

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Вологодский государственный технический университет
Кафедра водоснабжения и водоотведения**

**ЭКОЛОГИЯ
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА
ПРОЕКТОВ**

**Контрольные задания и методические указания к
выполнению контрольных заданий**

**Факультет: инженерно-строительный
Специальность: 290500–городское строительство и хозяйство**

**Вологда
1999**

УДК 628.577

Экология и экологическая экспертиза проектов: Контрольные задания и методические указания к выполнению контрольных заданий. - Вологда: ВоГТУ, 1999. - 44 с.

Представлены контрольные задания и методические указания по их выполнению. Предназначены для самостоятельной работы студентов 1 курса специальности 290500 групп интенсивной целевой подготовки заочной формы обучения.

Цифровой и фактический материал в заданиях условный.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ.

Составитель: Медиоланская М.М., канд.техн.наук, доцент

Рецензент: Соколов Л.И., докт. техн. наук,
профессор кафедры ВиВ ВоГТУ.

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа предназначена для закрепления теоретического курса дисциплины «Экология и экологическая экспертиза проектов» и состоит из расчетно-пояснительной и графической части.

Состав расчетно-пояснительной записки

- Анализ исходных данных с точки зрения экологического благополучия и здоровья населения в настоящий момент и на перспективу развития с учетом введения в строй промышленного объекта;
- Определение прогнозного количества заболеваний, связанных с ухудшением экологической обстановки в населенном пункте и на промышленном объекте;
- Оценка экологического риска от строительства объекта;
- Определение возможных, фактических и предотвращенных экономических экологических ущербов народному хозяйству от загрязнения воды, воздуха, почвы;
- Расчет НДС (или ПДВ);
- Расчет платежей за природопользование (для предприятия);
- Разработка плана природоохранных мероприятий;
- Оценка экономической эффективности предлагаемых природоохранных мероприятий.
- Экспертное заключение.

Состав графической части

Ситуационный план населенного пункта и промышленного объекта с нанесением водоохраных зон, зон санитарной охраны и зон активного загрязнения.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4. Исходные данные выбираются по таблицам вариантов. Номер варианта соответствует номеру студента по списку группы в алфавитном порядке. По согласованию с преподавателем, курирующим дисциплину, допускается замена исходных данных на реальные значения, если результаты контрольной работы будут в дальнейшем использованы для дипломного проектирования.

Вологодский государственный технический университет
Кафедра водоснабжения и водоотведения

Задание № _____

на выполнение контрольной работы по дисциплине
“Экология и экологическая экспертиза проектов”

Студенту _____ Группы ЗГСХ-11

Провести комплексную оценку экологической обстановки в населенном пункте с учетом введения в строй промышленного объекта. Оценить экологический риск. Разработать план природоохранных мероприятий и оценить их экономическую эффективность.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Ситуационный план № _____
2. Плотность населения _____ чел/га
3. Тип предприятия _____
4. Количество рабочих дней в году _____ сут
5. Характеристика выбросов предприятия
Объем _____ м³/сут; скорость оседания частиц _____ см/с

Наименование загрязнителя	NO ₂	SO ₂	CO	Пыль
Среднегодовая концентрация, мг/м ³				

6. Температура выбросов _____ °C
7. Абсолютные отметки, м:
- поверхности земли у источника выбросов _____
- устья источника выбросов (верха трубы) _____
8. Модуль скорости ветра на уровне флюгера _____ м/с
9. Температура окружающего воздуха _____ °C
10. Характеристика загрязненности воздуха в населенном пункте:

Наименование загрязнителя	NO ₂	SO ₂	CO	Пыль
Среднегодовая концентрация, мг/м ³				

11. Количественные и качественные характеристики загрязнителей в сточных водах предприятия
- среднесуточный расход сточных вод Q _____ м³/сут

Наименование загрязнителя	Взвешенные вещества	Эфирорастворимые	ПАВ
Среднегодовая концентрация, мг/дм ³			

12. Назначение водного объекта (приемника сточных вод) _____
13. Расход 95% обеспеченности Q_{95} _____ м³/с
14. Средняя скорость движения воды в реке _____ м/с
15. Средняя глубина _____ м

16. Расстояние до контрольного створа, м:
по прямой _____ по фарватеру _____ м

17. Загрязненность воды в реке

Наименование загрязнителя	Взвешенные вещества	Эфирорастворимые	ПАВ
Среднегодовая концентрация, мг/дм ³			

18. Коэффициент, зависящий от места расположения водоема σ_k _____

Дополнительные данные

19. Затраты на внедрение природоохранных мероприятий

Требуемый эффект очистки Э, %	75	80	85	90	95
Капитальные вложения К, тыс. руб	120	130	140	150	160
Эксплуатационные расходы С, тыс.руб/год	40	45	50	60	70

20. Коэффициент инфляции _____

21. Нормативный коэффициент эффективности капвложений _____

22. Срок окупаемости капитальных вложений _____

Рекомендуемая литература

1. Соколов Л.И., Медиоланская М.М. Охрана окружающей среды: Метод.указания к выполнению контрольных заданий. - Вологда: ВоПИ, 1993. – 39 с.
2. Соколов Л.И., Зотикова Д.И., Дубский Н.Н. Пособие по выбору площадок (трасс) под новое строительство (реконструкцию) объектов и сооружений. – Вологда: ВоПИ, 1996. – 56 с.
3. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасов Т.П. Экономические основы экологии: Учебник.–Санкт-Петербург: Специальная литература, 1995.-280 с.
4. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.027-95. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1995. – 28 с.

Дата выдачи _____ 15 марта 200_ г.

Срок исполнения _____ 01 июня 200_ г.

Руководитель _____ Медиоланская М.М.

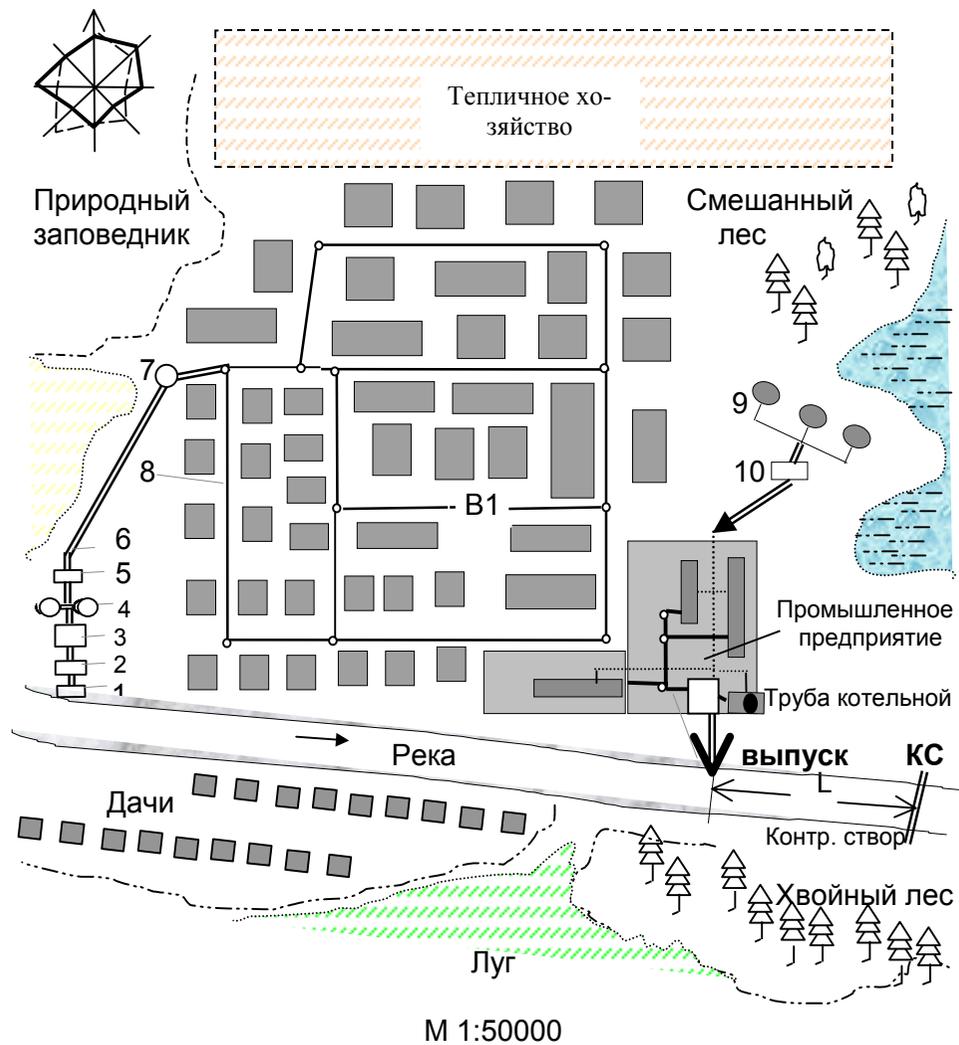


Рис.1. Примерный ситуационный план местности

1 – речной водозабор хоз-питьевого водопровода; 2 - насосная станция НС-1; 3 – водопроводные очистные сооружения; 4 - РЧВ; 5 – НС-2; 6 – водоводы; 7 – водонапорная башня; 8 - магистральные водораспределительные сети; 9 – скважины (технический водозабор предприятия); 10 – напорно-регулирующая емкость.

1. Анализ исходных данных

1.1. Используя приложение 1, оценить экологическую обстановку в населенном пункте и на предприятии на предмет соответствия нормативным требованиям (ПДК) фактических концентраций загрязнителей воздуха. Сделать заключение о возможных отрицательных последствиях для здоровья населения и работников предприятия в результате загрязненности воздуха. Решение представить в виде таблицы (форма 1).

Форма 1

Анализ соответствия нормативным требованиям качества воздуха в населенном пункте и на территории предприятия

Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация C_i в воздухе, г/м ³		Предельно допустимая концентрация ПДК, г/м ³			Превышение фактической концентрации над ПДК, $C_i / ПДК_i$
	населенного пункта	предприятия	среднесуточная, ПДК _{с.с.}	в рабочей зоне, ПДК _{р.з.}	максимально разовая, ПДК _{м.р.}	

1.2. Используя приложение 2 оценить загрязненность поверхностного источника и его пригодность для питьевого водоснабжения. Отчет представить в табличной форме (форма 2).

Форма 2

Анализ соответствия нормативным требованиям качества воды в поверхностном источнике водоснабжения

Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация C_i в речной воде, г/м ³	Предельно допустимая концентрация ПДК, г/м ³ для водоема назначения			Превышение фактической концентрации над ПДК, $C_i / ПДК_i$
		рыболовства, ПДК _{рх}	культурно-бытового, ПДК _{к.б}	хозяйственно-питьевого, ПДК _{х.п}	

2. Прогноз уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды

По предварительным медицинским исследованиям загрязнение воздушного бассейна наибольшее влияние оказывает на заболеваемость группы органов дыхания, которая, в свою очередь, отрицательно влияет на функционирование сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и т.д. Методом построения эмпирических зависимостей было установлено [1], что между распространенностью болезней органов дыхания и болезнями других органов и систем существует тесная корреляционная связь, которую в большинстве случаев можно интерпретировать как функциональную зависимость:

$$1/Y_{з.н.} = 0,5 + 0,93/Y_{од}; \quad (R=0,932) \quad (1)$$

$$\ln Y_{с.с.} = 0,023 \ln Y_{од} - 1,3; \quad (R=0,974) \quad (2)$$

$$\ln Y_{с} = 0,021 \ln Y_{од} - 0,38 \quad (R=0,979) \quad (3)$$

$$\ln Y_{ж.к.} = 0,0151 \ln Y_{од} - 1,5 \quad (R=0,963) \quad (4)$$

$$1/Y_{оз} = 0,41 + 0,117/Y_{од}; \quad (5)$$

где $Y_{з.н.}$ - заболеваемость злокачественными новообразованиями на 1000 человек;

$Y_{од.}$ - заболеваемость органов дыхания на 1000 человек;

$Y_{с.с.}$ - заболеваемость болезнями сосудистой системы на 1000 человек;

$Y_{с}$ - заболеваемость болезнями сердца на 1000 человек;

$Y_{ж.к.}$ - заболеваемость болезнями желудочно-кишечного тракта на 1000 человек;

$Y_{о.з.}$ - общая заболеваемость на 1000 человек.

Методом построения эмпирических зависимостей строятся уравнения регрессии между значением общей заболеваемости определенным видом болезни (на 1000 человек населения) и уравнением загрязнения атмосферы различными ингредиентами (показателями фактической концентрации). Так, в частности, была установлена корреляционная зависимость между общей заболеваемостью органов дыхания $Y_{од}$ на 1000 человек и уровнем загрязнения пылью, CO, NO₂ и SO₂ (R = 0,71):

$$Y_{\text{од}} = 162,2 + 22,4 x_1 + 22,9 x_2 + 102,4 x_3 + 140,5 x_4, \quad (6)$$

где x_1 - среднегодовая концентрация пыли, мг/м³;
 x_2 - среднегодовая концентрация CO, мг/м³;
 x_3 - среднегодовая концентрация SO₂, мг/м³;
 x_4 - среднегодовая концентрация NO₂, мг/м³.

Зная среднегодовые концентрации загрязнителей, общее население территории, для которой рассчитывается ущерб, и средний ущерб от заболевания одного человека болезнями органов дыхания, можно рассчитать ущерб, который понесло народное хозяйство территории от заболеваемости населения болезнями органов дыхания из-за загрязнения атмосферы. При этом не следует забывать, что заболеваемость населения зависит не только от загрязнения атмосферы, но и от массы других факторов: от топографии местности, температуры воздуха, относительной его влажности, скорости ветра, состояния медицинского обслуживания, режима жизни, количества зеленых насаждений, уровня благоустройства города, т.е. развитости социальной инфраструктуры, транспорта, наличия детских учреждений и т.д.

При отсутствии современных данных, стоимость лечения конкретных заболеваний органов дыхания допускается принимать по табл. 1 с учетом коэффициента инфляции к уровню цен 1979 г.

Таблица 1
Экономический ущерб от заболевания 1 человека [2]

Заболевание	Ущерб от заболевания 1 чел., руб.
Острые респираторные заболевания	38
Грипп	307
Конъюнктивиты	69
Заболевания лорорганов	84
Бронхит	115
Бронхиальная астма	138
Гипертония	230
Стенокардия	345
Инфаркт миокарда	691
Ангина	84
Туберкулез	1382
Пневмония	161

3. Оценка экологического риска

Любая производственная система является источником экологического риска. Экологический риск отражает вероятность возникновения и масштабы распространения опасных экологических ситуаций. Наиболее распространенными факторами экологического риска хозяйственной деятельности являются образование отходов производства, загрязнение водоемов и атмосферного воздуха вредными веществами.

Существует несколько применяемых на практике методов оценки экологического риска, в частности, известен метод суммирования уровней факторов риска, определяемых отношением их количественных характеристик к некоторым удельным параметрам окружающей среды (биосферы), принимаемым в качестве базовых [3].

Обобщенная формула расчета экологического риска методом суммирования уровней факторов риска:

$$R_э = 1/n \sum_{i=1}^{i=n} Y_i \cdot 100, \% \quad (7)$$

$R_э$ – экологический риск, %;

n – количество учитываемых факторов риска, сопутствующих функционированию конкретной производственной системы;

Y_i - уровень i -го фактора риска, изменяющийся в пределах от 0 до 1.

В соответствии со сложившейся практикой оценки антропогенного воздействия на окружающую природную среду предлагается оценивать пять комплексных факторов экологического риска, уровни которых можно рассчитывать по следующим формулам:

$$Y_{п.л.} = (S_{п.}/S_0) \alpha \quad (8)$$

$$Y_{э.з.} = (S_э/S_0) \beta \quad (9)$$

$$Y_{о.п.} = (M_0/m_0) \gamma \quad (10)$$

$$Y_{з.в.} = (V_B/V_0) \delta \quad (11)$$

$$Y_{з.а.} = (A_B/a_0) \sigma \quad (12)$$

где $Y_{п.л.}$, $Y_{э.з.}$, $Y_{о.п.}$, $Y_{з.в.}$, $Y_{з.а.}$ – соответственно уровни повреждения ландшафта, энергетического загрязнения среды, образования отходов производства, загрязнения водоемов, загрязнения атмосферного воздуха;

$S_{п}$ – площадь ландшафтных повреждений, га;

$S_{э}$ – площадь территорий, подверженных энергетическому загрязнению, га;

$M_{о}$ – среднемесячное количество не утилизируемых отходов производства, т;

$V_{в}$ – среднемесячный объем возвратной воды, загрязненность которой превышает ПДК, м³;

$A_{в}$ – среднемесячная масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в виде газов, пыли, дыма, т;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \sigma$ – коэффициенты корреляции, соответственно учитывающие глубину повреждения ландшафта, интенсивность энергетического загрязнения среды, классы опасности веществ по ГОСТ 12.1.007-88, содержащихся в отходах, загрязненной возвратной воде, выбросах в атмосферу;

$S_{о}$, $m_{о}$, $v_{о}$, $a_{о}$ – константы, соответственно обозначающие удельную площадь ландшафта, га, удельные запасы природного сырья, т, удельный среднемесячный сток воды, м³, удельную массу приземного слоя атмосферного воздуха, т.

Для определения значений указанных констант вводится понятие удельной единицы ландшафта (УЕЛ), в качестве которой принимается территория, описанная на местности радиусом, равным средней длине дуги меридиана в одну минуту, т.е. международной морской миле, составляющей 1852 м. Тогда площадь УЕЛ будет равна 1077 га.

Для удобства расчетов можно принять $S_{о} = 1000$ га и топографически совмещать центр круга УЕЛ с геометрическим центром территории предприятия, экологичность которого оценивается (если территория предприятия превышает площадь УЕЛ, отдельно оцениваются риски по цехам и структурным подразделениям, а затем они суммируются). Остальные константы по отношению к УЕЛ могут быть приняты в условных пропорциях, выражающих среднемесячные запасы на ее территории природного сырья, чистой воды, чистого воздуха. Обычно принимается:

$$m_{о} = 1000 \text{ т}; v_{о} = 1000 \text{ м}^3; a_{о} = 1000 \text{ т}.$$

Тогда формула (7) расчета экологического риска, с учетом формул (8÷12) примет вид:

$$R_э = 0,02 (\alpha S_п + \beta S_э + \gamma M_о + \delta V_в + \sigma A_о), \% \quad (13)$$

Значения переменных величин, входящих в формулу (13), определяются расчетами по технико-экономическим показателям производства на стадии проектирования или инструментальными измерениями соответствующих параметров в условиях действующего предприятия. Так, площадь ландшафтных –повреждений на территориях, принадлежащих предприятию или арендуемых им, определяется суммой:

$$S_п = S_к + S_с + S_э + S_т + S_н, \quad (14)$$

где $S_к$ – площади карьеров, шахт, скважин, и других мест разрушения поверхностного слоя земли;

$S_с$ – площади мест складирования сырья и материалов;

$S_э$ – площади мест захоронения и складирования отходов;

$S_т$ – площади транспортных и инженерных коммуникаций;

$S_н$ – площади неиспользуемых или приведенных в негодность земель.

Аналогичным образом определяются площади территорий, подверженных энергетическому загрязнению повышенными уровнями шума, инфразвука, электромагнитными и другими излучениями, исходящими от предприятия, экологичность которого оценивается.

Среднемесячное количество неутилизированных отходов производства определяется по материальному технологическому балансу:

$$M_о = M_в - M_{г.п} - M_{п.п}, \quad (15)$$

где в расчете на месячную программу выпуска продукции:

$M_в$ – количество исходного сырья, основных и вспомогательных материалов, введенных в производство, т;

$M_{г.п}$ – суммарная масса готовой продукции, т;

$M_{п.п}$ – масса побочных утилизируемых продуктов, т.

Среднемесячный сброс загрязненной воды, а также количество вредных выбросов в атмосферу определяется также по техно-

логическим балансом производства или инструментальными замерами. Так называемые залповые сбросы тоже определяются расчетами или инструментально.

Корреляционные коэффициенты определяются по следующей схеме:

- $\alpha \leq 1$, если глубина повреждения ландшафта не превышает 1 м, а при большей глубине $\alpha = 1 + 0,1$ за каждый последующий метр глубины повреждения;
- $\beta \leq 1$, если энергетическое загрязнение среды не превышает предельно-допустимый уровень (ПДУ), а в случаях превышения $\beta = 1 + 0,1$ за каждый 1% превышения ПДУ;
- γ, δ, σ равны 2, если загрязняющие вещества относятся к первому классу опасности; 1,5 – ко второму; 1,0 – к третьему и 0,5 – к четвертому классу опасности.

Значения экологического риска, определяемые по формуле (13), могут изменяться от 0 до 100 % и более. В табл.2 представлены варианты ранжирования предприятий по величине экологического риска.

Таблица 2

Экологическая характеристика производства

Класс экологической опасности	Экологическая характеристика производства	Величина экологического риска, %
5	Безопасное	1
4	Относительно безопасное	1 ÷ 5
3	Опасное	5 ÷ 25
2	Особо опасное	25 ÷ 50
1	Чрезвычайно опасное	50

4. Определение экологического ущерба народному хозяйству от загрязнения окружающей среды

Экологический ущерб – это изменение полезности окружающей среды вследствие ее загрязнения. Он оценивается как затраты общества, связанные с изменением окружающей среды. Экологический ущерб складывается из следующих затрат:

- дополнительные затраты общества, связанные с изменениями в окружающей среде;
 - затраты на возврат окружающей среды в прежнее состояние;
 - дополнительные затраты будущего общества в связи с безвозвратным изъятием части дефицитных природных ресурсов;
- Ущерб обществу от загрязнения окружающей среды проявляется на деятельности отдельных объектов, оказывающихся под его воздействием (табл. 3).

Таблица 3

Элементы дополнительных расходов

Объекты влияния	Элементы дополнительных расходов
Население	Медицинское обслуживание, оплата лечебных отпусков, компенсация невыходов на работу, страхование жизни людей, транспортные расходы по доставке в опасные зоны
Жилищно-коммунальное хозяйство	Ремонт и содержание зданий, уборка территорий, износ рабочей одежды, содержание зеленых насаждений, износ транспорта, ремонт и содержание металлоконструкций
Сельскохозяйственные угодья	Потери (потенциально возможного) урожая, транспортные расходы по доставке урожая
Вода	Потери (потенциально возможного) вылова рыбы, обеспечение населения водой
Лесные ресурсы	Потери продуктивности леса (древесина, грибы, ягоды, трава и т.п.), тушение пожаров

Экологический ущерб можно определять по детализированным элементам воздействия и укрупненно по сферам воздействия. Детализированный расчет базируется на данных объекта-аналога, фактических статистических материалах, экспертных оценках. Формулы для расчета ущерба по элементам воздействия приведены в табл. 4.

При укрупненном расчете выделяют три группы сфер влияния (атмосфера, вода, земля), по которым имеются государственные и отраслевые методики оценки удельного ущерба. Наибольшее распространение получила методика расчета экологического ущерба, основанная на оценке среднего удельного ущерба от сброса (выброса) вредных веществ в окружающую среду [9].

Таблица 4

Экономическая оценка дополнительных расходов [10]

Элементы расходов	Расчетная Формула	Обозначения используемых величин
Медицинское обслуживание	$Z_1 = \sum s_1 n_1 + \sum s_2 n_2$	s_1 и s_2 – затраты учреждения здравоохранения на амбулаторное и стационарное лечение одного человека; n_1 и n_2 – количество людей, направленных на амбулаторное и стационарное лечение, чел;
Оплата лечебных отпусков	$Z_2 = LN$	L – средние выплаты по нетрудоспособности, руб/день; N – количество дней временной нетрудоспособности
Компенсация невыходов на работу	$Z_3 = s_3 N$	s_3 – средняя потеря прибыли предприятия, руб/чел.день
Страхование жизни людей	$Z_4 = s_4 n$	s_4 – годовые страховые платежи, руб/чел; n – количество людей, подлежащих страхованию, чел
Транспортные расходы (по доставке людей в опасные зоны)	$Z_5 = s_5 n$	s_5 – нормативные транспортные затраты по доставке 1 чел; n – количество работающих, чел
Ремонт и содержание зданий	$Z_6 = s_6 S$	s_6 – удельные затраты на ремонт фасада, руб/м ² ; S – площадь фасадов зданий, м ² .
Уборка территорий	$Z_7 = s_7 n$	s_7 – удельные затраты, руб/ед.; n – объем работ по уборке, ед.
Износ рабочей одежды	$Z_8 = s_8 n$	s_8 – годовые затраты на возмещение износа одежды 1 чел., руб; n – количество людей, которые пользуются рабочей одеждой, чел.
Посадка и содержание зеленых насаждений	$Z_9 = s_9 S$	s_9 – удельные текущие затраты на посадку и содержание городских зеленых насаждений, руб/м ² ; S – площадь посадки зеленых насаждений, м ²

Продолжение табл. 4

Износ транспорта	$Z_{10} = s_{10}n$	s_{10} - удельные затраты на малые ремонты и профилактические осмотры транспорта, руб/ед.; n - количество транспортных единиц
Потери (потенциально возможного) урожая	$Z_{11} = VS (\zeta - s_{11})$	V - выпуск сельхозпродукции в расчете на 1 га угодий; S - площадь земель, подвергшихся загрязнению, m^2 ; s_{11} и ζ - закупочная цена сельхозпродукции до и после изменения условий, руб/ед
Потери (потенциально возможного) вылова рыбы	$Z_{12} = VS (\zeta - s_{12})$	V - объем вылова рыбы на единицу площади водоема, t/m^2 ; S - площадь водоема, подвергшегося загрязнению, m^2 ; s_{12} и ζ - закупочная цена рыбы до и после изменения условий, руб/т
Потери (потенциально возможной) продуктивности леса	$Z_{13} = VS s_{13}$	V - объем продукта леса в расчете на 1 га; S - площадь лесных ресурсов, подвергшихся загрязнению, га; s_{13} - себестоимость единицы объема продуктов леса, руб/ед.;
Потери от возможной аварии	$Z_{14} = f s_{14}$	f - вероятность возникновения аварии; s_{14} - оценка потерь на ликвидацию последствий аварии на производстве и прилегающих территориях, руб

4.1. Определение ущерба от загрязнения водоемов

Ущерб от годичного сброса загрязняющих примесей в "к"-тый водохозяйственный участок некоторым источником загрязнения (предприятием) вычисляется из выражения [9]:

$$Y = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M, \text{ руб/год} \quad (16)$$

где $\gamma = 400$ - средний удельный ущерб, руб/усл.т;

σ_k - константа, учитывающая географическое расположение водохозяйственных участков, принимается по табл. 5;

M - приведенная масса годового сброса примесей в "к"-тый водоем данным источником загрязнения, усл.т/год.

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i, \text{ усл.т/год} \quad (17)$$

где A_i - показатель относительной опасности сброса i -того вещества в водоем рыбохозяйственного назначения (определяется как величина, обратная ПДК_i);

i - номер сбрасываемой примеси;

N - общее число вредных примесей, сбрасываемых в водоем;

m_i - общая масса годового сброса i -той примеси в водоем от оцениваемого источника загрязнения, т/год.

$$m_i = C_i Q, \text{ т/год} \quad (18)$$

где C_i - фактическая (средняя за год) концентрация i -го вещества в поступающих в водоем сточных водах, т/м³;

Q - объем годового сброса сточных вод, м³/год.

Таблица 5

Значение коэффициентов σ_k [9]

Водный объект	Коэффициент σ_k	Водный объект	Коэффициент σ_k
Амур	0,19	Лена	0,15
Волга	2,6	Нева	0,47
Днепр	1,75	Обь	0,34
Дон	1,63	Северная Двина	0,22
Иртыш	2,1	Урал	2,7

Результаты расчета удобно представлять в табличном виде (форма 3). Расчет предотвращенного экологического ущерба может быть выполнен на ЭВМ по имеющимся на кафедре ВиВ программам, разработанным доцентом кафедры Гудковым А.Г.

Величина возможного экологического ущерба (ущерб при отсутствии природоохранных мероприятий):

$$Y_{\text{возм}} = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_1 \quad (19)$$

Величина фактического ущерба после комплекса природоохранных мероприятий:

$$Y_{\text{факт}} = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_2 \quad (20)$$

Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения воды

№ п/п	Наименование ингредиента	Концентрация мг/л		Масса годового сброса, т/год		ПДК _i ^{р/х} мг/л	Приведенная масса, усл.т/год	
		начальная	конечная	без очистки	после очистки		возможная	фактическая

$$\Sigma=M_1 \quad \Sigma=M_2$$

Величина предотвращенного эколого-экономического ущерба:

$$Y_{\text{предт}} = Y_{\text{возм}} - Y_{\text{факт}} = \gamma \cdot \sigma_k (M_1 - M_2) \quad (20)$$

При необходимости предотвращенный ущерб пересчитывается с учетом коэффициента инфляции в действующие на момент оценки ущерба цены.

4.2. Определение ущерба от загрязнения атмосферы

Экономическая оценка ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферный воздух, для отдельного источника определяется по формуле [9]:

$$Y = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M, \text{ руб/год} \quad (21)$$

γ - множитель, численное значение которого принимается 2,4 руб/усл.т.;

σ - величина, значение которой определяется в зависимости от типа территории, над которой загрязняется воздух (табл. 6);

f – поправка, учитывающая характер рассеивания примесей в атмосфере;

M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл.т/год.

Если зона активного загрязнения (ЗАЗ) неоднородна и состоит из территорий различных типов, то значение σ для всей ЗАЗ определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{ЗАЗ}} = (1/S_{\text{ЗАЗ}}) \cdot \sum_{j=1}^K S_j \sigma_j = \sum_{j=1}^K \frac{S_j}{S_{\text{ЗАЗ}}} \sigma_j \quad (22)$$

где $S_{\text{ЗАЗ}}$ – общая площадь ЗАЗ;

j – номер части ЗАЗ, относящейся к одному из типов территорий, указанных в табл. ;

K – общее число типов территорий, попавших в ЗАЗ.

Таблица 6

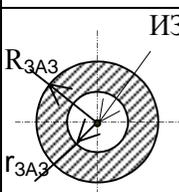
Значения показателя σ относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов

Тип загрязняемой территории	Значение σ
Курорты, санатории, заповедники, заказники	10
Пригородные зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы и товарищества	8
Населенные места с плотностью населения ρ , чел/га	$(0,1 \text{ га/чел})\rho$
Территории промышленных предприятий (включая защитные зоны) и промышленных узлов	4
Леса: 1-я группа 2-я группа 3-я группа	0,2 0,1 0,025
Пашни: южные зоны центральная часть, Сибирь прочие районы	0,25 0,15 0,1
Сады, виноградники	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

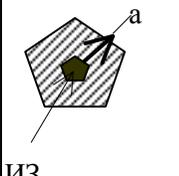
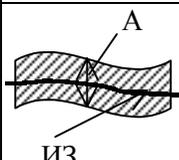
Форму и размеры зоны активного загрязнения для каждого источника, ущерб от выбросов которого подлежит оценке, можно определить с помощью табл. 7.

Таблица 7

Определение формы и площади ЗАЗ

Наименование источника загрязнения	Форма ЗАЗ	Эскиз	Расчетная формула для определения площади ЗАЗ	Обозначение	Примечание
Организованные источники	Кольцо		$r_{ЗАЗ} = 2 \varphi h$ $R_{ЗАЗ} = 20 \varphi h$	h – высота источника, м; φ – поправка на тепловой подъем факела выбросов	Трубы (ИЗ)

Продолжение табл. 7

Низкие неорганизованные источники	Территория внутри замкнутой кривой		$a = 1 \text{ км}$	a - расстояние от источника до контура ЗАЗ	Склады, вентиляторы окна промышленных зданий, карьеры, свалки и т.д.
Высокие неорганизованные источники	То же	То же	$a = 20 h$	h - высота источника, м	Терриконы
Автомобильные магистрали	Полоса		$a = 200 \text{ м}$	a - ширина полосы, м	Ось совпадает с центральной осью автомагистрали

Значение множителя f (поправки, учитывающей характер рассеивания примеси в атмосфере) определяется следующим образом:

- для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) принимается, что

$$f = f_{\Gamma} = \frac{100(m)}{100(m) + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4(m/c)}{1(m/c) + u} \quad (23)$$

где h – геометрическая высота устья источника по отношению к среднему уровню ЗАЗ, м;

u – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с; в тех случаях, когда значение u неизвестно, оно принимается равным 3 м/с.

φ - поправка на тепловой подъем факела выбросов.

Безразмерная поправка на тепловой подъем факела выбросов в атмосфере вычисляется по формуле:

$$\varphi = 1 + \Delta T / 75^{\circ}\text{C}, \quad (24)$$

где ΔT – среднегодовое значение разности температур в устье источника (трубы) и в окружающей атмосфере, $^{\circ}\text{C}$.

- для частиц со скоростью оседания 1÷20 см/с принимается, что

$$f = f_2 = \left[\frac{1000(M)}{60(M) + \varphi \cdot h} \right]^{1/2} \cdot \frac{4(M/c)}{1(M/c) + u} \quad (25)$$

- для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с, принимается, что независимо от значений h , φ , ΔT и u

$$f = f_3 = 10 \quad (26)$$

Если распределение годовой массы выброса частиц (пыли, золы, жидких аэрозолей и т.п.) по фракциям в зависимости от их скорости оседания неизвестно, то вплоть до разработки соответствующих отраслевых банков данных можно принимать, что при выбросе частиц после их прохождения через фильтры с фактическим эксплуатационным значением коэффициента очистки (улавливания) η при $\eta \geq 90\%$ имеет место равенство $f = f_1$;

$$\text{при } \eta = 70\div 90\% \quad f = f_2;$$

$$\text{при } \eta \leq 70\% \quad f = f_3.$$

При выбросе частиц одновременно с парами воды или других веществ, сопровождающемся быстрой конденсацией $f = f_3$.

При оценке ущерба от выбросов аэрозолей автотранспортными средствами $f = f_3$; в случае сжигания жидких и газообразных топлив, не сопровождающегося быстрой конденсацией частиц (отсутствует одновременный выброс паров и т.д.), используется формула $f = f_2$.

Если значения параметра f для различных типов примесей (газов и аэрозолей), выбрасываемых одним источником, оказались различными, то общая оценка ущерба равна:

$$Y = \gamma \cdot \sigma \cdot [f_1 \cdot M_1 + f_2 \cdot M_2 + f_3 \cdot M_3], \text{ руб/год} \quad (27)$$

При оценке ущерба от выброса примесей объемными источниками (терриконами и т.п.) при расчете параметра $f = f_1$ или $f = f_2$ по формулам (23÷25) в качестве h следует брать высоту центра тяжести источника (или центра области образования выбросов) относительно среднего уровня ЗАЗ.

Значения параметра f , вычисленные по формулам (23÷25) при значении $u=3$ м/с для некоторых значений h , φ и ΔT представлены в табл. 8.

Таблица 8

Значения функций f_1 (в числителе) и f_2 (в знаменателе) [9]

ΔT	φ	Высота, h, м										
		0	10	20	50	100	150	200	250	300	350	400
0	1,0	1,0	0,91	0,83	0,67	0,5	0,4	0,33	0,29	0,25	0,22	0,2
		4,08	3,78	3,54	3,02	2,5	2,18	1,96	1,8	1,67	1,55	1,47
25	1,33	1,0	0,88	0,79	0,6	0,43	0,33	0,27	0,23	0,2	0,18	0,16
		4,08	3,69	3,4	2,81	2,28	1,96	1,75	1,6	1,6	1,38	1,3
50	1,67	1,0	0,86	0,75	0,55	0,38	0,29	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13
		4,08	3,61	3,27	2,64	2,10	1,79	1,59	1,45	1,34	1,25	1,17
75	2,0	1,0	0,83	0,71	0,5	0,33	0,25	0,2	0,17	0,14	0,13	0,11
		4,08	3,54	3,16	2,5	1,96	1,67	1,47	1,34	1,23	1,15	1,08
100	2,33	1,0	0,81	0,68	0,46	0,3	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1
		4,08	3,46	3,06	2,38	1,85	1,57	1,38	1,25	1,15	1,07	1,01
125	2,67	1,0	0,79	0,65	0,43	0,27	0,2	0,16	0,13	0,11	0,1	0,09
		4,08	3,39	2,97	2,27	1,76	1,48	1,3	1,18	1,08	1,01	0,95
150	3,0	1,0	0,77	0,63	0,4	0,25	0,18	0,14	0,12	0,1	0,09	0,08
		4,08	3,33	2,89	2,18	1,67	1,4	1,23	1,11	1,02	0,95	0,89

Если $u \neq 3$ м/с, то приведенной в табл. значение f следует умножить на поправку w (табл. 9).

Таблица 9

Значения поправки w при некоторых значениях u [9]

U, м/с	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
W	2,00	1,60	1,33	1,00	0,89	0,80	0,73	0,67

Значение приведенной массы M годового выброса загрязнений в атмосферу из источника определяется по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i, \text{ усл.т/год} \quad (28)$$

где A_i - показатель относительной агрессивности примеси i -го вида, усл.т/т;

N - общее число вредных примесей, выбрасываемых источником в атмосферу;

m_i - общая масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год.

$$m_i = C_i Q, \text{ т/год} \quad (29)$$

где C_i - фактическая (средняя за год) концентрация i -го вещества, т/м³;

Q - объем годового выброса, м³/год.

Показатель относительной агрессивности A_i различных примесей, выбрасываемых в атмосферу определяется по формуле

$$A_i = a_i \alpha_i \delta_i \quad (30)$$

a_i – показатель относительной опасности присутствия примеси в воздухе, вдыхаемом человеком;

α_i – поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязнителей в компонентах окружающей среды и в цепях питания, а также поступления примеси в организм человека неингаляционным путем;

δ_i – поправка, учитывающая действие на различные реципиенты, помимо человека.

В ряде случаев в формулу (30) для определения A_i вводятся два дополнительных множителя: поправка λ_i на вероятность вторичного заброса примесей в атмосферу после их оседания на поверхностях (вводится для пылей) и поправка β_i на вероятность образования при участии исходных примесей, выброшенных в атмосферу, других (вторичных) загрязнителей, более опасных, чем исходные (вводится для легких углеводородов).

Показатель a_i и поправки α_i , δ_i , λ_i , β_i безразмерны; показателю A_i при его вычислении по формуле (30) присваивается размерность усл.т/т.

Численное значение показателя a_i определяется по формуле:

$$a_i = \left[\frac{ПДК_{\text{сут.СО}} \cdot ПДК_{\text{п.з.СО}}}{ПДК_{\text{сут.и}} \cdot ПДК_{\text{п.з.и}}} \right]^{1/2} = \left[\frac{60 \text{ мг}^2 / \text{м}^6}{ПДК_{\text{сут.и}} \cdot ПДК_{\text{п.з.и}}} \right]^{1/2} \quad (31)$$

При выполнении контрольной работы значения коэффициентов относительной экологической агрессивности примесей, загрязняющих атмосферу, а также значения поправок a_i , α_i , δ_i , λ_i , β_i для некоторых веществ можно принимать по табл. 10.

Результаты решения представить в табличной форме (форма 4).

Таблица 10

Значения показателя относительной агрессивности A_i для некоторых веществ, выбрасываемых в атмосферу [9]

Вещество	ПДК _{сут} мг/м ³	ПДК _{р.з.} мг/м ³	a_i	λ_i	α_i	β_i	δ_i	A_i , усл.т/т
Углерода оксид	3	20	1	1	1	1	1	1
Сернистый ангидрид	0,05	10	11	1	1	1	2	22
Сероводород	0,008	10	27,4	1	1	1	2	54,8
Серная кислота	0,1	1	24,5	1	1	1	2	49
Азота оксиды	0,04	2	27,4	1	1	1	1,5	41,1
Аммиак	0,04	20	8,7	1	1	1	1,2	10,4
Ацетон	0,35	200	0,93	1	1	5	1,2	5,55
Фенол	0,003	0,3	258	1	1	1	1,2	310
Ацетальдегид	0,01	5	34,6	1	1	1	1,2	41,6
3,4-безпирен	10^{-6}	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^5$	1	2	1	1	$12,6 \cdot 10^5$
Хлор	0,03	1	44,7	1	1	1	2	89,4
Сажа	0,05	4	17,3	1	2	1	1,2	41,5
Древесная пыль	0,15	6	8,16	1	2	1	1,2	19,6
Ванадия пятиокись (пыль)	0,002	0,5	245	1	5	1	1	1225
Неорганические соединения	Хром ⁶⁺	0,0015	0,01	2000	1	5	1	10^4
	Свинец	0,0003	0,01	4472	1	5	1	22400
	Ртуть	0,0003	0,01	4472	1	5	1	22400
	Марганец	0,001	0,03	1414	1	5	1	7070
	Кобальт	0,001	0,5	346	1	5	1	1730
	Никель	0,001	0,05	1095	1	5	1	5475
	Цинк	0,05	0,5	49	1	5	1	245
	Мышьяк	0,003	0,2	316	1	5	1	1581

Форма 4

Оценка ущерба от загрязнения воздуха

№ п/п	Наименование ингредиента	Концентрация мг/м ³		Масса годового сброса, т/год		A_i	Приведенная масса, усл.т/год	
		начальная	конечная	без очистки	после очистки		возможная	фактическая

5. Нормирование загрязнения окружающей среды

5.1. Расчет предельно допустимых сбросов (ПДС)

Расчет ПДС проводится для обеспечения установленных значений ПДК вредных веществ в водоемах трех категорий: хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения.

ПДС - предельно допустимый сброс, масса вещества, допустимая к сбросу в водоем с установившимся гидрологическим режимом в единицу времени, определяется по формуле:

$$\text{ПДС} = C_{\text{ПДС}} \cdot q_{\text{ст}}, \text{ г/ч} \quad (32)$$

Где $C_{\text{ПДС}}$ – концентрация предельно допустимого сброса, мг/л;
 $q_{\text{ст}}$ – средний расход сточных вод, м³/ч.

ПДС определяется для каждого вещества отдельно.

Концентрация предельно допустимого сброса зависит от типа вещества, наличия этого вещества в воде водоема и ПДК этого вещества для водоема рыбохозяйственного назначения, а также от условий перемешивания сточных вод с водой водоема.

Концентрации предельно допустимого сброса определяются по формуле:

$$C_{\text{ПДС}} = \gamma Q/q (C_{\text{ПДК}i} - C_{\text{Р}i}) + C_{\text{ПДК}i}, \quad (33)$$

Где γ - коэффициент смешения сточных вод с водой водоема на расстоянии по фарватеру L_{ϕ} от места выпуска сточных вод до расчетного пункта ближайшего водопользования;

Q – расход воды в водоеме в створе выпуска сточных вод в год 95% обеспеченности, м³/с;

q - расход сточных вод, м³/с;

$C_{\text{ПДК}i}$ - предельно допустимая концентрация загрязнений в воде водоема, мг/л;

$C_{\text{Р}i}$ – фактическая концентрация загрязнений в воде водоема до выпуска сточных вод, мг/л;

При определенном соотношении расходов воды в водоеме и сточных вод коэффициент смешения можно определить по методу В.А.Фролова-А.И.Родзиллера по формуле:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L\phi}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L\phi}}} \quad (34)$$

где e – основание натурального логарифма;
 α - коэффициент, учитывающий влияние гидравлических факто-

ров:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

(35)

φ - коэффициент извилистости русла реки (отношение расстояния по фарватеру от створа выпуска до контрольного створа к расстоянию между створами по прямой);

ξ - коэффициент, зависящий от места и типа выпуска сточных вод, равный для берегового выпуска – 1,0, для выпуска в фарватер – 1,5, для рассеивающего выпуска – 3,0;

E – коэффициент турбулентной диффузии, для равнинных рек может быть определен по формуле М.В.Потапова:

$$E = (V_{\text{ср}} H_{\text{ср}}) / 200 \quad (36)$$

Где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения воды в реке, м/с;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина водоема, м.

При определении концентрации $C_{\text{ПДС}}$, следует учитывать, что при сбросе в водоемы нескольких веществ с одинаковыми лимитирующими показателями вредности (ЛПВ) необходимо учитывать эффект суммации вредного воздействия по формуле Черкинского С.Н. []:

$$\sum_{i=1}^n C_{\text{ПДС}i} / \text{ПДК}_i \leq 1, \quad (37)$$

где $C_{\text{ПДС}i}$ – фактические концентрации загрязнений одного лимитирующего показателя вредности, мг/л;

ПДК_i – предельно допустимые концентрации загрязнений, мг/л.

Если фактические концентрации загрязнений в сточных водах предприятий настолько высоки, что не удовлетворяют данному условию, предприятие планирует уменьшение концентрации этих веществ путем локальной очистки или совершенствования существующей технологии очистки с наименьшими затратами и в наиболее короткие сроки.

5.2. Расчет предельно допустимых выбросов (ПДВ)

Для регулирования выбросов вредных веществ в атмосферу используются индивидуальные для каждого вещества и предприятия нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые учитывают количество источников, высоту расположения их, распределение выбросов во времени и пространстве и другие факторы (ГОСТ 17.2.3.02-78).

ПДВ – предельное количество вредного вещества, разрешаемое к выбросу от данного источника, которое не создает приземную концентрацию, опасную для людей, животного и растительного мира.

Значения ПДВ для продуктов сгорания рассчитываются по формулам:

- для нагретого выброса

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \frac{H^2 \cdot \sqrt[3]{\Delta T \cdot V_1}}{AFmn} \quad (38)$$

- для холодного выброса

$$\text{ПДВ} = 8\text{ПДК} \frac{H^2 \cdot \sqrt[3]{H \cdot V_1}}{A_1FnD} \quad (39)$$

- для нескольких источников выброса

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \frac{H^2 \cdot \sqrt[3]{\Delta T \cdot V_c}}{AFmn} \quad (40)$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (41)$$

Где Н – высота источника выброса над земной поверхностью, м;

V_1 – объемный расход газовой смеси, $\text{м}^3/\text{с}$;

ΔT – разность температур выбрасываемых газов и воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

А – коэффициент распределения температуры воздуха, $\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг}^{\circ}\text{C}^{1/3}/\text{г}$;

F – коэффициент скорости оседания вредных веществ в воздухе;

m и n – коэффициенты условий выхода газовой смеси из устья источника;

A_1 – коэффициент, $\text{мг} \cdot \text{м}^{1/3}/\text{г}$;

D – диаметр устья источника, м;

V_c – суммарный объем газовой смеси, $\text{м}^3/\text{с}$;

V_1, V_2, \dots, V_n – объем газа, выбрасываемый каждым источником, $\text{м}^3/\text{с}$.

Методика расчета ПДВ изложена в СН 369-74. При совместном присутствии в воздухе нескольких веществ, обладающих эф-

фактом суммации вредного воздействия (табл.11), их суммарная концентрация должна удовлетворять условию (37).

Таблица 11

Вещества, обладающие эффектом суммации (из СН 245-71)

Наименование веществ	Ацетон	Фенол	Озон	Диоксид азота	Формальдегид	Сернистый газ	Сероводород	Метанол	Этанол	Циклогексан	Ацетофенон	Бензол	Аммиак
Ацетон		+									+		
Фенол	+										+		
Озон				+	+								
Диоксид азота			+		+	+							+
Формальдегид			+	+									
Сернистый газ		+		+			+						
Сероводород						+							
Метанол									+				
Этанол								+					
Циклогексан											+	+	
Ацетофенон	+	+										+	
Бензол										+			
Аммиак				+									

6. Расчет платежей за сброс загрязнений в окружающую среду

Законодательством России (постановление правительства РФ № 632 от 28 августа 1992 г.) установлены три норматива платы за сброс загрязнений в окружающую природную среду:

- в пределах допустимых объемов (ПДС, ПДВ);
- в пределах установленных лимитов (ВСС, ВСВ);
- сверх максимально допустимого объема выбросов.

Размер второго норматива в 5 раз выше первого, а третьего – в 5 раз выше второго.

Постановлением правительства РФ № 552 от 5 августа 1992 г. установлены следующие источники платежей за загрязнение окружающей природной среды:

- платежи за загрязнения в пределах допустимых нормативов осуществляются за счет себестоимости продукции;
- платежи за загрязнения сверх допустимых нормативов осуществляются за счет прибыли предприятия.

Размер платежей предприятия за загрязнение окружающей среды может уменьшаться на величину расходов по разработке и внедрению природоохранных мероприятий. Перечень таких мероприятий устанавливается территориальным органом Минприроды РФ на основании международных соглашений по охране природы и региональных экологических программ. Не подлежат зачету текущие затраты на газопылеулавливающие установки, дымососы, газоотводы и т.п., являющиеся элементами технологических процессов.

Плата природопользователей за допустимые (не превышающие НДС или НДС) загрязнения природной среды вычисляется по формуле:

$$Пн = \sum_{i=1}^N C_{нi} M_i, \text{ руб/год} \quad \text{при } M_i \leq M_{нi} \quad (42)$$

где i – вид загрязняющего вещества;

N - число ингредиентов;

$C_{нi}$ – ставка платы за сброс 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов сбросов (выбросов), руб/т;

M_i – фактический сброс i -го загрязняющего вещества, т/год;

$M_{нi}$ - масса предельно допустимого сброса i -го загрязнения, т/год.

$$C_{нi} = H_{Б\ нi} \cdot Kэ \quad (43)$$

$H_{Б\ нi}$ – базовый норматив платы за сброс 1 т i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы, руб/т, можно принимать по табл.12 или 13.

$Kэ$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости объекта (водного (табл.15) или атмосферы (табл.13) в данном регионе).

Плата за превышение НДС в пределах установленных лимитов ВСС или ВСВ устанавливается из формулы:

$$(44) \quad \text{Пл} = \sum_{i=1}^N \text{Сл}_i * (M_i - M_{нi}) \text{руб/год},$$

при $M_{нi} < M_i \leq M_{лi}$

где Сл_i - ставка платы за сброс 1 т i-го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб/т;

$$\text{Сл}_i = N_{блi} * Kэ \quad (45)$$

$N_{блi}$ – базовый норматив платы за сброс 1 т i-го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб/т;

$M_{лi}$ – сброс в пределах установленного лимита, т/год.

Плата за сверхлимитный сброс (превышение ВСС или ВСВ) определяется по формуле:

$$(46) \quad \text{Псл} = 5 \sum_{i=1}^N \text{Сл}_i * (M_i - M_{лi}) \text{руб/год},$$

при $M_i > M_{лi}$

Общий размер платы природопользователей за загрязнение:

$$\text{П} = \text{Пн} + \text{Пл} + \text{Псл} \quad (47)$$

Результаты расчетов представить в виде табл. (форма 5).

Форма 5

Расчет платежей за сброс загрязнений в водные объекты

Компонент	Концентрация, мг/л			Масса, т/год				Платеж, руб/год		
	фактическая C_i	нормативная $C_{пдсi}$	лимитная $C_{ли}$	фактическая M_i	Нормативная $M_{нi}$	лимитная $M_{лi}$	сверхлимитная	нормативный $Пн$	лимитный $Пл$	сверхлимитный $Псл$

Таблица 12

Базовые нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты

Наименование загрязняющих вредных веществ	Норматив платы за сброс 1 т загрязняющих веществ, руб/т	
	В пределах допустимых нормативов сбросов	В пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов)
Взвешенные вещества	2950	14750
Нефть и нефтепродукты	44350	221750
ПАВ	4435	22175
Ртуть (Hg ²⁺)	221750000	1108750000

Таблица 13

Базовые нормативы платы за выброс в атмосферу загрязнений от стационарных и передвижных источников

Наименование загрязняющих вредных веществ	Норматив платы за выброс 1 т загрязняющих вредных веществ, руб/т	
	В пределах допустимых нормативов выбросов	В пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов выбросов)
Азота диоксид	415	2075
Ангидрид сернистый	330	1650
Углерода оксид	5	25
Пыль древесная	110	550

Таблица 14

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния воздуха и почвы территорий

Экономические районы Российской Федерации	Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости	
	атмосферного воздуха	почвы
Северный	1,4	1,4
Северо-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
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2,0	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1,0	1,1

Таблица 15

**Коэффициенты экологической ситуации и экологической
значимости состояния водных объектов**

Бассейны морей и основных рек	Значение коэффициента
Бассейн Балтийского моря, р. Нева	1,04-1,91
Бассейн Каспийского моря, р. Волга, Урал	1,06-1,42
Бассейн Тихого и С.Ледовитого океанов, р. Амур	1,00-1,70
Бассейн Черного моря, р. Днепр	1,04-1,55
Бассейн Азовского моря, р. Дон	1,06-1,85
Бассейн Белого и Баренцева морей, р. С.Двина	

7. Разработка плана природоохранных мероприятий

При разработке плана природоохранных мероприятий можно руководствоваться примерным перечнем мероприятий [14].

7.1. Примерный перечень мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов

- Строительство сооружений для очистки сточных вод предприятий;
- Внедрение систем оборотного и бессточного водоснабжения;
- Осуществление мероприятий для повторного использования сбросных и дренажных вод, улучшения их качества;
- Реконструкция или ликвидация накопителей отходов;
- Создание и внедрение автоматических систем контроля за составом и объемом сброса сточных вод.

7.2. Примерный перечень мероприятий по охране воздушного бассейна

- Установка газопылеулавливающих устройств, предназначенных для улавливания и обезвреживания вредных веществ из газов, отходящих от технологических агрегатов и из вентиляционного воздуха перед выбросом в атмосферу;
- Создание и внедрение автоматических систем контроля за составом и объемом выбросов, оснащение стационарных источников выброса вредных веществ приборами контроля, строительство, приобретение и оснащение лабораторий по контролю за загрязнением атмосферного воздуха;

- Установка устройств по дожигу и другим методам доочистки хвостовых газов перед непосредственным выбросом в атмосферу;
- Оснащение установками для утилизации веществ из отходящих газов;
- Приобретение, изготовление и замена топливной аппаратуры при переводе на сжигание других видов топлива или улучшение режимов сжигания топлива;
- Устройство санитарно-защитных зон. Озеленение территории санитарно-защитных зон предприятия.

8. Оценка экономической эффективности природоохранных мероприятий

Расчет экономического эффекта природоохранных мероприятий основывается на сопоставлении затрат на их осуществление с народнохозяйственным экономическим результатом, достигнутым благодаря этим мероприятиям [9]. Этот результат выражается величиной ликвидированного (или предотвращенного) экономического ущерба от нарушения или потерь ресурса.

Превышение народнохозяйственного экономического результата над затратами на его достижение свидетельствует об экономической эффективности природоохранного мероприятия. Разность между результатом и затратами характеризует экономический эффект, по величине которого выбирают наилучший вариант. Приведенные затраты на осуществление природоохранного мероприятия можно определить по формуле:

$$ПЗ = C + E_n K, \text{ руб/год} \quad (48)$$

Где C – эксплуатационные расходы, руб/год;

K – капитальные вложения, руб;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, величина обратная сроку окупаемости, 1/год.

Если $ПЗ < Y_{\text{предот}}$, то можно сделать вывод о том, что мероприятие экономически выгодно. Для экономически выгодных мероприятий оценивается эффективность капитальных вложений:

$$E = (Y_{\text{предот}} - C) / K \quad (49)$$

Если $E > E_n$, то можно сделать вывод о том, что мероприятие не только экономически выгодно, но и экономически эффективно.

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{\text{окуп}} = 1/ E, \text{ год.} \quad (50)$$

9. Зоны санитарной охраны (ЗСО)

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности и охраны всех водопроводных сооружений от нарушений, которые могут вредно отразиться на качестве и количестве подаваемой населению воды, для всех проектируемых и реконструируемых водопроводов хозяйственно-питьевого назначения должны предусматриваться зоны санитарной охраны [5,10].

9.1. Границы зон санитарной охраны источников водоснабжения

Зона источника водоснабжения в месте расположения водозаборных сооружений состоит из трех поясов: первого – строгого режима, второго и третьего – режимов ограничения хозяйственной деятельности.

9.1.1. Поверхностные источники водоснабжения

Границы первого пояса ЗСО для поверхностных источников водоснабжения устанавливаются на расстоянии от водозабора для рек и каналов по табл. 16, для озер и водохранилищ в соответствии с данными табл. 17.

Таблица 16

Границы первого пояса ЗСО для рек и каналов

Направление от водозабора	Расстояние, м	Примечание
Вверх по течению	≥ 200	
Вниз по течению	≥ 100	
По прилегающему берегу	≥ 100	От уреза воды при летне-осенней межени
К противоположному берегу		От уреза воды при летне-осенней межени
- при ширине водотока ≤ 100 м	Вся акватория + противоположный берег 50м	
- при ширине водотока ≥ 100 м	Полоса акватории ≥ 100	

На водозаборах ковшового типа	Вся акватория ковша и территория вокруг него - ≥ 100	
-------------------------------	--	--

Таблица 17

Границы первого пояса ЗСО для водохранилищ и озер

Направление от водозабора	Расстояние, м	Примечание
По акватории	≥ 100	Во всех направлениях
По прилегающему берегу	≥ 100	От уреза воды при нормальном подпорном уровне в водохранилище и летне-осенней межени в озере

Границы второго пояса ЗСО для рек и каналов устанавливаются следующим образом:

- вверх по течению (включая притоки) – исходя из усредненной по длине и ширине водотока скорости течения воды и времени ее протекания от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды летне-осенней межени 95% обеспеченности: не менее 5 суток – для I (А,Б,В,Г) климатического района и II (А) климатического подрайона и не менее 3 суток – для остальных климатических районов;
- вниз по течению – не менее 250 м;
- боковые границы – на расстоянии от уреза воды летне-осенней межени: при равнинном рельефе – 500 м, при гористом рельефе – до вершины первого склона, обращенного в сторону водотока, но не более 750 м при пологом склоне и 1000 м при крутом склоне.

Границы второго пояса ЗСО для озер и водохранилищ устанавливаются:

- по акватории во всех направлениях на расстоянии 3 км – при количестве ветров в сторону водозабора до 10 % и 5 км – при количестве ветров более 10 %;
- боковые границы – аналогичны указанным расстояниям для водотоков.

Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения:

- вверх по течению или во все стороны по акватории водоема совпадают с границами второго пояса;
- боковые границы – по водоразделу, но не более 3÷5 км от водотока или водоема.

9.1.2. Подземные источники водоснабжения

Границы первого пояса зоны подземного водоисточника устанавливаются от одиночного водозабора или от крайних водозаборных сооружений группового водозабора на расстояниях, приведенных в табл. 18.

Границы второго пояса ЗСО устанавливаются в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора от 100 до 400 суток.

Таблица 18

Размеры первого пояса ЗСО для подземных источников

Типы подземных водозаборов	Расстояние, м	Примечание
Использование защищенных подземных вод	30	Межпластовые подземные воды
Использование недостаточно защищенных подземных вод	50	Грунтовые воды
Инфильтрационные	≥ 150	От поверхностного источника
Подрусловые	Аналогично зоне первого пояса поверхностного источника водоснабжения	
С искусственным пополнением запаса подземных вод	50	От инфильтрационных сооружений закрытого типа
	100	От инфильтрационных сооружений открытого типа

Границы третьего пояса ЗСО определяются временем продвижения химического загрязнения воды до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

При инфильтрационном питании водоносного пласта размеры второго и третьего поясов ЗСО следует принимать аналогично границам для поверхностного источника водоснабжения.

9.2. Границы зон санитарной охраны водопроводных сооружений

Зона санитарной охраны водопроводных сооружений должна состоять из границ первого пояса и санитарно защитной полосы вокруг него.

Граница первого пояса ЗСО территории водопроводных сооружений совпадает с ограждением площадки и должна быть на расстоянии:

- от резервуаров чистой воды, фильтров, контактных осветлителей ≥ 30 м;
- от стен сооружений и стволов водонапорных башен – ≥ 15 м.

Санитарно-защитная полоса вокруг ограждения водопроводных сооружений, расположенных за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения, должна иметь ширину ≥ 100 м.

9.3. Границы зон санитарной охраны водоводов

Зону санитарной охраны водоводов надлежит предусматривать в виде полосы, шириной в обе стороны от крайних линий водоводов в соответствии с табл.19.

Таблица 19

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов при их прокладке по незастроенной территории

Наличие грунтовых вод	Диаметр водовода, мм	
	≤ 1000	> 1000
Сухие грунты	≥ 10	≥ 20
Мокрые грунты	≥ 50	≥ 50

При прокладке водоводов по застроенной территории в соответствии с п.10.20 СНИП [5] ширину полосы зоны санитарной охраны по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается уменьшать.

9.4. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) канализационных сооружений

Канализационные очистные сооружения производительностью до 280 тыс.м³/сут должны быть удалены от населенных пунктов на расстояния, указанные в табл.20, при большей производительности размеры С33 устанавливаются по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы [8].

9.5. Водоохранные зоны

Для охраны поверхностных вод от загрязнения, засорения и истощения (предотвращения ухудшения качества воды, уменьшения рыбных запасов, ухудшения условий водоснабжения и других неблагоприятных явлений) устанавливаются водоохранные зоны.

Для рек ширина водоохранной зоны зависит от длины реки от истока до рассматриваемого участка, для озер и водохранилищ - от площади акватории (табл. 21). В водоохранной зоне запрещается опыление ядохимикатами для борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, размещение складов для хранения ядохимикатов и минеральных удобрений, животноводческих комплексов, ферм, мест захоронений, строительство новых и расширение действующих промышленных предприятий.

Таблица 20

Санитарно-защитные зоны канализационных сооружений

Наименование Сооружений	Размеры С33, м, при производительности канализационных очистных сооружений, тыс.м ³ /сут			
	≤ 0,2	0,2 ÷ 0,5	5 ÷ 50	50 ÷ 280
Сооружения механической и биологической очистки с иловыми площадками для сброженных осадков, а также отдельно расположенные иловые площадки	150	200	400	500
Сооружения механической и биологической очистки с термомеханической обработкой в закрытых помещениях	100	150	300	400
Поля фильтрации	200	300	500	1000
Поля орошения	150	200	400	1000
Биологические пруды	200	200	-	-

Сооружения с циркуляционными окислительными каналами	150	-	-	-
Насосные станции	15	20	20	30

Таблица 21

Минимальная ширина водоохранных зон, м

Водный объект	Расстояние от истока реки, км						Площадь акватории, км ²	
	0÷10	10÷50	50÷100	100÷200	200÷500	≥500	≤ 2	≥ 2
Реки	50	100	200	300	400	500		
Озера, водохранилища							300	500

В пределах водоохранной зоны выделяют прибрежную зону – территорию, прилегающую к акватории водных объектов, на которых устанавливают специальный режим для предотвращения загрязнения, засорения и истощения (ГОСТ 17.1.1-77). Размеры прибрежных полос зависят от характеристики прилегающих угодий, крутизны склонов (табл.22).

Таблица 22

Ширина прибрежных защитных полос

Виды угодий, прилегающих к реке, озеру, водохранилищу	Ширина прибрежной полосы, м, при крутизне прилегающих склонов		
	≤ 0°	0 ÷ 3°	≥ 3°
Пашни	15 ÷ 30	35 ÷ 55	55 ÷ 100
Луга и сенокосы	15 ÷ 25	25 ÷ 35	35 ÷ 50
Лес, кустарник	35	35 ÷ 50	55 ÷ 100

9.6. Санитарно-защитные зоны предприятия

Промышленное предприятие, выделяющее производственные вредности, необходимо располагать с подветренной стороны по отношению к жилой застройке.

Санитарно-защитной зона (территория между производственными помещениями, складами, установками, выделяющими производственные вредности, и жилыми зданиями) устанавливается

в зависимости от класса предприятия по санитарной классификации: I класс – 1000, II – 500, III – 300, IV – 100, V – 50 м.

Территория санитарно-защитной зоны (СЗЗ) должна быть благоустроена и озеленена. Со стороны селитебной территории следует предусматривать полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной 20-50 м. При соответствующих технико-экономических и гигиенических обоснованиях размеры СЗЗ предприятий могут быть увеличены, но не более чем в 3 раза, например: при отсутствии способов очистки выбросов; при строительстве новых еще недостаточно изученных вредных в санитарном отношении производств; при невозможности снизить поступающие в окружающую среду шум, вибрацию, электромагнитные волны и другие вредные факторы до нормативных пределов [8].

Варианты исходных данных для решения задач

Задание 1. Определить прогнозное количество больных в населенном пункте из-за загрязнения атмосферы

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Плотность населения, чел/га	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
Среднегодовая концентрация, мг/м ³ : пыли	10	12	14	15	11	9	8	7	6	13
CO	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SO ₂	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4
NO ₂	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

Задание 2. Оценить экологический риск от строительства предприятия

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Площадь ландшафтных повреждений S _п , га	90	95	100	105	110	105	100	95	90	85
Глубина ландшафтных повреждений, м	1,5	2,0	1,6	1,7	2,5	1,8	1,9	2,1	2,2	1,4
Площадь территорий, подверженных энергетическому загрязнению S _э , га	100	105	110	115	120	115	110	105	100	95

Превышение ПДУ, %	3	4	5	6	5	4	3	4	5	10
Среднемесячное количество не утилизируемых отходов производства M_0 , т	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Класс опасности отходов	2	3	4	3	4	3	4	3	4	2
Среднемесячный объем возвратной воды V_B загрязненность которой превышает ПДК m^3	1300	1200	1100	1000	1500	2000	3000	4000	5000	1500
Среднемесячная масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу A_B , т	200	120	130	140	150	160	170	180	190	110

Задание 3. Определить возможный, фактический и предотвращенный экономический экологический ущерб от загрязнения водного объекта сбросами предприятия. Количество рабочих дней в году – 264; среднесуточный расход сточных вод определить из данных к задаче 2; концентрации загрязняющих веществ в сточных водах принять в соответствии с вариантом по таблице.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Взвешенные вещества	900	450	500	600	700	350	400	550	650	750
Нефтепродукты	20	15	14	15	11	30	25	17	16	23
СПАВ	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Задание 4. Оценить возможный, фактический и предотвращенный экономический экологический ущерб от загрязнения воздуха выбросами предприятия.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость оседания частиц, см/с	11	12	13	14	5	6	12	15	10	3
Температура выбросов $^{\circ}C$	100	120	140	150	110	190	180	170	160	130
Скорость ветра, м/с	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4
Высота трубы, м	100	90	80	70	60	50	40	30	50	80
Температура воздуха, $^{\circ}C$	9	10	12	13	14	13	12	20	16	17

Задание 5. Рассчитать ПДС при следующих характеристиках водного объекта. Расстояние от места выпуска стоков до контрольного

створа по прямой 500 м, по фарватеру 600 м. Концентрации загрязнений в стоках и объемы сточных вод те же, что и в задачах 2,3. Водоем рыбохозяйственного назначения.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Водный объект	Волга		Днепр		Нева		Иртыш		Урал	
Расход в реке $Q_{95\%}, \text{м}^3/\text{с}$	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
Средняя скорость движения воды в реке, м/с	4	2	4	5	3	2	3	4	5	3
Средняя глубина, м	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3
Взвешенные вещества	15	25	5	6	7	8	4	5	6	8
Нефтепродукты	0,2	0,1	0,05	0,06	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,06
СПАВ	1	2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4

Задание 6. Рассчитать ПДВ для одиночного нагретого выброса при следующих данных. Остальные значения принимаются по условиям к задачам 1 и 2.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коэффициент распределения температуры воздуха										
Диаметр устья источника										
Коэффициент скорости оседания вредных веществ в воздухе										
Коэффициенты условий выхода газовой смеси из устья источника										

Задание 7. Рассчитать платежи за природопользование.

Задание 8. Разработать план природоохранных мероприятий.

Задание 9. Оценить эффективность природоохранных мероприятий.

Задание 10. На ситуационном плане населенного пункта и промышленного объекта показать водоохранные зоны, санитарно-защитные зоны и зоны активного загрязнения.

Литература

1. Беляева Н.Б., Слободина Н.Д. Экономика природопользования. – Л.: ЛФЭИ, 1989. – 34 с
2. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. - Киев: Наукова думка, 1979. – С.158.
3. Онищенко В.Я. Определение экологического риска хозяйственной деятельности //Машиностроитель.- 1996. - №11. - С. 65-67.
4. Соколов Л.И., Медиоланская М.М. Охрана окружающей среды: Метод.указания к выполнению контрольных заданий. - Вологда: ВоПИ, 1993. – 39 с.
5. Строительные нормы и правила:СНиП 2.04.02-84.Водоснабжение: Наружные сети и сооружения.-Введ.01.01.85.-М.:Стройиздат,1985.- 136с.
6. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. - Введ. 01.01.84. - М.: Изд - во стандартов, 1983. - 8 с.
7. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 112 с.
8. Соколов Л.И., Зотикова Д.И., Дубский Н.Н. Пособие по выбору площадок (трасс) под новое строительство (реконструкцию) объектов и сооружений. – Вологда: ВоПИ, 1996. – 56 с.
9. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.- М.: АН, 1986.- 124 с.
10. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.027-95. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1995. – 28 с.
11. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы.- М.:Стройиздат, 1977.- 224 с.
12. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасов Т.П. Экономические основы экологии.–СПб.: Специальная литература, 1995.-280 с.
13. Рекомендации по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов. Часть 2. Водоснабжение/ЦНИИЭП инженерного оборудования.-М.:Стройиздат,1984.-80с.
14. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, 1993. –36 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Задание	4
1. Анализ исходных данных	7
2. Прогноз уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды	8
3. Оценка экологического риска	10
4. Определение экологического ущерба народному хозяйству от загрязнения окружающей среды	13
4.1 Определение ущерба от загрязнения водоемов	16
4.2 Определение ущерба от загрязнения атмосферы	18
5. Нормирование загрязнения окружающей среды	25
5.1 Расчет предельно допустимых сбросов (ПДС)	25
5.2 Расчет предельно допустимых выбросов (ПДВ)	26
6. Расчет платежей за сброс загрязнений в окружающую среду	28
7. Разработка плана природоохранных мероприятий	32
8. Оценка экономической эффективности природоохранных мероприятий	33
9. Зоны санитарной охраны	33
9.1 Границы зон санитарной охраны источников водоснабжения	34
9.2 Границы зон санитарной охраны водопроводных сооружений	36
9.3 Границы зон санитарной охраны водоводов	37
9.4 Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) канализационных сооружений	37
9.5 Водоохранные зоны	37
9.4 Санитарно-защитные зоны предприятий	39
Варианты исходных данных для решения задач	40
Литература	43
Оглавление	44