесопарковой зоны на правом берегу р. Томи в Яшкинском районе Кемеровской области.

В составе музея несколько комплексных зон под открытым небом: Томская писаница, архитектурно-этнографическая территория «Шорский улус Кезек», зона мифологии, эпоса и календарей народов Сибири, археодом с древними жилищами и погребениями, музей наскального искусства Азии, природа музея заповедника, музей естественной истории (историческая геология, минералогия, палеонтология).

Основу музея составляет древнее святилище «Томская писаница» – памятник истории и культуры народов Евразии. Содержит около 280 наскальных рисунков, датируемых эпохой неолита и бронзы. Многие изображения уникальны и относятся к шедеврам первобытного искусства.

Флора «Томской писаницы» богата и разнообразна. На ее площади найдено около 400 видов высших растений (1/4 флоры Кемеровской области), из них 39 видов деревьев и кустарников, многочисленные травянистые растения. Из них 5 видов являются третичными реликтами, один вид – ковыль перистый внесен в «Красную книгу». Около 40 видов являются редкими на территории Кузбасса и нуждаются в охране. Сосновый бор занимает около 90 % территории заповедника.

Животный мир музея-заповедника также разнообразен. Конечно, на столь небольшой территории крупные животные встречаются редко. Здесь можно увидеть косулю. Заповедник пересекает древняя лосиная тропа, ведущая к переправе через Томь, и по ней регулярно проходят лоси. Зимой забегают волки и рыси. Постоянными обитателями музея-заповедника являются лиса, норка, колонок, горностай, ласка, барсук, заяц, белка, бурундук. Много мелких грызунов – мышей и полевок, встречается 3 вида летучих мышей, землеройки.

Летом привлекают внимание парящие над рекой коршуны, поющие в лесу зяблики, бегающие по берегу трясогузки. Здесь можно встретить крупных соколов, сапсана и балобана, занесенных в «Красную книгу» России, зимой снегирей, свиристелей, полярную сову. Во все времена года лес оживляют многочисленные синицы, дятлы и поползни. Здесь обитает два вида ядовитых змей – обыкновенная гадюка и щитомордник, живородящая ящерица, жабы и остромордая лягушка.

Перечень заказников, имеющих ресурсоохранное значение, их основные направления, границы и площади показаны на карте. Всего выделены 13 заказников и 4 заповедных охраняемых урочища:

1. Белокаменный плес. Расположен в Тисульском районе на реке Кие. Его живописные скалы из серого, белого, розового, голубого, мраморизированного известняка протянулись на десятки километров. Многие скалы имеют названия: Замок, Великан,

Отец и сын и т. д. Скалы Белокаменного плеса поросли особой низкорослой сосной, которая приспособилась к известковым почвам, постоянным ветрам и поднимается до самых вершин. В известковых массивах Белокаменного плеса развит карст: воронки, гроты, пещеры, навесы, ниши, подземные ручьи.

2. Катунские утесы. Они протянулись на 5 км по правому берегу реки Кондома близ поселка Осман Новокузнецкого района. Живописные скалы, возвышающиеся над рекой на 150–200 метров, сложены из эффузивно-туфогенных толщ среднего девона и пестроцветных осадочных пород верхнего девона.

Склоны утесов покрыты остатками реликтовых сосновых боров. На каменистых осыпях и в нишах растет можжевельник казацкий, занимающий склоны южной экспозиции. На задернованных участках растет ревень алтайский – растение, занесенное в «Красную книгу» РФ. Катунские утесы – идеальное место для зимовки жуков кокцинелид – «божьих коровок». Иногда сюда на зимовку слетаются до нескольких миллионов насекомых.

3. Орлиная гора. Расположена на юго-восточной окраине Гурьевска. На ее склонах несколько стратотипических разрезов: Бачатская свита среднего кембрия, Орлиногорская свита среднего кембрия, Салаирская свита среднего кембрия, Толсточи́хинская свита верхнего кембрия. Мощность их отложений 1500–2000 метров.

4. Стрельной камень. Расположен на правом берегу реки Кондома в окрестностях Кузедеево. Это сплошное скальное обнажение, сложенное отложениями морского карбона, протянулось на километр. Зеленые и зеленовато-серые известняки, песчаники, аргиллиты, алевролиты содержат ископаемые формы – мшаники, трубки червей, створки остракод и гастропод.

Нарушенные земли

Из предприятий, нарушающих почвенный покров, ведущее место занимают предприятия угольной промышленности, сельского хозяйства, черной и цветной металлургии.

Добыча угля сопровождается разрушением геологической среды, почвенного покрова и естественных ландшафтов. Вынос на поверхность громадной массы глубинных горных пород (по Кузбассу это около 15 млрд. м³) приводит к процессам просадки поверхности, изменению рельефа местности, изменению гидрологического режима. Например, разрез «Бачатский» за десятилетия своей деятельности образовал выемку около 11 км, при этом во внешние отвалы перемещено свыше 1,2 млрд. м³ вскрышных пород, а отметки рельефа местности изменились на 60–140 м относительно естественного рельефа.

Добыча строительных материалов – гравия, глины, песка, известняка – также нарушает земную поверхность. Общая площадь многочисленных карьеров по добыче стройматериалов составляет в области около 7 тыс. га. Добыча цветных металлов драгами и промприборами сопровождается нарушением земли в поймах горных рек, загрязнением речной воды.

К категории нарушенных земель относятся отвалы отходов промышленных предприятий – хвостохранилища, шлаковые отвалы, золоотвалы. Они занимают значительные площади продуктивной земли и являются источником загрязнения прилегающих территорий.

Нарушенные земли кроме прямого экономического ущерба, связанного с изъятием продуктивных угодий, причиняют окружающей природной среде экологический ущерб. Отрицательное влияние нарушенных земель проявляется в загрязнении почвы, воды и атмосферы продуктами эрозии и дефляции, иссушении (или иногда подтоплении) территорий, снижении биологической продуктивности прилегающих угодий. Вследствие физического и химического выветривания горных пород в окружающую среду попадает большой спектр загрязняющих веществ: прежде всего соли тяжелых металлов, бенз(а)пирен и фенолы, образующиеся при окислении угля. Перенос их на значительные расстояния

превращает локальное загрязнение окружающей среды в региональное. Следует отметить многообразие социально-экологических последствий отрицательного воздействия нарушенных земель: это повышенная заболеваемость людей в связи с ухудшением санитарно-гигиенических условий, деградация биocenozов, ухудшение организации территорий и прочее.

Нарушенные земли должны быть рекультивированы, что предусматривается Постановлением Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы». Рекультивация – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности народнохозяйственной ценности, нарушенных земель, а также улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Рекультивация нарушенных земель призвана, в первую очередь, создавать геохимические и биогеохимические барьеры, сокращающие миграцию инородных веществ в окружающую среду. По данным статистики до 2000 года в Кузбассе рекультивировано 21240 га нарушенных земель.

На карту вынесены контуры нарушенных земель при открытых и подземных горнодобывающих работах, а гистограммами показаны площади нарушения. К ним относятся земли, находящиеся в технологическом процессе; отработанные, где возможна рекультивация; полностью отработанные, требующие проведения временной санитарно-защитной рекультивации, и земли с проведенной биологической рекультивацией.

В районе г. Междуреченска площадь нарушенных земель открытой угледобычей составляет 10,5 тыс. га. Образовалась своеобразная «послепромышленная пустыня» с неблагоприятными экологическими условиями: запылением атмосферы, иссушением приземных слоев воздуха, повышенной температурой летом. Отрицательное воздействие распространяется как на жилые районы города, так и на обширную прилегающую территорию.

Поскольку разрезы относительно недавно введены в эксплуатацию, здесь немного полностью отработанных участков, которые можно было бы рекультивировать. Всего рекультивировано несколько сотен гектаров, что негативно сказывается на экологической обстановке района. В ближайшей перспективе не ожида-

ется больших площадей отработанных земель. Поэтому на междуреченской группе разрезов необходимо проводить преимущественно временную санитарно-защитную рекультивацию.

Вокруг г. Новокузнецка развита в основном шахтная угледобыча. Разрезы Байдаевский и Листвянский удалены от города на 25–50 км. Общая площадь нарушенных земель составляет около 17,3 тыс. га, рекультивировано 7,3 тыс. га или 42 %. Город является крупнейшим индустриальным центром с кризисной экологической обстановкой, поэтому здесь на первый план выдвигается задача улучшения санитарно-гигиенических условий жизни населения, путем создания лесных зеленых зон, организации мест отдыха. Лесная рекультивация проведена на подработанных шахтных землях на площади 6,5 тыс. га, на отвалах угольных разрезов – 0,8 тыс. га. Сельскохозяйственная рекультивация практически не производится (за исключением нескольких десятков гектаров на разрезе Листвянский), хотя имеется возможность проведения рекультивации до 20 % от общей площади нарушенных земель. Севернее города начали эксплуатацию Талдинский и Ерунаковский угольные разрезы. Отработанных площадей здесь еще нет, поэтому необходимо проводить временную санитарно-защитную рекультивацию в объемах ежегодной площади нарушений.

В районе г. Осинников на подработанных шахтами землях проведена лесная рекультивация на площади около 600 га, на участке открытых горных работ шахты Шушталепская созданы кормовые угодья из многолетних бобовых трав на площади 120 га. Следует увеличить объемы рекультивации на разрезе Осинниковский (пос. Малиновка). Это связано, кроме общих требований, с необходимостью ликвидировать возможное негативное воздействие отвально-карьерного рельефа на примыкающий к разрезу уникальный природный объект – реликтовые древостои липы.

Районы городов Прокопьевска и Киселевска характеризуются высокой концентрацией горного производства. Участки открытых горных работ и подземная угледобыча чередуются или находятся на одних и тех же площадях, в результате чего нарушения естественных ландшафтов особенно сильны. Преобладают мощные крутопадающие пласты, разработка которых открытым

способом сопровождается образованием обширных внешних отвалов, а подземным – каньонообразных провалов. Все это в целом создает особенно неблагоприятные экологические условия, тем более что размещены угледобывающие предприятия среди жилой застройки или в непосредственной близости к ней. Этот район с природоохранных позиций самая «больная» точка Кузбасса. Общая площадь нарушенных земель в районе достигает 20 тыс. га, однако отработанных земель мало, по крайней мере, меньше, чем в других районах. Поэтому, поскольку нет полностью отработанных земель и возможности проводить их рекультивацию, следует выполнять временную санитарно-защитную рекультивацию. По экспертной оценке Института почвоведения и агрохимии СО РАН, временная рекультивация в районе возможна на площади не менее 8 тыс. га.

В центральной части Кузбасса (города Белово, Ленинск-Кузнецкий) нарушенные шахтами и разрезами земли занимают площадь 17,2 тыс. га, а с вводом в эксплуатацию на проектную мощность угледобывающих предприятий Восточного Кузбасса она удвоится. Этот район является «степным ядром» Кузнецкой котловины с богатыми черноземами. Основное направление рекультивации должно быть сельскохозяйственным. Вокруг городов Белова и Ленинск-Кузнецкого на шахтных отработанных полях создано 2300 га лесонасаждений. На спланированных отвалах угольных разрезов посажены плантации облепихи и произведен посев многолетних трав.

Вблизи г. Кемерово на Кедровском и Черниговском разрезах нарушенная земельная площадь составляет около 9 тыс. га, а рекультивировано всего 300 га. На шахтных землях из 7 тыс. га нарушенных земель восстановлено 700 га.

На шахтах г. Анжеро-Судженска породные отвалы склонны к самовозгоранию. Горящие породные отвалы выделяют большое количество сернистого газа. Здесь рекультивация возможна только при условии экранирования отвалов слоем суглинка, ликвидации существующих и недопущения в будущем очагов горения.

В целом по Кузбассу накопилось (по данным статучета) около 80 тыс. га нарушенных земель. Фактически эта площадь больше, порядка 100 тыс. га, поскольку в учетные данные не включены площади с некачественно проведенной рекультиваци-

ей и требующие повторных работ, подработанные шахтами земли без видимых провалов на поверхности с измененным гидрологическим режимом, потерявшие первоначальное качество, нарушенные земли естественно заросшие, но имеющие низкую биопродуктивность.

Объективными причинами низких темпов рекультивации являются горно-геологические условия бассейна: наклонное и крутое залегание пластов предопределяет длительный срок их эксплуатации до истощения запасов. Эти причины усугубляются применяемыми технологиями открытой угледобычи: месторождения отрабатываются продольными заходками с вывозкой вскрыши во внешние отвалы, поперечная отработка с внутренним отвалообразованием применяется в незначительных масштабах.

Необходимо значительно увеличить масштабы рекультивации тем более, что имеется достаточный опыт создания древесных насаждений на отработанных землях шахт и разрезов, устойчивых, долговечных и обладающих высокими экологическими функциями. Полноценные сосновые насаждения выращены Новокузнецким лесхозом на нарушенных землях шахт Байдаевская, Зыряновская, Абашевская и других. На отвалах вскрышных пород угольных разрезов Листвянский, Байдаевский, Моховский и некоторых других успешно выращивается облепиха - ценная плодово-ягодная культура. Нарботан опыт создания продуктивных кормовых угодий из многолетних трав на отвалах разрезов без нанесения на них плодородного слоя почвы.

Вместе с тем, целый ряд вопросов рекультивации требует своего решения. Необходимы технологические разработки создания оптимального по экологическим требованиям рельефа поверхности рекультивируемых земель, исключаящих вынос и миграцию элементов соединений горных пород в окружающую среду. Не разработаны технологии нанесения плодородного слоя почвы на отвалы. Проведенные работы по созданию пашни оказались неэффективными из-за продолжающейся длительное время деформации поверхности отвалов. Нет опыта рекультивации остаточных карьерных выемок. А главное, нет законодательной базы, стимулирующей рекультивацию.

Радиационная обстановка

На карте – врезке приведено распределение активного цезия (Cs-137) в поверхностном слое ненарушенных почв.

Использованы материалы экспедиционных работ Объединенного института геологии, геофизики и минералогии. Естественные радиоактивные элементы (уран, торий, калий-40) распространены относительно равномерно во всех изученных природных объектах на территории области и в незначительных концентрациях. Поэтому ситуация с естественными радионуклидами оценивается как благоприятная и на карту не вынесена.

Цезий (Cs-137) также обнаружен во всех изученных природных объектах области, но, в отличие от естественных радионуклидов, распределен крайне неравномерно.

Максимальные концентрации этого радионуклида (до 294 Бк/кг) (Бк – Беккерель – стандартная международная единица радиоактивности, равная одному распаду за секунду, это очень небольшая единица, равная примерно 27 пикокюри) установлены во мхах и хвойных спадах, минимальные (2 Бк/кг) – в травах с покосов. Это свидетельствует о том, что процесс сельскохозяйственной обработки почв способствует существенному снижению в них концентрации цезия.

Среднее содержание цезия (Cs-137) в почвенном покрове составляет 24 Бк/кг, а среднее значение плотности его загрязнения радиоцезием равно 65 мКи/км² (Ки – традиционная единица измерения радиоактивности, равная радиоактивности 1 грамма чистого радия. Она эквивалентна 37 млрд. распадов в секунду (37 млрд. беккерелей). На этом фоне в пределах области зафиксированы точки с превышением указанного уровня загрязнения в 1,3–2,0 и более раз.

Оконтуривание участков и площадей с повышенной концентрацией Cs-137 на карте проведено ориентировочно. Отмечены районы, в которых среднее значение плотности загрязнения Cs-137 превышает средний (фоновый) уровень по области. Это Тисульский – 75 мКи/км², Топкинский – 70 мКи/км², Кемеровский – 83 мКи/км², Ленинск-Кузнецкий – 72 мКи/км², Новокузнецкий – 88 мКи/км², Таштагольский – 73 мКи/км². Полученные данные о

распространении цезия в почвенном покрове свидетельствуют о его неравномерном или мозаичном распределении.

Приложение 9

Отходы производства и потребления

Ежегодное образование отходов производства и потребления в области составляет свыше 50 млн. т.

По вредному воздействию на окружающую среду отходы производства и потребления являются едва ли не ведущим фактором. Территория области фактически завалена отходами сырьевых и перерабатывающих отраслей промышленности. Не без оснований «визитной карточкой» Кузбасса называют бесчисленные породные отвалы угле- и рудодобывающих предприятий. По неполным данным ежегодно в отвалы отсыпается более 300 м³ вскрышных и вмещающих горных пород, а с начала интенсивной добычи полезных ископаемых на поверхности земли Кузнецкой скопилось около 8 км³ глубинных горных пород.

Условными немасштабными значками вынесены на карту полигоны (свалки) отходов других производств: золошлаковые отвалы топливно-энергетического комплекса (ТЭЦ, ГРЭС), шлаковые отвалы металлургии, отходы химической промышленности, места концентрации отходов агропромышленного комплекса, крупные свалки бытовых отходов.

Золоотвалы теплоэлектростанций занимают в общей сложности 2 тыс. га. Если они покрыты водой, зола не загрязняет атмосферу, но в сухом состоянии с отвалов ветром уносится громадное количество пыли. Закрепление (рекультивацию) поверхности необходимо начинать, не ожидая полного завершения работ по формированию отвалов, которые могут проводиться еще десятки лет. Сейчас эта работа не только не делается, но и даже не обсуждается: на фоне более масштабных нарушений горнодобывающих предприятий отвалы отходов других отраслей не слишком бросаются в глаза.

В черте г. Новокузнецка отвалы доменных и сталеплавильных шлаков, агломерации железной руды и других отходов металлургии занимают площадь более 800 га, а их масса превысила

100 млн т. Отходами добычи железной руды завалены города и поселки Таштагольского железнорудного района: Таштагол, Шерегеш, Каз; «хвостами» их обогащения – Мундыбаш, Шерегеш.

Отходы химической промышленности сосредоточены в основном в г. Кемерово. Многотоннажными неиспользуемыми отходами, размещенными на полигонах, являются полиамидные смолистые отходы (бывшего АО «Химволокно»), фенолсодержащие полимеры (АО «Токем»), шламы различных производств (АО «Химпром», КАО «Азот»). Большинство отходов химического производства является веществами высокой степени опасности (классов токсичности). Поэтому, несмотря на относительно небольшую площадь, занимаемую этими отходами, экологическая значимость их в отрицательном смысле велика.

Существенным фактором загрязнения окружающей среды являются отходы крупных птицефабрик и крупных животноводческих комплексов. При существовавшем ранее подстилочном способе содержания скота образовывался перегной, вывозимый в качестве органического удобрения на поля. С переходом на крупные промышленные животноводческие комплексы удаление фекальных масс стало производиться гидросмывом в отстойники или выливаться в близлежащие лога и водоемы. Поэтому рядом с комплексами скапливаются сотни тысяч кубометров навозной жижи, которую трудно утилизировать в удобрения и которая загрязняет поверхность и грунтовые воды, а зловоние распространяется на километры вокруг.

Зонами экологического бедствия в области являются городские свалки, ставшие источниками загрязнения подземных вод, неприятных запахов, представляющие опасность как очаги инфекций, отравлений.

Удельный выход твердых бытовых отходов по минимальному уровню составляет 200 кг в год на человека. Таким образом, ежегодно по области образуется 636 тыс. т твердых бытовых отходов. На территории области функционируют 577 несанкционированных мест размещения твердых бытовых отходов и 49 санкционированных свалок. Мероприятия по утилизации и переработке твердых бытовых отходов не проводятся.

Приложение 10.

Гигиеническая ситуация

Здоровье населения является универсальным биоиндикатором экологической ситуации в регионе. Состояние здоровья населения оценивают через демографические показатели, показатели заболеваемости по обращаемости, инвалидности и т. д.

В структуре впервые выявленной заболеваемости на первом месте у населения Кемеровской области находятся болезни органов дыхания; вторую позицию занимают травмы, отравления; на третьей позиции у взрослых – болезни кожи и подкожной клетчатки, у детей – болезни органов пищеварения.

В структуре распространенности болезней сохраняют лидерство болезни органов дыхания; второе место занимают у детей болезни органов пищеварения, у взрослых – болезни системы кровообращения; на третьем месте – травмы, отравления.

Прослеживается связь между загрязнением среды обитания и заболеваемостью населения. В этиологии болезней органов дыхания ведущая роль принадлежит фактору загрязнения атмосферы различными химическими веществами; болезней кожи и подкожной клетчатки – воздействию на организм химических веществ-аллергенов.

В г. Новокузнецке между значениями экологического индекса, представляющего комплексный показатель состояния окружающей среды, и индекса здоровья в течение трех лет с высокой вероятностью прослеживается прямая сильная связь (коэффициент корреляции равен 0,76). Также выявлено, что канцерогенные риски обусловлены в значительной степени воздействием формальдегида, бенз(а)пирена, бензола, содержащихся в атмосферном воздухе г. Новокузнецка. Риски развития экзозависимых заболеваний центральной нервной системы, органов дыхания, системы пищеварения, крови обусловлены воздействием марганца и меди питьевой воды, а также бензолом, хлором и хлористым водородом, содержащимися в атмосферном воздухе.

Для г. Кемерово получены математические модели, свидетельствующие о том, что существуют прямые связи между концентрациями в атмосферном воздухе диоксидов серы, азота, оксида углерода, фенола, хлорида водорода и уровнями заболеваемости у детей по болезням эндокринной, нервной и сердечносо-

судистой систем, органов пищеварения и крови. Для всего населения отмечена роль загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом в уровнях заболеваний системы кровообращения.

Исследованиями установлены прямые связи еженедельными уровнями острых кишечных инфекций, ежегодными уровнями дизентерии у населения городов Кемерово и Юрги, которые являлись следствием сброса недостаточно очищенных сточных вод р. Томь.

На карте-врезке «Санитарно-гигиеническая обстановка» представлена заболеваемость населения в городах и административных районах области по отдельным группам болезней: инфекционные и паразитарные, новообразования, болезни эндокринной системы, системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки и т. д. Отмечены те группы болезней, встречаемость которых превышает среднеобластной уровень распространенности болезней. Отдельно на карте представлены природноочаговые заболевания, имеющие приоритетное распространение в области – клещевой риккетсиоз и водный лептоспироз.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (РАСЧЕТ) ДОПУСТИМОСТИ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ВОДОЕМ

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для ознакомления студентов с нормированием деятельности промышленных предприятий, связанной со сбросом сточных вод в поверхностные водоемы. Сточные воды промышленных предприятий после их полной или частичной очистки содержат остаточные количества нерастворенных и растворенных загрязнений. В случае неэффективной работы очистных сооружений или же при их отсутствии загрязнения, попадающие в водоем со сточными водами, могут сделать воду этого водоема непригодной для различных целей водопользования и в первую очередь для питьевого и хозяйственно-бытового использования. Для сохранения качества воды поверхностных водоемов разработаны расчетные методы определения соответствия условий сброса сточных вод в водоем санитарным нормам.

Студенты по нижеприведенной методике определяют, до какой степени следует очищать, обезвреживать или обеззараживать сточные воды, чтобы на подходе к первым пунктам водопользования степень загрязнения воды не нарушала нормальные условия водопользования и не угрожала здоровью населения.

2. Теоретические положения

2.1. Загрязнение воды в водных объектах

Водоемы и водотоки (водные объекты) считаются загрязненными, если показатели состава и свойств воды в них изменились под прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и стали частично или полностью непригодными для одного из видов водопользования.

Критерием загрязненности воды является ухудшение ее качества вследствие изменения ее органолептических свойств (цвета, запаха) и появления веществ, вредных для человека, животных, птиц, кормовых и промысловых организмов, а также повышение температуры воды, изменяющее условия для нормальной

жизнедеятельности организмов. Качество воды оценивается показателями, характеризующими содержание в ней вредных веществ.

Основное нормативное требование к качеству воды в водных объектах – соблюдение установленных экологических стандартов, оценивающих состояние окружающей среды. Экологическими стандартами, оценивающими санитарное состояние водных объектов, являются предельно допустимые концентрации примесей (ПДК) в воде.

ПДК примеси (вредного вещества) в воде водного объекта – это такой нормативный показатель, который исключает неблагоприятное влияние на организм человека и возможность ограничения или нарушения нормальных условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и других видов водопользования. Иными словами, ПДК – это такая концентрация, при превышении которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования.

2.2. Нормативы качества воды для водных объектов

хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения

Нормативы состава и свойств воды водных объектов, которые должны быть обеспечены при спуске в них сточных вод, устанавливаются применительно к отдельным категориям водопользования у мест расположения ближайших к выпуску сточных вод пунктов водопользования.

Водопользование различают двух категорий:

- * к первой категории относится использование водного объекта в качестве источника централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности;

- * ко второй категории относится использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Ближайшие к месту выпуска сточных вод пункты водопользования первой и второй категории определяются органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы с обязательным учетом официальных данных о перспективах использования водного объекта для питьевого водоснабжения и культурно-бытовых нужд населения.

Состав и свойства водных объектов должны соответствовать нормативам (не превышать ПДК) в створе, расположенном на водотоках в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т. д.), а на непроточных водоемах и водохранилищах – в одном километре в обе стороны от пункта водопользования.

2.3. Производственные ограничения на сброс сточных вод в водные объекты

Независимо от нормативных требований к качеству воды в водном объекте существуют производственные ограничения на сброс сточных вод, которые предприятия обязаны неукоснительно выполнять.

Запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды:

- * которые могут быть устранены путем рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного водоснабжения, или устройствами бессточных производств;
- * содержащие ценные отходы, которые могут быть утилизированы на данном или другом предприятии;
- * содержащие производственное сырье, реагенты, полупродукты и конечные продукты производства в количествах, превышающих установленные нормативы технологических потерь;
- * содержащие вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации;
- * воды, которые с учетом их состава и местных условий могут быть использованы для орошения в сельском хозяйстве при соблюдении санитарных требований.

Особенно недопустим сброс в водные объекты кубовых остатков и технологических отходов.

2.4. Технологические условия сброса сточных вод в водные объекты

Место выпуска сточных вод должно быть расположено ниже по течению реки от границы данного населенного пункта и всех мест его водопользования с учетом возможного обратного течения при нагонных ветрах и при изменении режима ГЭС.

Условия спуска сточных вод в водоемы определяются с учетом:

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

- * качества воды водоемов и водотоков выше места проектируемого сброса сточных вод.

3. Методика определения соответствия условий сброса сточных вод предприятия санитарным требованиям

Контроль и управление качеством воды в водных объектах предусматривают решение следующих задач:

- проверку достаточной степени разбавления сточных вод, для того чтобы в пункте водопользования примеси рассеивались до неопасных концентраций;

- определение требуемой степени очистки (обеззараживания) сточных вод;

- прогнозирование качества воды на заданную перспективу.

Загрязнение водоема сточными водами может неблагоприятно сказаться на:

- * нарушении общего санитарного режима водоема;

- * изменении органолептических свойств водоема.

Соответственно в зависимости от свойств загрязняющих веществ определение степени необходимой очистки сточных вод ведется по каждому показателю состава и свойств воды водоемов.

Основное уравнение смешения сточных вод, сбрасываемых в водоем, с природными водами имеет вид

$$q \cdot C_{ст} + Q \cdot C_p = (q + \gamma \cdot Q) \cdot C_{п.вод}, \quad (1)$$

где Q – расход воды в реке, $\text{м}^3/\text{с}$; q – расход сточных вод, поступающих в реку, $\text{м}^3/\text{с}$; $C_{ст}$ – концентрация загрязнения (данного вредного вещества) в стоке, $\text{мг}/\text{дм}^3$; C_p – концентрация загрязнения (данного вредного вещества) в реке выше сброса в нее сточных вод (фоновая концентрация), $\text{мг}/\text{дм}^3$; $C_{п.вод}$ – концентрация загрязнения (данного вредного вещества) в реке перед расчетным

пунктом водопользования (в общем случае в 1 км выше по течению реки), мг/дм³; γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть расхода воды в водоеме смешивается со сточными водами в расчетном створе.

Величина q определяется хозяйственной или проектной организацией на основе замеров или технологических расчетов.

Величина Q определяется проектной организацией на основе специальных местных гидрологических изысканий или данных гидрометеорологической службы. Величина C_p определяется на основе специально организуемых исследований.

3.1. Проверка достаточной степени разбавления

Решая уравнение (1) относительно, $C_{п.вод}$, имеем:

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_p}{q + \gamma \cdot Q}. \quad (2)$$

Формула (2) позволяет прогнозировать санитарное состояние воды при всех заданных параметрах, входящих в нее. Прогноз осуществляется путем сравнения $C_{п.вод}$ с установленной для данного вещества предельно допустимой концентрацией $C_{пдк}$. Если значение $C_{п.вод}$ меньше $C_{пдк}$, то прогноз благоприятен и разбавления сточных вод достаточно. В противном случае, когда $C_{п.вод} > C_{пдк}$, необходимо принять меры по уменьшению концентрации загрязнения (данного вредного вещества) в реке перед расчетным пунктом водопользования за счет проведения следующих мероприятий:

- * уменьшения количества сточных вод, сбрасываемых в водоем;
- * снижения концентрации загрязнения в сточных водах за счет их разбавления чистой водой;
- * снижения концентрации загрязнения в сточных водах либо за счет дополнительных систем очистки, либо совершенствования технологических процессов.

При поступлении со стоком в водный объект нескольких веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности сумма отношений концентрации каждого из веществ в водном объекте ($C_{1п.вод}$, $C_{2п.вод}$, ... $C_{Nп.вод}$) к соответствующим ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_{1n.вод}}{C_{1ндк}} + \frac{C_{2n.вод}}{C_{2ндк}} + \dots + \frac{C_{Nn.вод}}{C_{Nндк}} \leq 1. \quad (3)$$

Если данное условие не выполняется, то в сточной воде должно быть уменьшено содержание одного или нескольких загрязняющих веществ.

3.2. Определение необходимой степени очистки сточных вод от загрязняющего химического вещества

Чтобы определить, до какой степени следует очищать, обезвреживать или обеззараживать сточные воды от загрязняющего химического вещества, чтобы на подходе к первым пунктам водопользования степень загрязнения воды не нарушала нормальные условия водопользования и не угрожала здоровью населения, необходимо определить максимальную концентрацию загрязняющего химического вещества в сточной воде $C_{ндк}$, при которой после сброса стока в реку в речной воде не будет превышен допустимый предел загрязнения, т. е. выполняется условие $C_{п.вод} \leq C_{ндк}$. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$C_{ст.пр} = \frac{\gamma \cdot Q}{q} (C_{ндк} - C_p) + C_{ндк}, \quad (4)$$

где $C_{ндк}$ – предельно допустимая концентрация химического вещества в речной воде.

Величина $C_{ндк}$ определяется по литературным (справочным) данным или на основе специально организуемых исследований, если такие данные отсутствуют.

Значение максимальной концентрации химического вещества в сточной воде $C_{ндк}$, при котором не будут превышены допустимые пределы загрязнения воды в реке, определенное расчетом для нового или существующего объекта и положенное в основу проектирования очистных сооружений, приобретает значение контрольной величины на период эксплуатации этих сооружений и кладется в основу лимита, предельно допустимого для данного объекта, сброса в водоем загрязнений.

Необходимая степень очистки сточных вод от данного химического вещества, %, определяется по формуле

$$\Xi = \frac{C_{ст} - C_{ст.пр}}{C_{ст}} \cdot 100. \quad (5)$$

Величина коэффициента обеспеченности смешения для проточных (незарегулированных) водоемов определяется по методу Фролова-Родзиллера:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q}\beta}. \quad (6)$$

Коэффициент β в уравнении (6) определяется по формуле

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}, \quad (7)$$

где L – расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до места ближайшего пункта водопользования, м; α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения, который, в свою очередь, определяется по формуле:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \quad (8)$$

где E – коэффициент турбулентной диффузии; ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоем; при выпуске у берега он равен 1, при выпуске в стрежень реки он равен 1,5; φ – коэффициент извилистости реки, он равен отношению расстояния по фарватеру от места выпуска сточных вод до створа ближайшего пункта водопользования ($L\phi$) к расстоянию до того же пункта по прямой (Ln), т. е.

$$\varphi = \frac{L\phi}{Ln}. \quad (9)$$

Коэффициент турбулентной диффузии, для равнинных рек определяется по формуле:

$$E = \frac{V_{ср} \cdot H_{ср}}{200}, \quad (10)$$

где $V_{ср}$ – средняя скорость течения на участке между выпуском сточных вод и створом пункта водопользования, м/с; $H_{ср}$ – средняя глубина водоема на том же участке, м.

3.3. Определение необходимой степени очистки сточных вод от взвешенных веществ

Санитарные требования ограничивают лишь степень увеличения содержания взвешенных веществ в воде водоемов. Поэтому расчетная формула (4) принимает вид

$$C_{ст.пр} = \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) C_{доб} + C_p, \quad (11)$$

где $C_{доб}$ – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ, принимается равным 0,25 мг/дм³ для водоемов рыбохозяйственного назначения и 0,75 мг/дм³ для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Остальные обозначения прежние.

3.4. Определение необходимой степени очистки сточных вод от органических веществ, подвергаемых биохимическому окислению

Вредные вещества, содержащиеся в промышленных сточных водах, способны подвергаться окислению в природных водах, что связано с потреблением растворенного в воде кислорода. Такими веществами являются преимущественно органические соединения. Перерасход кислорода может приводить к его дефициту в воде и явлению эвтрофикации, которое заключается в бурном развитии в водоеме водорослей и другой водной растительности вследствие загрязнения водоема сточными водами, содержащими органические загрязнения и биогенные вещества (азотные, фосфорные и калийные). Зная химический состав и количество примесей в воде, рассчитывают потребность в кислороде на окисление и определяют степень угрозы эвтрофикации, т. е. устанавливают, насколько опасны те или иные стоки, для того, чтобы ограничить их сток. Для этого используют показатель, называемый «биохимическое потребление кислорода» (БПК), обязательно контролируемый санитарными лабораториями предприятий в сточных, природных и оборотных водах.

БПК – количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени на аэробное биохимическое окисление (разложение) нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде. БПК определяют для различных

отрезков времени, например, за 5 суток (БПК_5), за 20 суток (БПК_{20}), а также независимо от времени – на полное окисление органики ($\text{БПК}_{\text{полн}}$). Размерность БПК в миллиграммах $\text{O}_2/\text{л}$.

Согласно ГОСТам БПК определяется как количество кислорода, потребляемое при биохимическом окислении содержащихся в воде веществ в аэробных условиях.

Максимально допустимое значение БПК в стоке, сбрасываемом в реку, с учетом биохимического процесса самоочищения воды от органических веществ, уже имеющихся в водоеме выше места выпуска сточных вод, определяют по формуле:

$$C_{\text{ст.пр}} = \frac{\gamma \cdot Q}{q \cdot 10^{-K_{\text{ст}} \cdot t}} (C_{\text{пр.д}} - C_{\text{р}} \cdot 10^{K_{\text{р}} \cdot t}) + \frac{C_{\text{пр.д}}}{10^{-K_{\text{ст}} \cdot t}}, \quad (12)$$

где $C_{\text{ст.пр}}$ – концентрация органических веществ (в $\text{БПК}_{\text{полн}}$), которая должна быть достигнута в процессе очистки сточных вод, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $C_{\text{р}}$ – концентрация органических веществ (в $\text{БПК}_{\text{полн}}$) в воде водоема до места выпуска сточных вод, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $C_{\text{пр.д}}$ – предельно допустимое содержание органических веществ (в $\text{БПК}_{\text{полн}}$) в створе ближайшего пункта водопользования, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $K_{\text{ст}}$ и $K_{\text{р}}$ – константы потребления кислорода соответственно органическими веществами сточных вод и воды реки (при спуске в реку бытовых и ряда промышленных сточных вод эти константы могут быть приняты одинаковыми $K_{\text{ст}} = K_{\text{р}} = 0,1$); t – время продвижения воды водоема вместе с разбавленными в ней сточными водами от места выпуска сточных вод до пункта водопользования (в сутках).

$$t = \frac{L_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}}. \quad (13)$$

Если вычисленная величина $C_{\text{ст.пр}}$ (т.е. концентрация сточных вод, при которых выполняются санитарные требования в отношении БПК) окажется меньше, чем БПК сточных вод, намеченных к спуску (или поступающих в водоем), то необходима очистка сточных вод по крайней мере до $C_{\text{ст.пр}}$.

3.5. Определение необходимой степени очистки сточных вод от веществ, придающих воде цветность и запах

В случае, когда имеются анализы сточных вод с указанием степени разбавления, при которой окраска и запах природных вод

исчезают, достаточно сравнения величины разбавления, указанной в анализе, с расчетной величиной разбавления, которое возможно у створа ближайшего пункта водопользования, чтобы решить вопрос необходимости очистки сточных вод в отношении запаха и окраски перед спуском их в водоем.

Расчетная кратность разбавления сточных вод n определяется по формуле

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q}, \quad (14)$$

где обозначения прежние.

Если вычисленная величина n (разбавление сточных вод, при которой выполняются санитарные требования в отношении окраски и запаха) окажется меньше, чем кратность разбавления, при которой исчезают окраска и запах и которая определена лабораторными исследованиями, то необходимо либо разбавление сточных вод, либо их дополнительная очистка от загрязнений, обуславливающих цветность и запах воды.

4. Исходные данные для расчетов

В городе К проектируется химический завод. Спуск сточных вод этого предприятия намечается в реку Н ниже границы города. При санитарном обследовании водоема обнаружено, что ниже намеченного спуска сточных вод на расстоянии 5 км находится населенный пункт И, который использует воду реки Н для питьевых и культурно-бытовых целей.

Данные по составу сточных вод химического завода приведены в прил. 2 для различных вариантов расчета.

Данные по составу воды реки Н выше выпуска сточных вод приведены в прил. 1 для различных вариантов расчета.

Значения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в речной воде приведены в прил. 3.

Примечания:

1. Выпуск сточных вод проектируется в стрежень реки, поэтому значение коэффициента ξ в уравнении (8) для всех вариантов расчета принимается равным $\xi = 1,5$.

2. Значение коэффициента извилистости реки φ в уравнении (8) для всех вариантов расчета принимается равным $\varphi = 1,0$.

3. Константы потребления кислорода соответственно органическими веществами сточных вод и воды реки в уравнении (12) для всех вариантов расчета принимаются равными $K_{см} = K_p = 0,1$.

4. Допустимое количество взвешенных веществ, которое можно добавить на каждый литр воды водоема, для всех вариантов расчетов принимается равным $C_{доб} = 0,75 \text{ мг/дм}^3$.

5. Требования к отчету

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

- * наименование и вариант работы;
- * исходные данные для расчетов;
- * методика расчетов с результатами вычислений;
- * сводная расчетная таблица;
- * общее заключение по результатам работы.

6. Пример расчета

Исходные данные для расчета:

■ данные по расходу и составу сточных вод:

- расход сточной воды $q = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$;
- окраска жидкости – бурая, исчезает при разведении 1:15;
- запах сточной жидкости – специфический, исчезает при разведении 1:15;

• хлоридов – 1000 мг/дм^3 , сульфатов – 450 мг/дм^3 , свинца – 31 мг/дм^3 , бензола – $15,1 \text{ мг/дм}^3$, нитрохлорбензола – $0,51 \text{ мг/дм}^3$, цинка – $6,1 \text{ мг/дм}^3$, взвешенных веществ – 50 мг/дм^3 , БПК – $190 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$;

■ данные по расходу и составу речной воды выше места выпуска в реку сточных вод:

- расход воды в реке – $60 \text{ м}^3/\text{с}$;
- средняя скорость течения – $0,3 \text{ м/с}$;
- средняя глубина – $1,2 \text{ м}$;
- хлоридов – 100 мг/дм^3 , сульфатов – 45 мг/дм^3 , свинца – $0,01 \text{ мг/дм}^3$, бензола – $0,01 \text{ мг/дм}^3$, нитрохлорбензола –

0,001 мг/дм³, цинка – 0,1 мг/дм³, взвешенных веществ – 1,5 мг/дм³, БПК – 1,0 мг О₂/дм³.

Определение условий спуска сточных вод завода для химических загрязняющих веществ

Для определения возможности сброса стока в реку необходимо определить концентрацию химических примесей в речной воде у ближайшего пункта водопользования, т.е. у пункта В, и сравнить полученные данные с соответствующими значениями ПДК.

1. Определение коэффициента смешения γ :

1.1. Коэффициент турбулентной диффузии (уравнение 10):

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{0,3 \cdot 1,2}{200} = 0,0018.$$

1.2. Коэффициент α (уравнение 8):

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot 3 \sqrt[3]{\frac{E}{q}} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 3 \sqrt[3]{\frac{0,0018}{0,4}} = 0,248,$$

где $\xi = 1,5$ при выпуске сточных вод в стрежень реки, а $\varphi = 1,0$.

1.3. Коэффициент β (уравнение 7):

$$\alpha \cdot \sqrt[3]{L} = 0,248 \cdot \sqrt[3]{4000} = 3,94.$$

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = e^{-3,94} = 0,0194,$$

где $L = 4000$ м – расстояние от места выпуска сточных вод до створа, расположенного на 1 км выше по течению реки границы пункта В.

1.4. Коэффициент γ (уравнение 6):

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \beta} = \frac{1 - 0,0194}{1 + \frac{60}{0,4} 0,0194} = 0,25.$$

2. Концентрация примесей в речной воде у ближайшего пункта водопользования (уравнение 2):

* хлоридов

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_p}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 1000 + 0,25 \cdot 60 \cdot 100}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 123,6$$

мг/дм³;

* сульфатов

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_{р}}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 450 + 0,25 \cdot 60 \cdot 45}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 55,5 \text{ мг/дм}^3;$$

* свинца

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_{р}}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 31 + 0,25 \cdot 60 \cdot 0,01}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 0,8 \text{ мг/дм}^3;$$

* бензола

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_{р}}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 15,1 + 0,25 \cdot 60 \cdot 0,01}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 0,4 \text{ мг/дм}^3;$$

* нитрохлорбензола

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_{р}}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 0,51 + 0,25 \cdot 60 \cdot 0,001}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 0,014 \text{ мг/дм}^3;$$

* цинка

$$C_{п.вод} = \frac{q \cdot C_{ст} + \gamma \cdot Q \cdot C_{р}}{q + \gamma \cdot Q} = \frac{0,4 \cdot 6,0 + 0,25 \cdot 60 \cdot 0,1}{0,4 + 0,25 \cdot 60} = 0,25 \text{ мг/дм}^3.$$

Сравнение полученных значений $C_{п.вод}$ со значениями $ПДК$ для соответствующих примесей

Если расчетные значения концентрации примеси в речной воде перед первым пунктом водопользования ($C_{п.вод}$) меньше $ПДК$ этой примеси, то санитарные требования по сбросу данной примеси со стоком в реку выполняются, а дополнительная очистка стока этой примеси не требуется.

Если концентрация $C_{п.вод}$ примеси больше соответствующего $ПДК$, то санитарные требования к сбросу данной примеси со сточными водами не выполняются и необходима дополнительная очистка стока от этой примеси, а следовательно, должна быть определена необходимая степень очистки.

Определение необходимой степени очистки сточных вод от загрязняющих химических веществ

Определение требуемой степени очистки проводится для тех примесей, концентрация которых в речной воде у ближайшего пункта водопользования превышает ПДК. В рассматриваемом примере такой примесью является свинец.

1. Максимально допустимая концентрация примесей в стоке (уравнение 4):

- свинца

$$C_{ст.пр} = \frac{\gamma \cdot Q}{q} (C_{пдк} - C_p) + C_{пдк} =$$

$$= \frac{0,25 \cdot 60}{0,4} (0,1 - 0,01) + 0,1 = 3,37 \text{ мг/л};$$

2. Необходимая степень очистки сточных вод (уравнение 5):

- от свинца

$$\Xi = \frac{C_{ст} - C_{ст.пр}}{C_{ст}} 100 = \frac{31 - 3,37}{31} 100 = 89 \text{ \%};$$

Определение условий спуска и необходимой степени очистки сточных вод завода для взвешенных веществ.

Максимальное количество взвешенных веществ, которое может быть сброшено в реку, определяется по уравнению (11):

$$C_{ст.пр} = \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) \cdot C_{доб} + C_p = \left(\frac{0,25 \cdot 60}{0,4} + 1 \right) \cdot 0,75 + 1,5 = 30,37$$

мг/дм³,

где $C_{доб} = 0,75$ мг/л – допустимое количество взвешенных веществ, которое можно добавить на каждый литр водоема.

Максимально допустимое содержание в стоке взвешенных веществ $C_{ст.пр} = 18$ мг/л меньше фактического содержания, равного 50 мг/л. Следовательно, сточные воды перед сбросом в реку должны подвергаться очистке от взвешенных веществ. Степень очистки должна составлять:

$$\Xi = \frac{C_{ст} - C_{ст.пр}}{C_{ст}} \cdot 100 = \frac{50 - 30,37}{50} 100 = 39 \text{ \%}.$$

Определение условий сброса и необходимой степени очистки сточных вод завода от органических веществ, подвергаемых биохимическому окислению.

Для определения возможности сброса в реку органических веществ со сточными водами необходимо определить *БПК* речной воды у ближайшего пункта водопользования, т.е. у пункта В, и сравнить полученное значение с соответствующим *ПДК*. Если расчетное значение *БПК* речной воды больше *ПДК*, то санитарные требования к сбросу органических веществ со сточными водами не выполняются и необходима дополнительная очистка стока от органических примесей, для чего должна быть определена необходимая степень очистки.

1. Время продвижения воды водоема вместе с разбавленными в ней сточными водами от места выпуска сточных вод до пункта водопользования (уравнение 13):

$$t = \frac{L_{cp}}{V_{cp}} = \frac{4000}{0,3 \cdot 3600} \cong 4 \text{ ч, принято равным } 0,17 \text{ сут.}$$

2. Максимальное значение *БПК* сточных вод (уравнение 12):

- значение выражения

$$10^{-K_{cm} \cdot t} = 10^{-K_p \cdot t} = 10^{-0,1 \cdot 0,17} = 1,04;$$

- значение *БПК*

$$\begin{aligned} C_{ст.пр.} &= \frac{\gamma \cdot Q}{q \cdot 10^{-K_{cm} \cdot t}} \left(C_{пр.д} - C_p \cdot 10^{K_p \cdot t} \right) + \frac{C_{пр.д}}{10^{-K_{cm} \cdot t}} = \\ &= \frac{0,25 \cdot 60}{0,4 \cdot 1,04} (6 - 1,6 \cdot 1,04) + \frac{6}{1,04} = 162,13 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3, \end{aligned}$$

где константы скорости окисления органических веществ в сточных водах и в речной воде приняты равными $K_{cm} = K_p = 0,1$.

Максимально допустимое *БПК* сточных вод $C_{ст.пр} = 162,13 \text{ мг/дм}^3$ меньше фактического *БПК* сточных вод, равного 190 мг/л . Следовательно, сточные воды перед сбросом в реку должны подвергаться очистке от органических загрязнений. Степень очистки должна составлять:

$$\Xi = \frac{C_{ст} - C_{ст.пр}}{C_{ст}} 100 = \frac{190 - 162,13}{190} 100 = 14,7 \text{ \%}.$$

Определение условий спуска и необходимой степени очистки сточных вод для веществ, придающих цветность и запах

Для определения условий спуска в реку со сточными водами веществ, придающих воде цветность и запах, необходимо определить расчетное значение степени разбавления стока речной водой, которое возможно у створа ближайшего пункта водопользования, и сравнить полученное значение с экспериментально определенной степенью разбавления, при которой исчезают окраска и запах природных вод. Если расчетное значение разбавления стока меньше экспериментального, то санитарные требования по сбросу в реку веществ, придающих воде цветность и запах, не выполняются. В этом случае необходима очистка сточных вод от примесей, придающих воде цветность и запах.

Расчетная кратность разбавления сточных вод (уравнение 14):

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q} = \frac{0,14 \cdot 60 + 0,4}{0,4} = 22.$$

Расчетное значение n (разбавление сточных вод, при которых выполняются санитарные требования в отношении окраски и запаха) больше кратности разбавления сточных вод, равной 1:15, при которой исчезают окраска и запах, определенные лабораторными исследованиями. Следовательно, очистка стока от веществ, придающих воде цветность и запах, не требуется.

СВОДНАЯ РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА

Показатели загрязнения	Единицы измерения	Состав и свойства речной воды		Состав и свойства сточных вод		Требуемая степень очистки стоков
		в расчетном створе	ПДК	фактическое значение	максимально допустимое значение	
Хлориды	мг/дм ³	123,6	500	1000	> 1000	-
Сульфаты	мг/дм ³	55,5	350	450	> 450	-
Свинец	мг/дм ³	0,8	0,1	31	3,37	89,0
Бензол	мг/дм ³	0,4	0,5	15,1	> 15,1	-
Нитрохлорбензол	мг/дм ³	0,014	0,05	0,51	> 0,51	-
Цинк	мг/дм ³	0,25	1,0	6,1	> 6,1	-
БПК	мг О ₂ /дм ³		6,0	190	162,13	14,7
Взвешенные вещества	мг/дм ³	-	-	50	30,37	39,0
Цветность	разбавление		-	1:15	1:22	-

Показатели загрязнения	Единицы измерения	Состав и свойства речной воды		Состав и свойства сточных вод		Требуемая степень очистки стоков
		в расчетном створе	ПДК	фактическое значение	максимально допустимое значение	
Запах	разбавление		-	1:15	1:22	-

Общее заключение

На основании проведенных расчетов по определению условий спуска сточных вод проектируемого химического завода для данных расчетных пунктов водопользования можно сделать вывод: сточные воды перед спуском в водоем должны подвергаться очистке в отношении взвешенных веществ и органических веществ, подвергаемых биохимическому окислению. Кроме того, необходимо обезвреживание сточных вод в отношении свинца.

7. Контрольные вопросы

1. Какие водоемы являются загрязненными?
2. Что является критериями загрязнения воды?
3. Какой показатель является экологическим стандартом, оценивающим санитарное состояние водных объектов?
4. Какое основное требование предъявляется к качеству воды в водных объектах?
5. В каких местах устанавливаются нормативы состава и свойств воды водных объектов, которые должны быть обеспечены при спуске в них сточных вод?
6. На каком расстоянии от пункта водопользования устанавливаются нормативные требования к качеству воды на проточных водоемах (реках)?
7. Какие производственные сточные воды запрещается сбрасывать в водные объекты?
8. Решение каких задач предусматривает контроль и управление качеством воды в водных объектах?
9. Как определяется соответствие условий сброса сточных вод в водный объект санитарным требованиям?
10. В каком случае условия сброса сточных вод в водоем соответствуют санитарным условиям?

11. Какие меры должны быть приняты при несоответствии условий сброса сточных вод в водоем санитарным требованиям?
12. За счет проведения каких мероприятий может быть снижена концентрация загрязнения в реке?
13. Содержание каких химических веществ в воде и какие свойства воды характеризует показатель, называемый биохимическим потреблением кислорода (БПК)?
14. Как определяется необходимая степень очистки сточных вод от загрязнений, содержание которых в сточных водах, выбрасываемых в водоем, не соответствует санитарным требованиям?

Список рекомендуемой литературы

1. Голицын, А. Н. Основы промышленной экологии: учебник. – Москва: ИПРО, 2007. – 240 с.
2. Кирпатовский, И. П. Охрана природы: справочник. – Москва: Химия, 2008. – 376 с.
3. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие. – Москва: ФАИР – ПРЕСС, 2007. – 320 с.
4. Охрана окружающей среды: учеб. для вузов / сост.: А. С. Степановских. – Москва: ЮНИТИ – ДАНА, 2007. – 559 с.
5. Семин, В. А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды: учеб. пособие. – Москва: Высш. шк., 2011. – 320 с.
6. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Москва: Высш. шк., 2011. – 343 с.
7. Яковлев, С. В. Водоотводящие системы промышленных предприятий / С. В. Яковлев, А. Я. Карелин. – Москва: Стройиздат, 2010. – 511 с.

Данные для расчета: расход и состав воды в реке

Номер варианта	Расход воды, м ³ /с	Скорость течения, м/с	Глубина реки, м	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Свинец, мг/дм ³	Бензол, мг/дм ³	Нитро- хлорбензол, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	БПК, мгО ₂ /л
1	61	0,31	1,21	100	50	0,010	0,01	0,001	0,10	1,5	1,0
2	62	0,32	1,22	120	60	0,011	0,02	0,002	0,12	2,0	1,2
3	63	0,33	1,23	130	70	0,012	0,03	0,003	0,14	2,5	1,4
4	64	0,34	1,24	140	80	0,013	0,04	0,004	0,16	3,0	1,6
5	65	0,35	1,25	150	90	0,014	0,05	0,005	0,18	3,5	1,8
6	66	0,36	1,26	160	100	0,015	0,06	0,006	0,20	4,0	2,0
7	67	0,37	1,27	170	110	0,016	0,07	0,007	0,22	4,5	2,2
8	68	0,38	1,28	180	120	0,017	0,08	0,008	0,24	5,0	2,4
9	69	0,39	2,29	190	130	0,018	0,09	0,009	0,26	5,5	2,6
10	70	0,40	1,30	200	140	0,019	0,10	0,010	0,28	6,0	2,8
11	71	0,41	1,31	210	150	0,020	0,11	0,011	0,30	6,5	3,0
12	72	0,42	1,32	220	160	0,021	0,12	0,012	0,32	7,0	3,2
13	73	0,43	1,33	230	170	0,022	0,13	0,013	0,34	7,5	3,4
14	74	0,44	1,34	240	180	0,023	0,14	0,014	0,36	8,0	3,6
15	75	0,45	1,35	250	190	0,024	0,15	0,015	0,38	8,5	3,8
16	76	0,46	1,36	260	200	0,025	0,16	0,016	0,40	9,0	4,0
17	77	0,47	1,37	270	210	0,026	0,17	0,017	0,42	9,5	4,2
18	78	0,48	1,38	280	220	0,027	0,18	0,018	0,44	10,0	4,4
19	79	0,49	1,39	290	230	0,028	0,19	0,019	0,46	10,5	4,6
20	80	0,50	1,40	300	240	0,029	0,20	0,020	0,48	11,0	4,8
21	81	0,51	1,41	310	250	0,030	0,21	0,021	0,50	11,5	5,0
22	82	0,52	1,42	320	260	0,031	0,22	0,022	0,52	12,0	5,2
23	83	0,53	1,43	330	270	0,032	0,23	0,023	0,54	12,5	5,4
24	84	0,54	1,44	340	280	0,033	0,24	0,024	0,56	13,0	5,6
25	85	0,55	1,45	350	290	0,034	0,25	0,025	0,58	13,5	5,8

Данные для расчета: расход и состав производственных сточных вод

Номер расчета	Расход, м ³ /с	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Свинец, мг/дм ³	Бензол, мг/дм ³	Нитрохлор- бензол, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	БПК, мгО ₂ /дм ³	Взве- шенные веще- ства, мг/дм ³	Кратность разбавления, при которой исчезает за- пах	Кратность разбавления, при которой исчезает цветность
1	0,41	1000	500	35	15	0,30	6,0	190	50	10	10
2	0,42	1100	600	36	16	0,35	6,5	200	55	10	10
3	0,43	1200	700	37	17	0,40	7,0	210	60	10	10
4	0,44	1300	800	38	18	0,45	7,5	220	65	10	10
5	0,45	1400	900	39	19	0,50	8,0	230	70	10	10
6	0,46	1500	1000	40	20	0,55	8,5	240	75	11	11
7	0,47	1600	1100	41	21	0,60	9,0	250	80	11	11
8	0,48	1700	1200	42	22	0,65	9,5	260	85	11	11
9	0,49	1800	1300	43	23	0,70	10,0	270	90	11	11
10	0,50	1900	1400	44	24	0,75	10,5	280	95	11	11
11	0,51	2000	1500	45	25	0,80	11,0	290	100	12	12
12	0,52	2100	1600	46	26	0,85	11,5	300	105	12	12
13	0,53	2200	1700	47	27	0,90	12,0	310	110	12	12
14	0,54	2300	1800	48	28	0,95	12,5	320	115	12	12
15	0,55	2400	1900	49	29	1,00	13,0	330	120	12	12
16	0,56	2500	2000	50	30	1,05	13,5	340	125	13	12
17	0,57	2600	2100	51	31	1,10	14,0	350	130	13	13
18	0,58	2700	2200	52	32	1,15	14,5	360	135	13	13
19	0,59	2800	2300	53	33	1,20	15,0	370	140	13	13
20	0,60	2900	2400	54	34	1,25	15,5	380	145	13	13
21	0,61	3000	2500	55	35	1,30	16,0	390	150	14	13
22	0,62	3100	2600	56	36	1,35	16,5	400	155	14	14
23	0,63	3200	2700	57	37	1,40	17,0	410	160	14	14
24	0,64	3300	2800	58	38	1,45	17,5	420	165	14	14
25	0,65	3400	2900	59	39	1,50	18,0	430	170	14	14

**Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде
водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового
назначения**

Наименование загрязнения	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/дм ³
Хлориды		500
Сульфаты		350
Свинец (Pb ²⁺)	Санитарно-токсикологический	0,1
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,5
Нитрохлорбензол	Санитарно-токсикологический	0,05
Цинк	Общесанитарный	1,0
БПК		6,0

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (РАСЧЕТ) ДОПУСТИМОСТИ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ГОРОДСКУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для ознакомления студентов с нормированием деятельности промышленных предприятий, связанной со сбросом сточных вод в городскую канализацию. Сточные воды промышленных предприятий после их полной или частичной очистки содержат остаточные количества нерастворенных и растворенных загрязнений. После сброса в городскую канализацию производственные сточные воды в смеси с бытовыми стоками поступают на городские очистные сооружения. Значительное загрязнение производственных сточных вод может привести к нарушению работы городских очистных сооружений, а, следовательно, к загрязнению водоема, в который сбрасывается смесь очищенных городских и производственных стоков.

Для обеспечения условий эффективной работы городских очистных сооружений и сохранения качества воды поверхностных водоемов разработаны расчетные методы определения соответствия условий сброса сточных вод в городскую канализацию санитарным нормам.

Студенты по нижеприведенной методике определяют, до какой степени следует очищать, обезвреживать или обеззараживать производственные сточные воды, чтобы после их сброса в городскую кана-

лизацию, смесь городских и производственных сточных вод не нарушала эффективной работы городских очистных сооружений.

2. Теоретические положения

При расположении промышленных предприятий в городах или вблизи них, а также при решении о совместной очистке сточных вод группы промышленных предприятий и близлежащего жилого массива загрязненные производственные сточные воды могут сбрасываться в городскую водоотводящую сеть. Очистка смеси бытовых и производственных сточных вод в этом случае осуществляется на единых очистных сооружениях. В связи с тем, что в сточных водах промышленных предприятий могут содержаться специфические загрязнения, их спуск в городскую водоотводящую сеть ограничен комплексом требований, установленных «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» (М., АКХ, 2004).

Производственные сточные воды, подлежащие сбросу в городскую канализацию и очистке совместно с бытовыми сточными водами населенного пункта, **не должны:**

- * превышать расходы сточных вод и содержание взвешенных, всплывающих веществ, установленные для конкретного промышленного предприятия;
- * нарушать работу сетей и сооружений;
- * содержать вещества, которые способны засорять трубы канализационной сети или отлагаться на стенках труб;
- * оказывать разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- * содержать горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях;
- * содержать вредные вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод или сбросу их в водоем (с учетом эффективности очистки);
- * иметь температуру выше 40 °С;
- * иметь рН ниже 6,5 и выше 9,0;
- * содержать вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде водоемов соответствующего вида водопользования;
- * содержать опасные бактериальные загрязнения;

* иметь ХПК, превышающую БПК_{полн} более чем в 1,5 раза.

Запрещается спускать в городскую канализацию концентрированные маточные и кубовые растворы.

Производственные сточные воды, не удовлетворяющие указанным условиям, а также содержащие вещества, не удаляемые на городских очистных сооружениях, и вещества, для которых в настоящее время отсутствуют данные об эффективности их удаления, должны подвергаться на промышленных предприятиях очистке до концентрации, которая с учетом разбавления в городской канализации и воде водоема обеспечит в пунктах водопользования качество воды, соответствующее требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Органы ЖКХ совместно с комитетом по охране окружающей среды и органами санитарно-эпидемиологической службы должны требовать от всех промышленных предприятий максимального сокращения сброса производственных сточных вод в городскую канализацию за счет применения рациональных технологических процессов, частичного или полного водооборота, повторного использования сточных вод, извлечения и использования в них ценных веществ.

3. Методика определения соответствия условий спуска сточных вод в городскую канализацию

Методика имеет целью обеспечение устойчивых качественных показателей работы городских очистных сооружений, предупреждение и устранение загрязнения городскими сточными водами водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, культурно-бытовых нужд населения и рыбохозяйственных целей. Она предназначена для использования органами жилищно-коммунального хозяйства, которые по согласованию с комитетом по охране окружающей среды и органами санитарно-эпидемиологической службы дают разрешение на сброс промышленных стоков в городскую канализацию.

Допустимая концентрация загрязняющих веществ в очищенном стоке после городских очистных сооружений, сбрасываемом в водоем, определяется условием, что концентрации загрязнений в речной воде не должны превышать их ПДК в створе, расположенном на водотоках (реках) в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория

населенного пункта и т. д.), а на непроточных водоемах и водохранилищах – в одном километре в обе стороны от пункта водопользования. Решение этой задачи осуществляется по уравнению

$$C_{oc} = (n-1)(C_{ндк} - C_v) + C_{ндк}, \quad (1)$$

где $C_{ндк}$ – ПДК загрязняющего вещества в воде водоема, в который осуществляется сброс городских очищенных сточных вод, мг/дм³; C_v – фактическая концентрация того же вещества в воде водного объекта до сброса в него городских очищенных сточных вод, мг/дм³; n – кратность разбавления очищенных сточных вод в расчетном створе водного объекта (реки), расположенном в одном километре выше ближайшего по течению пункта хозяйственно-питьевого водопользования.

Кратность разбавления очищенных сточных вод речной водой n в расчетном створе определяется по формуле

$$n = \frac{\gamma \cdot Q_p + Q_{oc}}{Q_{oc}}, \quad (2)$$

где Q_p – расход воды в реке, м³/с; Q_{oc} – расход городских очищенных сточных вод, сбрасываемых в реку, м³/с; γ – коэффициент смешения сточных вод с водой реки в расчетном створе.

Величина Q_{oc} определяется по уравнению:

$$Q_{oc} = Q_{псв} + Q_{гсв}, \quad (3)$$

где $Q_{псв}$ – расход производственных сточных вод промышленного предприятия, сбрасываемых в городскую канализацию, м³/с; $Q_{гсв}$ – расход городских (бытовых) сточных вод, поступающих на городские очистные сооружения, м³/с.

Величина коэффициента обеспеченности смешения γ для проточных (незарегулированных) водоемов определяется по методу Фролова-Родзиллера

$$\gamma = \frac{1-\beta}{1 + \frac{Q_p}{Q_{oc}}\beta}. \quad (4)$$

Коэффициент β определяется по уравнению:

$$\beta = e^{-\alpha\sqrt[3]{L}}, \quad (5)$$

где L – расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до расчетного створа водного объекта расположенного в одном километре выше ближайшего по течению пункта хозяйственно-питьевого

и культурно-бытового водопользования, м; α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения, определяется по формуле

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{oc}}}, \quad (6)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоем; при выпуске у берега он равен 1, при выпуске в стрежень реки он равен 1,5; φ – коэффициент извилистости реки, он равен отношению расстояния по фарватеру от места выпуска сточных вод до створа ближайшего пункта водопользования ($L\phi$) к расстоянию до того же пункта по прямой (L):

$$\varphi = \frac{L\phi}{L}. \quad (7)$$

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

$$E = \frac{v_{ср} \cdot H_{ср}}{200}, \quad (8)$$

где $v_{ср}$ – средняя скорость течения на участке между выпуском сточных вод и створом пункта водопользования, м/с; $H_{ср}$ – средняя глубина водоема на том же участке, м.

Допустимая концентрация загрязнений в смеси бытовых и промышленных сточных вод, поступающей на городские очистные сооружения

$$C_{см} = \frac{100 \cdot C_{oc}}{100 - A}, \quad (9)$$

где A – эффективность удаления загрязнения на городских очистных сооружениях, %.

Величина расчетного показателя загрязнения смеси бытовых и производственных сточных вод $C_{см}$, определенная расчетом, приобретает значение контрольной величины на период эксплуатации городских очистных сооружений и кладется в основу лимита – предельно допустимого для данного предприятия сброса в городскую канализацию загрязнения.

Допустимая концентрация загрязнений в промышленных сточных водах, сбрасываемых в городскую канализацию:

$$C_{д.псв} = \frac{C_{см} \cdot (Q_{гсв} + Q_{псв}) - C_{гсв} \cdot Q_{гсв}}{Q_{псв}}, \quad (10)$$

где $C_{гсв}$ – содержание загрязнений в городских сточных водах, мг/дм³.

Если полученное значение допустимого содержания загрязнений $C_{д.псв}$ в производственном стоке больше фактического значения $C_{псв}$, т. е. выполняется условие $C_{д.псв} > C_{псв}$, то условия сброса производственных сточных вод в городскую канализацию соответствуют санитарным требованиям. Если $C_{д.псв} < C_{псв}$, то санитарные требования к сбросу сточных вод в канализацию не выполняются и необходима их предварительная очистка.

Эффективность очистки производственных сточных вод перед сбросом в канализацию определяется по формуле

$$\Xi = \frac{C_{псв} - C_{д.псв}}{C_{псв}} \cdot 100. \quad (11)$$

4. Условия практической работы

В городе К проектируется химический завод. Спуск сточных вод в количестве с этого предприятия намечается в городскую канализацию. В эту же канализацию поступают городские сточные воды города К. Смесь городских и промышленных сточных вод поступает на городские очистные сооружения, где подвергается биологической очистке. Очищенный сток сбрасывается в реку Н ниже границы города. При санитарном обследовании водоема обнаружено, что ниже намеченного спуска сточных вод на расстоянии 5 км находится населенный пункт В, который использует воду реки Н для питьевых целей и культурно-бытовых целей.

Данные по составу сточных вод химического завода приведены в приложении 1 для различных вариантов расчета.

Данные по составу воды реки Н выше выпуска сточных вод приведены в приложении 2 для различных вариантов расчета.

Примечания:

1. Выпуск очищенных сточных вод проектируется в стрежень реки, поэтому значение коэффициента ξ в уравнении (8) для всех вариантов расчета принимается равным $\xi = 1,5$.

2. Значение коэффициента извилистости реки ϕ в уравнении (8) для всех вариантов расчета принимается равным $\phi = 1,0$;

5. Требования к отчету

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

- * наименование и вариант работы;
- * исходные данные для расчетов;
- * методика расчетов с результатами вычислений;
- * сводная расчетная таблица;
- * общее заключение по результатам работы.

6. Пример расчета

Исходные данные для расчета:

- расход сточных вод завода (производственных сточных вод) $Q_{псв} = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$;
- расход городских сточных вод $Q_{гсв} = 6 \text{ м}^3/\text{с}$;
- расход речной воды в реке $Q_p = 60 \text{ м}^3/\text{с}$;
- средняя скорость течения $v_{ср} = 0,3 \text{ м/с}$;
- средняя глубина реки $H_{ср} = 1,2 \text{ м}$;
- сточные воды завода содержат анилин:
- содержание анилина в сточной воде завода $C_{псв} = 50 \text{ мг/дм}^3$;
- содержание анилина в речной воде выше места выпуска очищенных сточных вод $C_v = 0,01 \text{ мг/дм}^3$;
- содержание анилина в городских сточных водах $C_{гсв} = 3 \text{ мг/дм}^3$;
- ПДК анилина в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения $C_{пдк} = 0,1 \text{ мг/дм}^3$;
- эффективность очистки сточных вод от анилина на городских очистных сооружениях $A = 90 \%$.

Определение допустимой концентрации загрязняющих веществ в очищенном стоке после городских очистных сооружений, сбрасываемом в водоем

1. Определение коэффициента смешения γ :

1.1. Коэффициент турбулентной диффузии (уравнение 8)

$$E = \frac{v_{ср} \cdot H_{ср}}{200} = \frac{0,3 \cdot 1,2}{200} = 0,0018$$

1.2. Расход очищенных сточных вод, сбрасываемых в реку городскими очистными сооружениями (уравнение 3)

$$Q_{ос} = Q_{псв} + Q_{гсв} = 0,4 + 6 = 6,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

1.3. Коэффициент α (уравнение 6)

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{oc}}} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0018}{6,4}} = 0,098.$$

где $\xi = 1,5$ при выпуске сточных вод в стрежень реки, а $\varphi = 1,0$.

1.4. Коэффициент β (уравнение 5)

Вычисляется значение выражения в числителе уравнения

$$\alpha \cdot \sqrt[3]{L} = 0,098 \cdot \sqrt[3]{4000} = 1,56$$

Вычисляется значение коэффициента β

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = e^{-1,56} = 0,312$$

где $L = 4000$ м – расстояние от места выпуска сточных вод до створа, расположенного на 1 км выше по течению реки границы пункта В.

1.5. Коэффициент γ (уравнение 4)

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q_p}{Q_{oc}} \beta} = \frac{1 - 0,312}{1 + \frac{60}{6,4} \cdot 0,312} = 0,173$$

Определение кратности разбавления очищенных сточных вод речной водой (уравнение 2)

$$n = \frac{\gamma \cdot Q_p + Q_{oc}}{Q_{oc}} = \frac{0,173 \cdot 60 + 6,4}{6,4} = 2,62$$

Допустимая концентрация примеси в очищенном стоке, сбрасываемом в реку после очистных сооружений (уравнение 1):

$$C_{oc} = (n - 1)(C_{ндк} - C_{св}) + C_{ндк} = (2,62 - 1)(0,1 - 0,01) + 0,1 = 0,25 \text{ мг/дм}^3$$

Допустимая концентрация загрязнений в смеси бытовых и промышленных сточных вод, поступающей на городские очистные сооружения (уравнение 9):

$$C_{см} = \frac{100 \cdot C_{oc}}{100 - A} = \frac{100 \cdot 0,25}{100 - 90} = 2,5 \text{ мг/дм}^3$$

Допустимая концентрация загрязнений в промышленных сточных водах, сбрасываемых в городскую канализацию (уравнение 10):

$$\begin{aligned} C_{д.нсв} &= \frac{C_{см}(Q_{гсв} + Q_{нсв}) - C_{гсв} \cdot Q_{гсв}}{Q_{нсв}} = \\ &= \frac{2,5 \cdot (6,0 + 0,4) - 0,5 \cdot 6,0}{0,4} = 32,5 \text{ мг/дм}^3 \end{aligned}$$

Сравнение полученного значения $C_{д.псв}$ с фактическим значением содержания анилина в производственных сточных водах $C_{псв}$

Фактическое содержание анилина в производственных сточных водах завода составляет $C_{псв} = 50$ мг/дм³. Расчетное значение допустимого содержания анилина составляет $C_{д.псв} = 32,5$ мг/дм³, т. е. меньше фактического значения. Следовательно, сброс сточных вод в городскую канализацию с таким содержанием анилина недопустим, так как может нарушить эффективную работу городских очистных сооружений и привести к загрязнению речной воды выше допустимых норм. Поэтому перед сбросом в городскую канализацию производственные сточные воды должны быть подвергнуты дополнительной очистке от анилина. Эффективность очистки должна составлять

$$\mathcal{E} = \frac{C_{псв} - C_{д.псв}}{C_{псв}} \cdot 100 = \frac{50 - 32,5}{50} \cdot 100 = 35 \%$$

7. Результаты расчетов допустимости сброса сточных вод промышленного предприятия в городскую канализацию

Наименование показателей	Обозначение	Единицы измерения	Значение
1. Загрязнитель			Анилин
2. ПДК анилина	$C_{пдк}$	мг/дм ³	0,1
3. Содержание анилина:		мг/дм ³	
• в речной воде	$C_{св}$	мг/дм ³	0,01
• в городских сточных водах	$C_{гсв}$	мг/дм ³	3,0
• в производственном стоке	$C_{псв}$	мг/дм ³	50
• в очищенном стоке, сбрасываемом в реку	$C_{ос}$	мг/дм ³	0,25
• в смеси городских и производственных сточных вод, направляемой на городские очистные сооружения	$C_{см}$	мг/дм ³	2,5
4. Допустимое содержание анилина в производственном стоке	$C_{д.псв}$	мг/дм ³	32,5
5. Требуемая степень очистки производственного стока от анилина	\mathcal{E}	%	35

Общее заключение

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод: сточные воды перед сбросом в городскую канализацию должны подвергаться очистке.

8. Контрольные вопросы

1. В каких случаях может осуществляться сброс производственных сточных вод в городскую канализацию?
2. К каким последствиям может привести значительное загрязнение производственных сточных вод, сбрасываемых в городскую канализацию?
3. Какие требования, предъявляются к производственным сточным водам, подлежащим сбросу в городскую канализацию?
4. Какие меры применяются к производственным сточным водам, подлежащим сбросу в канализацию, в случае, когда не выполняются предъявляемые к ним требования?
5. До какой концентрации должна осуществляться очистка производственных сточных вод, подлежащих сбросу в городскую канализацию?
6. Как определяется соответствие сброса производственных сточных вод в городскую канализацию?
7. В каком месте по течению реки определяется соответствие условий сброса сточных вод предприятия санитарным требованиям?
8. Какое требование должно выполняться при соответствии условий сброса сточных вод в реку санитарным нормам?
9. Как определяются необходимая степень очистки сточных вод от загрязнений, содержание которых в сточных водах, сбрасываемых в канализацию, не соответствует санитарным требованиям?

Список рекомендуемой литературы

1. Николайкин, Н. И. Экология: учеб. для вузов. – Москва: Дрофа, 2008. – 622 с.
2. Стадницкий, Г. В. Основы экологии: учеб. пособие для вузов / Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. – 88 с.
3. Яковлев, С. В. Водоотводящие системы промышленных предприятий / С. В. Яковлев, А. Я. Карелин. – Москва: Изд-во Ассоциации Строительных вузов, 2006. – 704 с.

ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
«Определение (расчет) допустимости сброса сточных вод
промышленного предприятия в городскую канализацию»

Номер варианта	Расход, м ³ /с			скорость воды в реке – v_{cp} , м/с	глубина реки – H_{cp} , м
	городских сточных вод – $Q_{гсв}$	производ- ственных стоков – $Q_{псв}$	речной воды – Q_p		
1	5,0	0,40	60	0,30	1,20
2	5,2	0,41	64	0,31	1,22
3	5,4	0,42	68	0,32	1,24
4	5,6	0,43	72	0,33	1,26
5	5,8	0,44	76	0,34	1,28
6	6,0	0,45	80	0,35	1,30
7	6,2	0,46	84	0,36	1,32
8	6,4	0,47	88	0,37	1,34
9	6,6	0,48	92	0,38	1,36
10	6,8	0,49	96	0,39	1,38
11	7,0	0,50	100	0,40	1,40
12	7,2	0,51	104	0,41	1,42
13	7,4	0,52	108	0,42	1,44
14	7,6	0,53	112	0,43	1,46
15	7,8	0,54	116	0,44	1,48
16	8,0	0,55	120	0,45	1,50
17	8,2	0,56	124	0,46	1,52
18	8,4	0,57	128	0,47	1,54
19	8,6	0,58	132	0,48	1,56
20	8,8	0,59	136	0,49	1,58
21	9,0	0,60	140	0,50	1,60
22	9,2	0,61	144	0,51	1,62
23	9,4	0,62	148	0,52	1,64
24	9,6	0,63	152	0,53	1,66
25	9,8	0,64	156	0,54	1,68

ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
«Определение (расчет) допустимости сброса сточных вод
промышленного предприятия в городскую канализацию»

Вариант расчета	Загрязняющее вещество	ПДК, мг/дм ³	Концентрация, мг/дм ³			Эффек- тивность очистки – А, %
			в стоке пред- приятия – С _{псв} , мг/дм ³	в городском стоке – С _{гсв} , мг/дм ³	в речной воде – С _в , мг/дм ³	
1	Анилин	0,1	5	0,2	0,05	90
2	Метанол	3,0	40	0,5	0,1	90
3	Формальдегид	0,05	10	0,01	0,01	80
4	Капролактам	1,0	20	1,0	0,01	90
5	Бутиловый спирт	1,0	50	5,0	0,01	90
6	Бутилацетат	0,1	10	1,0	0,01	80
7	Кадмий	0,01	6	0,003	0,01	60
8	Никель	0,1	10	0,04	0,02	50
9	Свинец	0,1	5	0,03	0,03	50
10	Цинк	1,0	15	0,4	0,3	70
11	Стирол	0,1	8	0,02	0,01	90
12	Фенол	0,01	2	0,002	0,001	90
13	Медь	1,0	14	0,5	0,2	80
14	Хром (Cr ⁶⁺)	0,1	4	0,05	0,03	80
15	Железо (Fe ³⁺)	0,5	10	0,4	0,3	80
16	Анилин	0,1	5	0,2	0,01	90
17	Метанол	3,0	40	0,5	0,1	90
18	Формальдегид	0,05	10	0,1	0,01	80
19	Капролактам	1,0	20	0,2	0,5	90
20	Бутиловый спирт	1,0	50	0,3	0,01	90
21	Бутилацетат	0,1	10	0,03	0,01	80
22	Кадмий	0,01	6	0,003	0,01	60
23	Никель	0,1	10	0,04	0,02	50
24	Свинец	0,1	5	0,03	0,03	50
25	Цинк	1,0	15	0,4	0,3	70

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

РАСЧЕТ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ВЫБРОСЫ (СБРОСЫ) ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ И ВОДОЕМЫ

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для знакомства студентов с порядком определения платы и ее размеров за загрязнение окружающей природной среды организациями, предприятиями, юридическими лицами, осуществляющими вредные выбросы в атмосферу и сбросы в водоемы.

Настоящие методические указания составлены на основании Закона Российской Федерации «Об охране окружающей среды», Постановления Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 г. № 632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов и другие виды вредного воздействия», Постановления Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. № 552 «Об утверждении положения о составе затрат по производству и реализации продукции (работ и услуг), включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг), и о порядке формирования финансовых результатов, учитываемых при налогообложении прибыли», «Инструктивно-методических указаний по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды», утвержденными министром охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ 26 января 1993 г., Письма Минприроды РФ от 27.11.1992 «Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов».

Студенты по нижеприведенной методике определяют размеры платежей, осуществляемых промышленным предприятием за выбросы вредных веществ в атмосферу и сбросы в водоемы.

2. Общие положения

Плата за загрязнение представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, а также за размещение отходов на территории Российской Федерации. Она возмещает затраты на компенсацию вредного воздействия выбросов и сбросов загрязняющих веществ на окружающую природную среду, затраты на проекти-

рование и строительство природоохранных объектов, а также стимулирует снижение или поддержание выбросов и сбросов в пределах нормативов и утилизацию отходов.

Плата за загрязнение окружающей природной среды (плата за загрязнение) взимается с предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, на которой они основаны, включая совместные предприятия с участием юридических лиц и граждан, которым предоставлено право ведения производственно-хозяйственной деятельности на территории Российской Федерации (природопользователей).

Плата за загрязнение взимается с природопользователей, осуществляющих следующие виды воздействия на окружающую природную среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;
- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, а также любое подземное размещение загрязняющих веществ;
- размещение отходов.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 г. размер платежей за выбросы вредных веществ в атмосферу и сброс в водоемы определяется, как сумма платежей за загрязнение:

- в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы (выбросов, сбросов, размещения отходов);
- в пределах установленных лимитов (выбросов, сбросов, размещения отходов);
- за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. устанавливаются следующие источники платежей за загрязнение окружающей природной среды:

- платежи в пределах допустимых нормативов выбросов, сбросов загрязняющих веществ осуществляются за счет себестоимости продукции (работ и услуг);
- платежи за превышение допустимых нормативов выбросов,

сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов (лимиты или временно согласованные нормативы выбросов, сбросов, размещения отходов, а также превышение лимитов или временно согласованных нормативов выбросов, сбросов, размещения отходов) осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

Плановый годовой размер платежей за загрязнение (с разбивкой по кварталам) определяется природопользователем, утверждается руководителем предприятия и главным бухгалтером и согласовывается с территориальным органом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ в установленные им сроки.

3. Методика расчета платы за выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферу и сбросы в водоем

Размер платежей за выбросы вредных веществ в атмосферу и сброс в водоемы определяется по формуле

$$П = П_n + П_l + П_{сл}, \quad (1)$$

где $П_n$ – плата за выбросы в атмосферу (сброс в водоем) загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов (р.); $П_l$ – плата за выбросы в атмосферу (сброс в водоем) загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (р.); $П_{сл}$ – плата за сверхлимитные выбросы в атмосферу (сброс в водоем) загрязняющих веществ (р.).

Плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, определяется по формуле

$$П_n = \sum_{i=1}^n C_{n_i} \cdot M_i \quad \text{при } M_i \leq M_{n_i}, \quad (2)$$

где i – вид загрязняющего вещества $i = 1, 2 \dots n$; C_{n_i} – дифференцированная ставка платы за выброс в атмосферу (сброс в водоем) 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов выбросов, (р.); M_i – фактический выброс (сброс) i -го загрязняющего вещества (т); M_{n_i} – предельно допустимый выброс (сброс) i -го загрязняющего вещества (т).

Плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (сброс в водоем) в пределах установленных лимитов определяется по формуле

$$Пл = \sum_{i=1}^n C_{л_i} \cdot (M_i - M_{н_i}) \quad \text{при } M_{н_i} < M_i \leq (M_{н_i} + M_{л_i}), \quad (3)$$

где $C_{л_i}$ – дифференцированная ставка платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (р.); $M_{л_i}$ – выброс i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (т).

Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ в атмосферу (сброс в водоем) определяется по формуле

$$П_{сл} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n C_{л_i} \cdot (M_i - M_{н_i} - M_{л_i}) \quad \text{при } M_i > (M_{н_i} + M_{л_i}). \quad (4)$$

3.1. Определение дифференцированных ставок за загрязнение окружающей природной среды

Дифференцированная ставка платы за выброс в атмосферу (сброс в водоем) 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов выбросов равна

$$C_{н_i} = Hб_{н_i} \cdot Kэ \quad (5)$$

Дифференцированная ставка платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита равна

$$C_{л_i} = Hб_{л_i} \cdot Kэ, \quad (6)$$

где $Hб_{н_i}$ – базовый норматив платы за выброс в атмосферу (сброс в водоем) 1 т i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов (р.); $Hб_{л_i}$ – базовый норматив платы за выброс в атмосферу (сброс в водоем) 1 т загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (р.); $Kэ$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в данном регионе (поверхностного водного объекта).

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости ($Kэ$) состояния атмосферного воздуха, почвы и водных объектов на территории РФ вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого выбросами (сбросами, размещением отходов) загрязняющих веществ на данной территории.

$Kэ$ рассчитаны по данным оценки лаборатории мониторинга природной среды и климата Госкомгидромета РФ. В их основу положен показатель степени загрязнения и деградации природной среды на

территории экономических районов РФ в результате присущих этим районам выбросов в атмосферу и образующихся и размещаемых на их территории отходов.

Кэ состояния водных объектов по бассейнам основных рек РФ рассчитаны на основании данных о количестве сброшенных загрязненных сточных вод по бассейнам основных рек в разрезе республик, краев, областей и объеме стока по бассейнам основных рек в разрезе экономических районов РФ.

Значения *Кэ* для различных регионов РФ приведены в табл. 1.

Кэ атмосферного воздуха, водных объектов и почвы могут увеличиваться решением органов исполнительной власти республик в составе РФ, краев и областей, г. Москвы и Санкт-Петербурга, автономных образований:

- для природопользователей, расположенных в зонах экологического бедствия, районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, на территории национальных парков, особо охраняемых и заповедных территориях, эколого-курортных регионах, а также на территориях, по которым заключены международные конвенции, – до 2 раз;
- для природопользователей, осуществляющих выбросы загрязняющих веществ в атмосферу городов и крупных промышленных центров, – на 20 %.

Таблица 1

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы территорий экономических районов Российской Федерации

Экономический район Российской Федерации	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости (<i>Кэ</i>)	
	атмосферного воздуха	почвы
Северный	1,4	1,4
Северно-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	1,5	2,0
Поволжский	1,9	1,9
Северно-Кавказский	1,6	1,9

Экономический район Российской Федерации	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости (K_{Σ})	
	атмосферного воздуха	почвы
Уральский	2,0	1,2
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1,0	1,1

Значения K_{Σ} для города Кемерово приведены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха, водных объектов и почв г. Кемерово

Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости (K_{Σ})	Значение
атмосферного воздуха	1,44
водных объектов	1,22
почвы	1,20

3.2. Определение базовых нормативов платы за загрязнение окружающей среды

На основании Письма Минприроды РФ от 27.11.1992 при расчете платежей за выбросы, сбросы загрязняющих веществ устанавливаются два вида базовых нормативов платы:

- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;
- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы платы за выбросы в атмосферу и сбросы в водоемы конкретных загрязняющих веществ определяются как произведение удельного экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ на показатели относительной опасности конкретного загрязняющего вредного вещества для окружающей природной среды и здоровья населения и на коэффициенты индексации платы:

- для выбросов (сбросов) в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы:

$$Нбн_i = Эу \cdot A_i \cdot Ku_n, \quad (7)$$

- для выбросов (сбросов) в пределах установленных лимитов

$$Нбл_i = Эу \cdot A_i \cdot Ku_l, \quad (8)$$

где $Эу$ – удельный экономический ущерб от выброса в атмосферу (сброса в водоем) 1 т i -го загрязняющего вещества (р.); A_i – показатели относительной опасности вещества, выбрасываемого в атмосферу (сбрасываемого в водоем); Ku_n – коэффициент индексации платы для выбросов (сбросов) в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы; Ku_l – коэффициент индексации платы для выбросов (сбросов) в пределах установленных лимитов.

Удельный экономический ущерб (в ценах 1990 г.) составляет:

- от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в пределах допустимого норматива выброса и лимита (временно согласованного выброса) $Эу = 3,3$ р./усл. т;
- от сбросов загрязняющих веществ в водные объекты в пределах допустимого норматива сброса и лимита (временно согласованного сброса) $Эу = 443,5$ р./усл. т.

Показатели относительной опасности веществ (A_i) рассчитываются на основе нормативных документов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», «Санитарные правила и охраны поверхностных вод от загрязнения».

$$A_i = \frac{1}{ПДК_i}, \quad (9)$$

где $ПДК_i$ для атмосферного воздуха принимается предельно допустимая концентрации среднесуточная ($ПДК_{cc}$); $ПДК_i$ для водных объектов принимается предельно допустимая концентрация в воде рыбохозяйственных водоемов ($ПДК_{рх}$); i – загрязняющее вещество.

Коэффициент индексации платы для выбросов (сбросов) в пределах допустимых нормативов Ku_n устанавливается в зависимости от

уровня изменения цен на природоохранное строительство и по другим направлениям природоохранной деятельности по отношению к ценам 1991 года.

Коэффициент индексации платы для выбросов (сбросов) в пределах установленных лимитов устанавливается в пятикратном размере по отношению к коэффициенту индексации платы для выбросов (сбросов) в пределах допустимых нормативов, т. е. $Ku_{л} = 5Ku_{н}$.

3.3. Определение массы загрязнений, поступающих в окружающую среду

Масса i -го вещества выбрасываемого в атмосферу при непрерывном пылегазовом выбросе в год, т:

$$M_i = \frac{M \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365}{10^6}, \quad (10)$$

где M – масса выброса i -го вещества в атмосферу в секунду, г.

Предельно допустимый выброс в атмосферу i -го загрязняющего вещества (т/г) равен

$$M_{н_i} = \frac{ПДВ_i \cdot 3600 \cdot 365 \cdot 24}{10^6}, \quad (11)$$

где $ПДВ_i$ – предельно допустимый выброс i -го вещества из стационарного источника, г/с.

Масса i -го вещества, сбрасываемого в водоем при непрерывном сбросе стока в год, т:

$$M_i = \frac{qC_{ст_i} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365}{10^6}, \quad (12)$$

где q – объем сброса стока в водоем, м³/с; $C_{ст_i}$ – концентрация i -го вещества в стоке, сбрасываемом в водоем, мг/л.

Предельно допустимый сброс в водоем i -го загрязняющего вещества (т/г) равен

$$M_{н_i} = \frac{qC_{ст.нр_i} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365}{10^6}, \quad (13)$$

где $C_{ст.нр_i}$ – максимально допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в стоке, сбрасываемом в водоем, мг/дм³.

4. Исходные данные и порядок расчетов

4.1. Общая ситуация

В городе К проектируется промышленное предприятие. В соответствии с принятой технологией на предприятии предусмотрен сброс вредных веществ со сточными водами в водоем (реку) ниже границы города и выброс вредных веществ в атмосферу через трубу. Необходимо определить размеры платежей за выбросы вредных веществ в атмосферу и сбросы в реку, которые должны осуществлять предприятие, и дать рекомендации по охране воздушного бассейна и охране и рациональному использованию водных ресурсов.

4.2. Исходные данные для расчетов

Наименование загрязняющего вещества в выбросе промышленного предприятия в атмосферу, его масса (г), предельно допустимый выброс (г/с) и его предельно допустимая концентрация принимаются из данных приложения 1.

Загрязняющими веществами, сбрасываемыми в водоем со сточными водами промышленного предприятия, по которым осуществляется начисление платежей, являются: свинец, цинк, бензол, нитрохлорбензол. Расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{с}$), концентрация в них загрязняющих веществ (мг/л), максимально допустимая концентрация загрязняющих веществ в сточных водах (мг/л) и предельно допустимая концентрация этих веществ в воде водных объектов принимаются из приложения 2.

Выброс (сброс) i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита ($M_{л_i}$) принимается в процентах (a) от значения предельно допустимого выброса (сброса).

$$M_{л_i} = \frac{a \cdot M_{н_i}}{100}. \quad (14)$$

Значение коэффициента a принимается равным 30–50 %.

Значения $K_э$ приведены в табл. 2.

4.3. Порядок расчета

Расчет выброса одного загрязняющего вещества в атмосферу и платежей за этот выброс

1. Определяется масса вещества, выбрасываемого в атмосферу в год (M_i , т) (10). Наименование вещества и масса его выброса (M , г/с) принимается из приложения 1.

2. Определяется предельно допустимый выброс в атмосферу загрязняющего вещества в год ($M_{н_i}$, т) по уравнению (11). Предельно допустимый выброс в атмосферу этого вещества ($ПДВ$, г/с) принимается приложения 1.

3. Определяется временно согласованный выброс в атмосферу загрязняющего вещества (14). Значение коэффициента a в уравнении принимается равным 50 %.

4. Определяется показатель относительной опасности загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу (A_i), по уравнению (9). Значение $ПДК$ этого вещества приведены в приложении 1.

5. Определяется значение базового норматива платы за выброс загрязняющего вещества в атмосферу в размерах, не превышающих допустимые нормативы ($Нб_{н_i}$, р./т) (7). Значение коэффициента индексации платы принимается соответствующим утвержденному на данный момент и задается преподавателем.

6. Определяется значение базового норматива платы за выброс загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных лимитов ($Нбл_i$, р./т) (8).

7. Определяется дифференцированная ставка платы за выброс в атмосферу загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов ($С_{н_i}$, р./т) (5). Значение коэффициента экологической ситуации и экологической значимости атмосферы $K_э$ принимается по табл. 2.

8. Определяется дифференцированная ставка платы за выброс в атмосферу загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов ($Сл_i$, р./т) (6).

9. Определяются платежи за выброс загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов ($П_{н_i}$, р./год) (2). Сначала проверяется условие $M_i \leq M_{н_i}$. Если это условие выполняется, то весь выброс в атмосферу не превышает предельно допустимых нормативов, а выброс в пределах установленных лимитов и сверхлимитный выброс равны нулю, т.е. $Пл = 0$ р./год

и $Псл = 0$ р./год. Если $M_i > M_{н_i}$, то часть выброса находится в пределах допустимых нормативов, а часть превышает их. В этом случае значение M_i в (2) принимается равным $M_i = M_{н_i}$.

10. Определяются платежи за выброс загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных лимитов (3). Сначала проверяется условие $(M_i - M_{н_i}) \leq M_{л_i}$. Если это условие выполняется, то выброс в атмосферу, превышающий предельно допустимые нормативы, является выбросом в пределах установленных лимитов, а сверхлимитный выброс равен нулю, т. е. $Псл = 0$ р./год. Если $(M_i - M_{н_i}) > M_{л_i}$, то часть общего выброса находится в пределах допустимых нормативов, часть – в пределах установленных лимитов, а часть выброса является сверхлимитной. В этом случае значение $(M_i - M_{н_i})$ в (3) принимается равным $(M_i - M_{н_i}) = M_{л_i}$.

11. Определяются платежи за сверхлимитный выброс загрязняющего вещества в атмосферу (4). Эти платежи определяются при выполнении условия $M_i > (M_{н_i} + M_{л_i})$.

12. Определяются суммарные платежи за выброс вредного вещества в атмосферу (1).

Расчет сбросов нескольких загрязняющих веществ в водоем со сточными водами и платежей за эти сбросы

1. Определяются массы загрязняющих веществ в год (M_i , т), сбрасываемых в водоем со сточной водой, по которым начисляются платежи (12). Наименование веществ, расход сточной воды (q , м³/с) и концентрация в ней загрязняющих веществ ($Cст_i$, мг/л) приведены в приложении 2.

2. Определяются предельно допустимые сбросы в водоем загрязняющих веществ ($M_{н_i}$, т/г) (13). Максимально допустимые концентрации загрязняющих веществ в стоке ($Cст.пр_i$, мг/л) приведены в приложении 2.

3. Определяются временно согласованные сбросы в водоем загрязняющих веществ (14). Значение коэффициента a в уравнении принимается равным 50 %.

4. Определяются показатели относительной опасности загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоем (A_i) (9). Значения ПДК этих веществ в воде водоема приведены в приложении 3.

5. Определяются значения базового норматива платы за сбросы загрязняющих веществ в водоем в размерах, не превышающих допустимые нормативы ($Нбн_i$, р./т) (7). Значение коэффициента индексации платы принимается соответствующим утвержденному на данный момент и задается преподавателем.

6. Определяются значения базового норматива платы за сбросы загрязняющих веществ в водоем в пределах установленных лимитов ($Нбл_i$, р./т) (8).

7. Определяются дифференцированные ставки платы за сбросы в водоем загрязняющих веществ в пределах допустимых нормативов ($Сн_i$, р./т) (5). Значение $Kэ$ водоема принимается по табл. 2.

8. Определяются дифференцированные ставки платы за сбросы в водоем загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов ($Сл_i$, р./т) (6).

9. Определяются платежи за сбросы в водоем загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов ($Пн$, р./год) (2). Сначала для каждого загрязняющего вещества проверяется условие $M_i \leq Mн_i$. Если это условие выполняется, то весь сброс загрязняющего вещества в водоем не превышает предельно допустимых нормативов, а сброс его в пределах установленных лимитов и сверхлимитный сброс равны нулю, т. е. $Пл = 0$ р./год и $Псл = 0$ р./год. Если $M_i > Mн_i$, то часть сброса находится в пределах допустимых нормативов, а часть превышает их. В этом случае значение M_i (2) принимается равным $M_i = Mн_i$.

10. Определяются платежи за сбросы загрязняющих веществ в водоем в пределах установленных лимитов (3). Сначала для каждого загрязняющего вещества проверяется условие $(M_i - Mн_i) \leq Mл_i$. Если это условие выполняется, то сброс его в водоем, превышающий предельно допустимые нормативы, является сбросом в пределах установленных лимитов, а сверхлимитный сброс равен нулю, т. е. $Псл = 0$ р./год. Если $(M_i - Mн_i) > Mл_i$, то часть общего сброса находится в пределах допустимых нормативов, часть – в пределах установленных

лимитов, а часть сброса является сверхлимитной. В этом случае значение $(M_i - M_{n_i})$ (3) принимается равным $(M_i - M_{n_i}) = M_{л_i}$.

11. Определяются платежи за сверхлимитные сбросы загрязняющих веществ в водоем (4). Эти платежи определяются при выполнении условия $M_i > (M_{n_i} + M_{л_i})$.

12. Определяются суммарные платежи за сбросы загрязняющих веществ в водоем (1).

5. Требования к отчету

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

- * наименование и вариант работы;
- * исходные данные для расчетов;
- * методика расчетов с результатами вычислений;
- * сводная расчетная таблица (табл. 3);
- * общее заключение по результатам работы.

В общем заключении должно быть указано, из каких видов платежей складываются суммарные платежи за загрязнение окружающей среды. Если на предприятии имеются выбросы вредных веществ в пределах установленных лимитов или сверхлимитные выбросы, то в заключении должны быть приведены мероприятия по снижению вредных выбросов до допустимых нормативов. Примерный перечень природоохранных мероприятий приведен в приложении.

СВОДНАЯ РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА

Таблица 3

Вредные вещества в выбросах	Платежи за выбросы, р./год			
	<i>П_н</i>	<i>П_л</i>	<i>П_{сл}</i>	<i>П</i>
I. Сбросы в водоем:				
цинк				
свинец				
бензол				
нитрохлорбензол				
II. Выбросы в атмосферу				
Всего				

6. Контрольные вопросы

1. Что представляет собой плата за загрязнение окружающей среды и для каких целей она взимается с природопользователей?

2. За какие виды воздействия на окружающую природную среду взимается плата с природопользователей?
3. Из каких источников предприятия осуществляют платежи за загрязнение окружающей среды?
4. Из каких видов платежей складываются суммарные платежи за выбросы вредных веществ в атмосферу и сброс в водоемы?
5. С какой целью при расчете дифференцированных ставок платы применяют коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха, почвы и водных объектов на территории Российской Федерации?
6. Как определяется коэффициент относительной опасности вещества?
7. На какие категории подразделяется масса выбросов вредных веществ в окружающую среду.
8. Какие природоохранные мероприятия необходимо проводить на предприятиях?

Список рекомендуемой литературы

1. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и природопользование в России / В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов. – Москва: Финансы и статистика, 2005. – 345 с.
2. Стадницкий Г. В. Экология: учеб. пособие для химико-технологических вузов / Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов. – Москва: Высш. шк., 2008 – 456 с.
3. Кирпатовский И. П. Охрана природы. Справочник. – Москва: Химия, 2008. – 234 с.
4. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. – Москва, 1993 – 56 с.

Данные для расчета выброса загрязняющего вещества
в атмосферу и платежей за этот выброс

Номер варианта	Загрязнитель	Масса M , г	$ПДВ$, г/с	$ПДК$, мг/дм ³
1	Азота диоксид	80	50	0,085
2	Аммиак	85	55	0,2
3	Ангидрид сернистый	90	60	0,05
4	Анилин	95	65	0,03
5	Бензин	100	70	1,3
6	Бензол	105	75	0,8
7	Хлорид водорода	110	80	0,2
8	Диметиламин	120	85	0,005
9	Дихлорэтан	125	90	1,0
10	Капролактam	130	95	0,06
11	Кислота серная	140	100	0,1
12	Кислота уксусная	145	105	0,06
13	Ксилол	150	110	0,2
14	Нитробензол	160	115	0,008
15	Сероуглерод	170	120	0,005
16	Сероводород	180	125	0,008
17	Толуол	190	130	0,6
18	Фенол	200	135	0,01
19	Хлор	82	140	0,03
20	Хлорбензол	80	145	0,01

Приложение 2

Данные для расчета сбросов загрязняющих веществ в водоем со сточными водами
и платежей за эти сброс

Номер варианта	Расход сточных вод q , м ³ /с	Концентрация загрязняющего вещества в стоке $C_{ст_i}$, мг/дм ³				Максимально допустимая концентрация загрязняюще- го вещества в стоке $C_{ст. пр_i}$, мг/дм ³			
		свинец	цинк	бензол	нитрохлорбензол	свинец	цинк	бензол	нитрохлорбензол
1	0,41	3,5	6,0	15	0,30	0,45	6,0	3,3	0,34
2	0,42	3,6	6,5	16	0,35	0,46	7,0	3,4	0,35
3	0,43	3,7	7,0	17	0,40	0,47	8,0	3,5	0,36
4	0,44	3,8	7,5	18	0,45	0,48	9,0	3,6	0,37
5	0,45	3,9	8,0	19	0,50	0,49	10,0	3,7	0,38
6	0,46	4,0	8,5	20	0,55	0,50	11,0	3,8	0,39
7	0,47	4,1	9,0	21	0,60	0,51	12,0	3,9	0,40
8	0,48	4,2	9,5	22	0,65	0,52	13,0	4,0	0,41
9	0,49	4,3	10,0	23	0,70	0,53	14,0	4,1	0,42
10	0,50	4,4	10,5	24	0,75	0,54	15,0	4,2	0,43
11	0,51	4,5	11,0	25	0,80	0,55	16,0	4,3	0,44
12	0,52	4,6	11,5	26	0,85	0,56	17,0	4,4	0,45
13	0,53	4,7	12,0	27	0,90	0,57	18,0	4,5	0,46
14	0,54	4,8	12,5	28	0,95	0,58	19,0	4,6	0,47
15	0,55	4,9	13,0	29	1,00	0,59	20,0	4,7	0,48
16	0,56	5,0	13,5	30	1,05	0,60	21,0	4,8	0,49
17	0,57	5,1	14,0	31	1,10	0,61	22,0	4,9	0,50
18	0,58	5,2	14,5	32	1,15	0,62	23,0	5,0	0,51
19	0,59	5,3	15,0	33	1,20	0,63	24,0	5,1	0,52
20	0,60	5,4	15,5	34	1,25	0,64	25,0	5,2	0,53

Приложение 3

Предельно допустимые концентрации вредных веществ
в воде водных объектов хозяйственно-питьевого
и культурно-бытового назначения

Наименование загрязнения	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/дм ³
Свинец	Санитарно- токсикологический	0,1
Цинк	Общесанитарный	1,0
Бензол	Санитарно- токсикологический	0,5
Нитрохлорбензол	Санитарно- токсикологический	0,05

Примерный перечень природоохранных мероприятий

1. Охрана и рациональное использование водных ресурсов

1.1. Строительство головных и локальных очистных сооружений для сточных вод предприятий с системой их транспортировки.

1.2. Внедрение систем оборотного и бессточного водоснабжения всех видов.

1.3. Осуществление мероприятий для повторного использования сбросных и дренажных вод, улучшения их качества, не вызывающие побочного негативного воздействия на другие природные среды и объекты: аккумулирующие емкости, отстойники сооружения и устройства для аэрации вод, биологические инженерные очистные сооружения, биологические каналы экраны.

1.4. Строительство опытных установок и цехов, связанных с методов очистки сточных вод, и переработкой жидких отходов и кубовых остатков.

1.5. Реконструкция или ликвидация накопителей отходов.

1.6. Создание и внедрение автоматической системы контроля за составом и объемом сброса сточных вод.

2. Охрана воздушного бассейна

2.1. Установка газопылеулавливающих устройств, предназначенных для улавливания и обезвреживания вредных веществ из газов, отходящих от технологических агрегатов и из вентиляционного воздуха перед выбросом в атмосферу.

2.2. Строительство опытно-промышленных установок и цехов по разработке методов очистки отходящих газов от вредных выбросов в атмосферу.

2.3. Оснащение двигателей внутреннего сгорания нейтрализаторами для обезвреживания отработавших газов, создание станций (служб) регулировки двигателей автомобилей с целью снижения токсичности отработавших газов, систем снижения токсичности отработавших газов, создание и внедрение присадок к топливам, снижающих токсичность и дымность отработавших газов и др.

2.4. Создание автоматических систем контроля за загрязнением

атмосферного воздуха, оснащение стационарных источников выброса вредных веществ в воздушный бассейн приборами контроля, строительство, приобретение и оснащение лабораторий по контролю за загрязнением атмосферного воздуха.

2.5. Установка устройств по дожигу и другим методам доочистки хвостовых газов перед непосредственным выбросом в атмосферу.

2.6. Оснащение установками для утилизации веществ из отходящих газов.

2.7. Приобретение, изготовление и замена топливной аппаратуры при переводе на сжигание других видов топлива или улучшение режимов сжигания топлива.

3. Использование отходов производства и потребления

3.1. Строительство мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов, а также полигонов для складирования бытовых и промышленных отходов.

3.2. Приобретение и внедрение установок, оборудования и машин для переработки, сбора и транспортировки бытовых отходов с территории городов и других населенных пунктов.

3.3. Строительство установок, производств, цехов для получения сырья или готовой продукции из отходов производства.

4. Научно-исследовательские работы

4.1. Разработка экспресс-методов определения вредных примесей в воздухе, воде, почве.

4.2. Разработка нетрадиционных методов и высокоэффективных систем и установок для очистки отходящих газов промышленных предприятий, утилизации отходов.

4.3. Разработка технологических процессов, оборудования, приборов и реагентов, обеспечивающих глубокую переработку сырья с утилизацией образующихся отходов.

4.4. Совершенствование методов обезвреживания твердых бытовых отходов с целью предотвращения попадания в природные среды тяжелых металлов и ксенобиотиков.

4.5. Проектно-изыскательские и опытно-конструкторские работы по созданию природоохранного оборудования, установок, сооружений, предприятий и объектов, прогрессивной природоохранной технологии методов и средств защиты природных объектов от негативного воздействия.

5. Экологическое просвещение, подготовка кадров

Работа по экологическому образованию кадров, подготовка и переподготовка лиц, связанных с управлением природопользованием и охраной окружающей природной среды, использование средств массовой информации для экологического просвещения населения, проведение конференций, слетов, конкурсов среди учащейся молодежи.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

1. Цель и содержание работы

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

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

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

2. Теоретические положения

2.1. Основные виды выбросов от автотранспорта

Один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая с отработавшими газами примерно 800 кг оксида углерода, около 400 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Сегодня насчитывается порядка 400 млн. единиц мирового парка автомобилей. В России, по данным ВНИИГАЗ, автопарк близок к 34 млн. единиц.

Передвижные источники загрязнения пространственно рассредоточены по территории города и расположены в непосредственной близости к жилым районам, что создает общий повышенный фон загрязнения. Они располагаются невысоко от земной поверхности, в результате чего отработавшие газы автомобилей слабее рассеиваются ветром по сравнению с промышленными выбросами и скапливаются

в зоне дыхания людей. Кроме того, темпы роста числа автомобилей значительно выше по сравнению с темпами роста промышленных источников.

Таблица 1

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

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

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

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

Меры административного и экономического регулирования

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Действующий ГОСТ Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» позволяет осуществлять контроль автомобилей 0-го и промежуточного классов.

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

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

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

Градостроительные мероприятия

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

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

- удаление жилых зданий от автомагистралей;

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

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

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

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

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

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

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

пешеходов. Необходимы переходы для пешеходов на всех пунктах скопления машин, а также эстакады или тоннели для разгрузки больших перекрывающихся потоков транспорта.

Организация движения городского транспорта

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

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

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

Система позволяет из единого центра определять скорость движения транспорта на основных магистралях, места заторов и пробок, регулировать режим работы светофоров, оперативно осуществлять диспетчерское управление движением транспорта в экстремальных ситуациях, управлять движением в тоннелях, информировать участников движения с помощью динамических электронных табло и управляемых дорожных знаков о дорожно-транспортной ситуации. Переключение программ координации осуществляется по расписанию (по времени суток и дням недели с учетом сезона), либо адаптивно (по параметрам транспортных потоков).

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

Электрический транспорт

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

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

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

Добавление к топливу присадок

Добавлением к топливу присадок можно изменить ход реакций окисления углеводородов в сторону уменьшения образования некоторых токсичных компонентов: оксида углерода, углеводородов, альдегидов, сажи и др. В России и за рубежом предложен ряд присадок. Для карбюраторных двигателей самыми эффективными оказались смеси различных спиртов. Добавление их к бензину ведет к заметному снижению в выхлопных газах оксида углерода.

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

Перспективно использование присадок на основе ферроценов. Присадки этого типа сочетаемы с каталитическими дожигателями и используются в производстве бензинов.

Сжатый и сжиженный газ – топливо для автомобилей

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

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

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

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

Как показал отечественный и зарубежный опыт, природный газ является весьма экономичным горючим для автомобильных двигателей: 1 м^3 газа сберегает как минимум 1 л бензина. Ресурсы мотора увеличиваются в 1,5 раза; периодичность смены масла – в 2,5 раза. Во столько же снижаются затраты на топливо и себестоимость перевозок. Резко снижаются выбросы в атмосферу продуктов сгорания. Максимальная скорость автомобиля без прицепа при работе на природном газе – 95 км/ч. Контрольный расход газа при скорости 60 км/ч 40 м^3 на 100 км пути.

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

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

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

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

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

Биодизельное топливо (биодизель) – относительно новый вид экологически чистого топлива. Производится биодизель из растительного масла и является возобновляемым источником энергии. Биодизель может использоваться в обычных двигателях внутреннего сгорания без изменения их конструкции. Возможно применение биодизеля как самостоятельного вида топлива, так и в смеси с обычным дизельным топливом.

Нейтрализаторы выхлопных газов

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

В настоящее время наибольшее распространение получили каталитические нейтрализаторы, в которых используются платина, палладий. Эти металлы позволяют существенно снизить порог энергии, при котором начинаются окислительно-восстановительные реакции.

Проходя через поры нейтрализатора, СО превращается в малотоксичный CO_2 , а оксиды азота восстанавливаются до безвредного N_2 .

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

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания

Чтобы уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу, ученые многих стран стремятся улучшить конструкции существующих двигателей серийного производства. Так, в 1959 году в США запатентован карбюратор с раздельным смесеобразованием, конструкция которого позволяет кроме обычной смеси получать обогащенную смесь. Эта смесь подается в специальную предкамеру со свечой зажигания. В двигателе, оборудованном таким карбюратором происходит полное сгорание рабочей смеси, что обеспечивает минимальное содержание в отработанных газах оксида углерода и углеводородов. Поскольку средняя температура в камере сгорания понижается, резко уменьшается и выброс оксидов азота.

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

3. Порядок выполнения работы

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

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

Таблица 2

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

Для аудиторного занятия данные приведены в прил. 1.

4. Методика расчета загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом

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

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

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

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

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

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

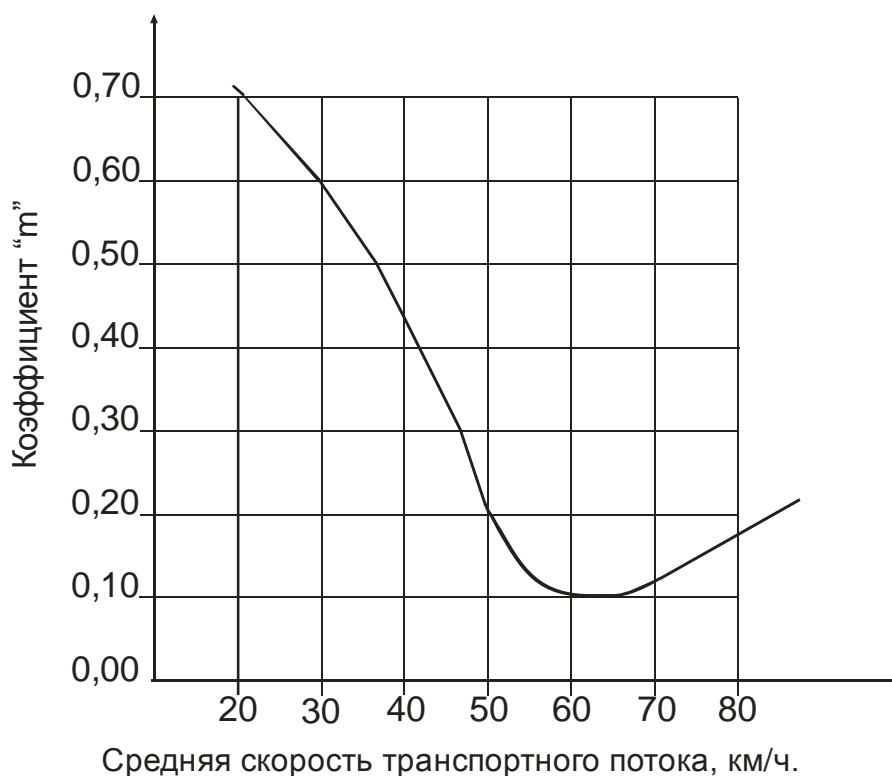


Рис. 1. Зависимость величины коэффициента «m», учитывающего дорожные и автотранспортные условия движения, от средней скорости транспортного потока

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

Таблица 3

Средние эксплуатационные нормы расхода топлива
на 1 км пути, дм^3

Тип автомобиля	Средний эксплуатационный расход топлива, $\text{дм}^3/\text{км}$
Легковые автомобили	0,11
Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 т)	0,16
Грузовые автомобили карбюраторные (6 т и более), например ЗИЛ-130 и др.	0,33
Грузовые автомобили дизельные	0,34
Автобусы карбюраторные	0,37
Автобусы дизельные	0,28

Таблица 4

Значения коэффициентов K_k и K_d

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

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

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

где C – концентрация данного вида загрязнения в воздухе, г/м³; σ – стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, м; принимается по табл. 5; V – скорость ветра, преобладающего в расчетный месяц летнего периода, м/с; φ – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги. При угле от 90 до 30° скорость ветра следует умножать на синус угла, при угле менее 30° – коэффициент 0,5; F – фоновая концентрация загрязнения воздуха, г/м³.

Таблица 5

Значения стандартного Гауссового отклонения
при удалении от кромки проезжей части

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

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

Результаты расчета по формуле (2) сопоставляются с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), установленными органами Министерства здравоохранения с учетом класса опасности для ток-

сичных составляющих отработавших газов тепловых двигателей в воздухе населенных мест; они приведены в табл. 6.

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

Таблица 6

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

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

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

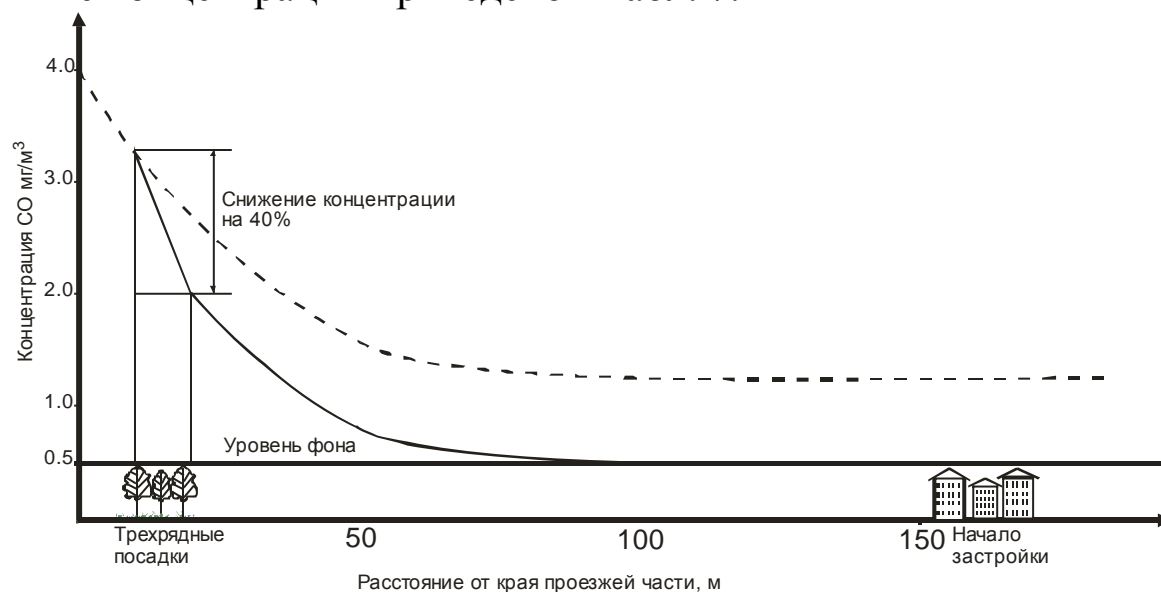


Рис. 2. Снижение концентрации CO за счет устройства трехрядных посадок деревьев

Таблица 7

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

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

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

- изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока;
- ограничение движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени;
- усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению воздушной среды, в целях минимизации токсичных выбросов;
- устройство защитных сооружений.

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

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

Исходные данные:

Автомобильная дорога III категории;

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

Данные по составу транспортного потока представлены в табл. 8.

Таблица 8

Состав 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

Средняя скорость потока движения – 60 км/ч, т. е. по рис. 1 $m = 0,10$.

Скорость господствующего ветра – 3 м/с.

Угол направления ветра к оси трассы – 30° .

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

Данные по фоновой концентрации отсутствуют.

Решение:

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

Для оксида углерода:

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

Для углеводородов:

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

Для оксидов азота:

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

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

Для оксида углерода:

$$C_{CO}^{20} = \frac{2 \cdot 0,0004}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,0008}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00011 \text{ г/м}^3 \text{ или } 0,11 \text{ мг/м}^3;$$

Для углеводородов:

$$C_{C_nH_m}^{20} = \frac{2 \cdot 0,00009}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,00018}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,000024 \text{ г/м}^3 \text{ или } 0,024 \text{ мг/м}^3;$$

Для оксидов азота:

$$C_{NO_x}^{20} = \frac{2 \cdot 0,0000448}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,0000896}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5} = 0,00001119 \text{ г/м}^3 \text{ или } 0,011 \text{ мг/м}^3.$$

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

Таблица 9

Зависимость концентрации загрязнений от расстояния от проезжей части

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

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

Вывод по результатам расчетов: результаты расчетов показывают, что величина транспортного воздействия на атмосферный воздух не превышает предельно допустимых концентраций, приведенных в табл. 6.

6. Требования к отчету

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

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

7. Контрольные вопросы

1. Приведите примеры передвижных источников вредных выбросов в атмосферу.

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

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

4. Дайте понятие токсичности выбросов автомобильного транспорта.

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

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

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

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

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

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

11. Какие виды нейтрализаторов выхлопных газов Вы знаете?

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

Список рекомендуемой литературы

1. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учеб. пособие / под ред. В.Н. Луканина. – Москва: ИНФРА-М, 1998. – 408 с.

2. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. Разработаны ГипродорНИИ. Одобрены Федеральным дорожным департаментом Министерства транспорта Российской Федерации (протокол от 26 июня 1995 г.).

3. Трофименко, Ю. В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда: учеб. пособие / Ю. В. Трофименко, Г. И. Евгеньев. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.

4. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях / М-во трансп. РФ. – Москва, 1997. – 54 с.

5. ГН 2.1.6.1983-05. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

6. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Временные указания по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования выбросов и установления ПДВ (Ленинград: Гидрометеиздат, 1981).

Исходные данные для расчетов

Номер варианта	Интенсивность движения, авт./ч				
	Легковые	Малые грузовые карбюраторные	Грузовые карбюраторные	Грузовые дизельные	Автобусы карбюраторные
1	80	12	50	30	10
2	85	20	60	35	15
3	90	25	70	40	20
4	95	30	80	45	25
5	100	35	85	50	30
6	115	40	90	55	35
7	120	45	95	60	40
8	125	50	100	65	45
9	130	55	105	70	50
10	200	55	-	-	50
11	210	60	-	-	45
12	220	65	-	-	40
13	230	40	-	-	35
14	240	35	-	-	30
15	250	30	-	-	25
16	260	25	-	-	20
17	270	-	45	25	-
18	280	-	40	20	-
19	290	-	35	15	-
20	300	-	30	12	-
21	310	-	25	10	-
22	320	10	50	30	10
23	330	12	55	35	15
24	340	20	60	40	17
25	350	25	65	45	20

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ

1. Выбор тематики реферативной работы

Выбор темы реферативной работы осуществляется студентом в соответствии с его желанием, интересами, способностями и с согласия преподавателя, ведущего данный курс. Тема работы выбирается из общего списка, представленного в конце методических указаний. В исключительных случаях, когда у студентов есть материал и наработки по какой-либо экологической проблеме, разрешается выбор свободной темы, но также после ее согласования с преподавателем. Для облегчения выбора темы реферативной работы после названия каждой темы предлагаются пояснение и перечень аспектов, которые должны быть раскрыты при написании работы. Возможно несколько вариантов написания работы:

- выбор и описание точек зрения различных авторов на решение выбранной проблемы. Обязательно указание ссылок на источники;
- выбор и обобщение информации из различных источников по выбранной тематике с поиском общих критериев и личной практической оценкой подобранного материала, среди множества позиций студентом выбирается наиболее объективная и обосновывается;
- глубокое изучение научно-технической литературы по поставленной проблеме с предоставлением объективных выводов и заключений.

2. Работа с литературными источниками

Требуемая для написания реферативной работы научно-техническая литература не исключает использование других дополнительных источников, включая периодическую печать и Интернет. Следует пользоваться научной, теоретической и технической литературой, а не научно-популярной.

Считается, что самостоятельная работа выполнена качественно, если при ее написании использовалось не менее трех литературных источников, выбран актуальный материал по теме реферата, использована актуальная литература (за последние 5 лет), а текст изложен в сжатой форме с идеями, мыслями студентов, имеющими связь с разрабатываемой темой.

3. Структура реферативной работы

Реферативная работа должна содержать обязательно следующие разделы: содержание, введение, основную часть, состоящую из глав, заключение или выводы, список используемой литературы.

Введение должно содержать цель и задачи, раскрываемые в выбранной теме, возможные пути их решения и предлагаемые результаты.

В основной части раскрывается содержание вопроса, представляются материалы и факты из литературных источников с творческим, практическим подходом к ним. Высказываются и предлагаются новые идеи, предложения, гипотезы для решения проблем по выбранной теме.

Заключение должно содержать обобщающие выводы, положения по переработанной теме.

Анализ литературы должен сопровождаться ссылками на источники, которые вписываются по ходу текста (в квадратных скобках). Список используемой литературы составляется в алфавитном порядке, в соответствии с существующими правилами.

4. Оформление реферативной работы

Реферативная работа оформляется в соответствии с едиными требованиями для такого типа самостоятельных работ на формате А4. Работа готовится в единственном экземпляре в рукописном варианте или может быть набрана на компьютере. Готовая работа сдается преподавателю, ведущему курс, для предварительной проверки. Если работа выполнена в соответствии с вышеописанными требованиями, она защищается и остается на кафедре.

Реферативная работа содержит титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список используемой литературы. Титульный лист должен содержать: название министерства, название университета, название кафедры, название темы самостоятельной работы, ФИО студента, ФИО преподавателя – руководителя работы, город и год написания.

Общий объем рукописной работы должен составлять не менее 20 страниц с обязательной их нумерацией. Должны быть выполнены все графические требования к оформлению страниц, графиков, диаграмм.

5. Общий перечень тем реферативных работ

1. История становления экологической науки.
2. Современная экология в системе наук.
3. Экология и эволюция.
4. Организация экологических систем.
5. Биосфера – экосистема высокого порядка.
6. Развитие биосферы и космические факторы.
7. Живая материя планеты.
8. Факторы глобального воздействия на биосферу.
9. Среда обитания – материальная система природы.
10. Экология и социальные проблемы.
11. Экологическая этика современного человека.
12. Энергетика живых организмов.
13. Современное общество и его воздействие на биосферу.
14. Научно-технический прогресс и экологические аспекты.
15. Демографические проблемы человеческого общества.
16. Международное значение экологических проблем.
17. Роль нормативно-правовой системы во взаимодействии общества и природы.
18. Источники антропогенного воздействия на природу.
19. Проблема перехода биосферы в ноосферу.
20. Антропогенное воздействие на атмосферу.
21. Климат и человек.
22. Озон и жизнь на планете.
23. Природа и последствия загрязнения гидросферы.
24. Загрязнение литосферы.
25. Энергетика – источник жизни и загрязнения биосферы.
26. Экологические последствия радиоактивной опасности.
27. Транспорт – источник вредного воздействия на природу.
28. Автотранспорт и природа.
29. Влияние химической промышленности на экосистемы.
30. Экология и горнодобывающая отрасль.
31. Загрязнение экосистем машиностроительными предприятиями.
32. Сельское хозяйство – антропогенный фактор воздействия на природу.
33. Экономические аспекты в экологии.
34. Экологический мониторинг.
35. Коммунально-бытовое хозяйство Кузбасса и биосфера.

36. Основные пути снижения антропогенной нагрузки на биосферу.
37. Экологически безопасные источники энергии.
38. Экологическое состояние реки Томи.
39. Экологические факторы и здоровье человека.
40. Экология и производство строительных материалов.
41. Растения и чистота природной среды.
42. Вопросы экологии Крапивинского гидроузла.
43. Вопросы экологии закрывающихся шахт.
44. Здоровье населения Кузбасса.
45. Экологические аспекты энергетики Кузбасса.
46. Почвенные ресурсы Кузбасса.
47. Радиационная обстановка городов Кузбасса.
48. Экологические программы Кузбасса.
49. Демографические аспекты в Кузбассе.
50. Плата за вредное воздействие на биосферу в РФ.
51. Экологические проблемы при извлечении метана из угольных пластов.
52. «Красная книга» Кузбасса.
53. Ресурсы животного мира Кемеровской области.
54. Экологические проблемы автотранспорта Кузбасса.
55. Лесные и растительные ресурсы Кузбасса.
56. Минеральные ресурсы Кемеровской области.
57. Биогеохимические круговороты.
58. Экология и автомобильные дороги Кузбасса.
59. Природоохранные органы в РФ.
60. Охраняемые природные территории и объекты Кузбасса.
61. Водные ресурсы Кузбасса.
62. Угольные ресурсы Кузбасса и экологические аспекты.
63. Город – искусственная экосистема.
64. Система мониторинга в Кузбассе.
65. Закономерности развития биологических систем.
66. Водные ресурсы России.
67. Загрязнение гидросферы Кузбасса.
68. Экологическое воспитание и образование в современном обществе.
69. Основной закон РФ «Об охране окружающей среды».
70. Растительные ресурсы при решении экологических задач.
71. Недра России – основа ее богатства.

- 72. Лесные ресурсы России.
- 73. Земельные ресурсы России.
- 74. Безотходные производства.
- 75. Методы очистки атмосферного воздуха.
- 76. Нормирование и контроль вредных веществ в биосфере.
- 77. Концепции экологической безопасности РФ.
- 78. Экологическая экспертиза.
- 79. Экологическая паспортизация предприятий.
- 80. Оценка экологического ущерба.
- 81. Концепция устойчивого развития природных объектов.
- 82. Популяционный уровень жизни.
- 83. Экологическая безопасность природных объектов и закон РФ «О техническом регулировании».
- 84. Создание искусственных экосистем.
- 85. Адаптивные возможности живого организма.
- 86. Космические программы и экологические проблемы.
- 87. Экологический риск.
- 88. Основные законы природопользования и охраны среды.
- 89. Основные законы развития природы.
- 90. Методы обезвреживания сточных вод.
- 91. Влияние энергетических полей на окружающую природную среду.
- 92. Экологические проблемы размещения отходов.
- 93. Организация наземных экосистем
- 94. Экологические кризисы и катастрофы.
- 95. Экология и газонефтяной комплекс.
- 96. Охраняемые природные территории России.
- 97. Рекреационные ресурсы России.
- 98. Зависимость качества продуктов питания и воды от состояния природной среды.
- 99. Экология и металлургия.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

- 1. Экология как наука, структура экологической области знания. Задачи экологии на современном этапе развития общества.
- 2. Основные свойства живых систем. Уровни организации жизни на Земле.
- 3. Среда обитания и экологические факторы. Классификация экологических факторов. Понятие лимитирующего фактора. Пределы

толерантности организмов по отношению к действию экологических факторов.

4. Особенности климата гор, леса, почвы, водной среды. Адаптации организмов к действию климатических факторов.

5. Понятие популяции. Основные характеристики популяции. Типы возрастных пирамид. Размещение организмов в популяции.

6. Понятие экосистемы. Классификация экосистем. Примеры экосистем. Состав экосистемы. Развитие экосистем.

7. Трофические отношения организмов в экосистеме. Типы экологических пирамид.

8. Превращение энергии в экосистемах. Классификация экосистем в зависимости от источника и уровня поступления энергии. Понятие продуктивности.

9. Типы взаимоотношений организмов в сообществах (внутри- и межвидовые). Понятие экологической ниши.

10. Биосфера как одна из оболочек Земли. Границы биосферы. В.И. Вернадский о биосфере. Понятие ноосферы.

11. Круговороты веществ. Биогенные элементы. Биогеохимический цикл углерода. Вмешательство человека в биогеохимический цикл углерода.

12. Биогеохимические циклы азота, серы, фосфора. Вмешательство человека в био-геохимические циклы. Круговорот воды. Вмешательство человека в круговорот воды.

13. Основные этапы развития взаимоотношений общества и природы. Экологические кризисы и революции. Понятие устойчивого развития. Концепция перехода общества на модель устойчивого развития.

14. Воздействие человека на окружающую среду. Виды воздействия.

15. Понятие загрязнения окружающей среды. Виды загрязнений. Источники загрязнений. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека.

16. Охрана атмосферного воздуха. Способы и средства очистки промышленных выбросов от пыли и газообразных загрязнений.

17. Охрана водных ресурсов. Методы очистки сточных вод.

18. Методы переработки и ликвидации твердых отходов. Перспективные направления утилизации твердых бытовых и промышленных отходов.

19. Природные ресурсы, их классификация.

20. Нормирование качества окружающей среды. Критерии качества окружающей среды. Нормирование качества атмосферного воздуха, воды в водных объектах, почв.

21. Основные принципы управления природоохранной деятельностью.

22. Правовая защита природной окружающей среды в РФ. Основные законодательные акты РФ по охране окружающей среды.

23. Объекты природоохранного законодательства. Виды ответственности за нарушение природоохранного законодательства.

24. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Международные организации, занимающиеся проблемами охраны окружающей среды.

25. Глобальные экологические проблемы. Возможные пути их решения.

26. Экологические проблемы Кузбасса.