

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

# ЭКОЛОГИЯ

*Методические указания  
по выполнению курсового проекта*

*Составители: О.Н. Заломнова, доц.  
Г. В. Лукашина, доц.*

Москва 2009

Методические указания разработаны для выполнения курсового проекта по учебной дисциплине «Экология» для студентов всех специальностей. Курсовой проект выполняется студентами дистанционного обучения согласно учебным планам по курсу «Экология». Данные методические указания состоят из двух частей. В первой части (задача № 1) представлена методика расчета приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от организованного высокого источника выбросов; во второй части (задача № 2) – методика определения предотвращенного экологического ущерба природным ресурсам (водным, атмосфере, почве).

Рецензент: Е.А. Резчиков,  
к.т.н., проф. кафедры  
«Безопасность жизнедеятельности  
и промышленная экология», МГИУ

Утверждены на заседании  
кафедры «БЖД и ПЭ»  
Протокол № 11-12/08 от 02.12.2008 г.

Редактор *Т.И. Мазуркевич*  
Компьютерная верстка: *В.В. Кулик*

Подписано в печать 11.03.09  
Формат бумаги 60×84/16. Изд. № 19/09-м  
Усл. печ. л. 3,75. Уч.-изд. л. 4,0. Тираж 500. Заказ № 44  
Издательство МГИУ, 115280, Москва, Автозаводская, 16  
[www.izdat.msiu.ru](http://www.izdat.msiu.ru); e-mail: [izdat@msiu.ru](mailto:izdat@msiu.ru); тел. (495) 677-23-15

Отпечатано в типографии издательства МГИУ

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	6
1.1. Основные источники образования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу .....	6
1.2. Нормирование качества атмосферного воздуха.....	10
1.3. Определение предотвращенного экологического ущерба .....	12
1.4. Цель курсового проекта и общие требования к его оформлению .....	14
1.5. Структура и порядок выполнения курсового проекта.....	15
2. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ .....	17
2.1. Расчет загрязнения атмосферы от организованного высокого источника выбросов (плавильный агрегат литейного производства).....	17
2.1.2. Определение максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ .....	18
2.1.3. Определение ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу .....	21
2.1.4. Определение размеров санитарно-защитной зоны .....	22
2.1.5. Определение категории опасности предприятия.....	27
2.2. Определение величины предотвращенного экологического ущерба .....	28
2.2.1. Расчет предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водной среды .....	28
2.2.2. Атмосферный воздух Расчет предотвращенного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха .....	33
2.2.3. Земельные ресурсы Расчет величины предотвращенного ущерба в результате природоохранной деятельности от ухудшения и разрушения почв и земель.....	35
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	39
3.1. Выводы по расчетам (раздел 2.1) .....	39
3.2. Выводы по расчетам (раздел 2.2) .....	39
Список литературы.....	41
Приложения 1–5.....	42

## ВВЕДЕНИЕ

Атмосфера состоит из смеси газов и всегда содержит определенное количество примесей, поступающих от естественных и антропогенных источников. К числу примесей, выделяемых естественными источниками, относятся: пыль (растительного, вулканического, космического происхождения, возникающая при эрозии почвы), туманы, дымы и газы от лесных и степных пожаров и т.д.

Катастрофические явления, связанные с извержением вулканов, лесными пожарами, пыльными бурями и т.п., приводят к возникновению светозащитного экрана вокруг Земли, который несколько изменяет тепловой баланс планеты. В целом эти явления имеют заметный, но локальный эффект в отношении загрязнения атмосферы. И совсем незначительный местный характер носит загрязнение атмосферного воздуха, связанное с выветриванием и разложением органических веществ.

Источниками антропогенных выбросов, загрязняющих атмосферу, являются главным образом выбросы промышленных предприятий и автотранспорта, которые отличаются многообразием и многочисленностью. Антропогенные источники содержат большое количество токсичных веществ.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферный воздух от техногенных источников, являются газы: монооксид углерода ( $CO$ ), диоксид серы ( $SO_2$ ), оксиды азота ( $NO_x$ ), углеводороды ( $C_m H_n$ ) и аэрозоли – взвеси твердых и жидких частиц.

Основные потребители воздуха в природе – флора и фауна Земли. Подсчитано, что весь воздушный океан проходит через земные живые организмы, включая человека, примерно за 10 лет. Воздух необходим всему живому на Земле. Без пищи человек может прожить 5 недель, без воды – 5 дней, без воздуха – 5 минут. Нормальная жизнедеятельность людей требует не только наличия воздуха, но и определенной его чистоты.

Загрязнение атмосферного воздуха таит в себе угрозу не только здоровью людей, но и наносит большой экономический

ущерб. Наличие в воздухе соединений серы и азота ускоряет процессы коррозии металлов, разрушение зданий, сооружений, памятников культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20 раз, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Определение экономического ущерба основано на стоимостном выражении потерь качества среды и экологических поражений. Учет ущерба необходим при проектировании промышленных предприятий, оценки эффективности средозащитных мер, а также при экономическом планировании.

Для определения величины ущерба применяются два подхода:

- метод прямого счета;
- метод обобщающих косвенных оценок.

Определение суммарного экономического ущерба методом прямого счета требует большого объема разнообразной информации и применения громоздких алгоритмов. Поэтому чаще применяется более простой, хотя и менее точный метод обобщенных косвенных оценок, рассмотренный в данных методических указаниях.

В экономически развитых зарубежных странах оценки экономического ущерба от загрязнения среды колеблются в пределах 2–6% валового национального продукта (ВНП). Согласно оценкам экспертов ООН, общий экономический ущерб от различных воздействий мирового хозяйства на природные системы, изменения климата, окружающую среду и здоровье людей составил за последние пять лет около 1 трлн. долларов США, т.е. 4% от мирового валового внутреннего продукта (ВВП). Аналогичная оценка для России составляет около 24 млрд. долларов США, что соответствует 9% ВНП.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

## 1.1. Основные источники образования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

**Загрязняющее вещество** – примесь в атмосферном воздухе, оказывающая при определенных концентрациях неблагоприятное воздействие на здоровье человека, объекты растительного и животного мира и другие компоненты окружающей природной среды или наносящая ущерб материальным ценностям.

Выбросы характеризуются по четырем признакам: по агрегатному состоянию, химическому составу, размеру частиц и массовому расходу выброшенного вещества.

По агрегатному состоянию все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на твердые, жидкие и газообразные, причем последние составляют около 90% от общей массы выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ.

Источники выбросов промышленных предприятий бывают *стационарными*, когда координата источника выброса не изменяется во времени, и *передвижными* (нестационарными), например, автотранспорт.

Источники выбросов в атмосферу подразделяют на: точечные, линейные и площадные.

*Точечные* источники – это загрязнения, сосредоточенные в одном месте, например, дымовые трубы, вентиляционные шахты и т.д.

*Линейные* источники имеют значительную протяженность, например, автотрассы.

При *площадных* источниках удаляемые загрязнения рассредоточены по плоскости промышленной площадки предприятия (например, автостоянки).

Источники выбросов подразделяются также на организованные и неорганизованные. Из *организованного источника* загрязняющие вещества поступают в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы.

В зависимости от высоты ( $H$ ) устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности источники выбросов делятся на четыре класса:

- высокие источники ( $H \geq 50$  м);
- источники средней высоты ( $H = 10 \dots 50$  м);
- низкие источники ( $H = 2 \dots 10$  м);
- наземные источники ( $H \leq 2$  м).

*Неорганизованный источник* образуется в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу пыли и газов, в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта. К неорганизованным источникам относят автостоянки, склады горюче-смазочных или сыпучих материалов и другие площадные источники.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферный воздух от техногенных источников, являются: оксид углерода ( $CO$ ), диоксид серы ( $SO_2$ ), оксиды азота ( $NO_x$ ), углеводороды ( $C_m H_n$ ), пыль.

Большая часть загрязнителей, выделяемых промышленностью и транспортом, концентрируется в приземном слое атмосферы до высоты в несколько сот метров над поверхностью Земли.

Наибольшее количество вредных и токсичных веществ содержится в выбросах предприятий черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, стройиндустрии, энергетической, целлюлозно-бумажной промышленности, автотранспорта, а в некоторых городах – и котельные.

**Черная металлургия.** Процессы выплавки чугуна и переработка его на сталь сопровождаются выбросом в атмосферу различных газов. Выброс пыли в расчете на 1 т передельного чугуна составляет 4,5 кг, сернистого газа – 2,7 кг, марганца – 0,1 – 0,6 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу в небольших количествах выбрасываются также соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, пары ртути и редких металлов, цианистый водород и смолистые вещества.

Значительно загрязняют атмосферу выбросы мартеновских и конвертерных сталеплавильных цехов. Преобладающая часть пыли мартеновских печей состоит из триоксида железа (67%) и триоксида алюминия (6,7%). При бескислородном процессе на 1 т

мартеновской стали выделяется 3000 – 4000 м<sup>3</sup> газов с концентрацией пыли в среднем 0,5 г/м<sup>3</sup>. При подаче кислорода в зону расплавленного металла многократно увеличивается пылеобразование, достигая 15-52 г/м<sup>3</sup>. Кроме того, плавление стали сопровождается выгоранием некоторых количеств углерода и серы, в связи с чем в отходящих газах мартеновских печей при кислородном дутье содержится до 60 кг окиси углерода и до 3 кг сернистого газа в расчете на 1 т выплавляемой стали.

**Цветная металлургия.** Вредные вещества образуются при производстве глинозема, алюминия, меди, свинца, олова, цинка, никеля и др. металлов. В основном предприятия цветной металлургии загрязняют атмосферный воздух сернистым ангидридом (75% суммарного выброса в атмосферу), окисью углерода (10,5%) и пылью (10,4%).

**Химическая и нефтехимическая промышленность.** Выбросы в атмосферу происходят при производстве кислот (серной, соляной, азотной, фосфорной и др.), резинотехнических изделий, фосфора, пластических масс, красителей и моющих средств, искусственного каучука, минеральных удобрений, растворителей (толуола, ацетона, фенола, бензола), крекинге нефти.

Разнообразием исходного сырья для производства определяется состав загрязняющих веществ – в основном окись углерода (28% суммарного выброса в атмосферу), сернистый ангидрид (16,3%), окислы азота (6,8%) и др. В выбросах содержится аммиак (3,7%), бензин (3,3%), сероуглерод (2,5%), сероводород (0,6%), толуол (1,2%), ацетон (0,95%), бензол (0,7%), ксилол (0,3%), дихлорэтан (0,6%), серная кислота (0,3%).

Склады нефтепродуктов являются одним из наиболее распространенных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Такие склады имеются во всех населенных пунктах. Они сосредоточены на автозаправочных станциях, в автотранспортных предприятиях, гаражах, постах технического обслуживания автомобилей.

**Строительная промышленность.** Производство цемента и других вяжущих, стеновых материалов, асбестоцементных изделий, строительной керамики, тепло- и звукоизоляционных материалов, строительного и технического стекла сопровождается выбросами в атмосферу пыли и взвешенных веществ (57,1%



суммарного выброса), окиси углерода (21,4%), сернистого ангидрида (10,8%) и окислов азота (9%).

Основными источниками загрязнения атмосферы при производстве железобетонных изделий являются места разгрузки железнодорожных вагонов с цементом, песком и щебнем, места загрузки цемента в емкости пневмотранспортером, расходные бункера, бетоносмесители, емкости для приготовления и хранения смазочных материалов, посты ручной и полуавтоматической сварки арматуры.

***Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность.*** Наиболее крупные предприятия отрасли сосредоточены в Восточно-Сибирском, Северном, Северо-Западном и Уральском регионах, а также в Калининградской обл. Характерные загрязняющие вещества, производимые этими предприятиями, – твердые вещества (29,8% суммарного выброса в атмосферу), окись углерода (28,2%), сернистый ангидрид (26,7%), окислы азота (7,9%), толуол (1%), сероводород (0,9%), ацетон (0,5%), формальдегид (0,1%).

***В сельской местности*** источниками загрязнения атмосферного воздуха являются животноводческие и птицеводческие хозяйства, промышленные комплексы по производству мяса, предприятия, обслуживающие технику, энергетические и тепло-силовые предприятия. Над территориями, примыкающими к помещениям для содержания скота и птицы, в атмосферном воздухе распространяются на значительные расстояния аммиак, сероводород и другие вредные газы.

В растениеводческих хозяйствах в атмосферный воздух попадают частицы минеральных удобрений, пестицидов при протравлении полей и семян на складах, а также на хлопкоочистительных заводах.

***Машиностроение.*** На машиностроительных предприятиях основными источниками загрязнения атмосферы являются следующие виды производства: сварка и тепловая резка металла, литейное производство, механическая обработка металлов, нанесение лакокрасочных покрытий.

При выполнении *сварочных работ и тепловой резке металла* в воздух выделяется сварочный аэрозоль, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электрода и флюса содержат-

ся оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, алюминия, цинка, меди и др.) в виде твердых частиц и газообразные соединения (фтористый водород, оксид углерода, оксиды азота, озон). Образующийся аэрозоль характеризуется мелкой дисперсностью – скорость витания частиц не превышает 0,1 м/с.

*Механическая обработка* металлов (резание и абразивная обработка) сопровождается выделением в атмосферу пыли, стружки, туманов масел и эмульсий. Объем выбросов определяется исходя из нормо-часов работы станочного парка. Интенсивность пылеобразования при резании зависит от вида и мощности установленного оборудования, скорости резания, величины подачи режущего инструмента, геометрических параметров режущего инструмента, состава материалов обрабатываемого изделия. Интенсивность пылеобразования при абразивной обработке зависит от мощности станка, глубины резания, диаметра шлифовального круга. Размер частиц пыли – 15–60 мкм.

Основными источниками загрязнения атмосферы в *литейном производстве* являются плавильные агрегаты, шихтовой двор, участки подготовки формовочных и стержневых смесей, разлива металла и очистки литья.

В данном курсовом проекте предлагается рассмотреть организованный источник выбросов на примере плавильного агрегата литейного цеха, определить концентрацию трех вредных веществ в приземном слое воздуха, установить по ним ПДВ, размеры санитарно-защитных зон (СЗЗ), класс опасности данного предприятия.

## **1.2. Нормирование качества атмосферного воздуха**

Для количественной оценки содержания примеси в атмосфере используется понятие *концентрации* – количества вещества, содержащегося в единице объема воздуха, приведенного к нормальным условиям.

*Качество атмосферного воздуха* – это совокупность его свойств, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую

среду в целом. Качество атмосферного воздуха может считаться удовлетворительным, если содержание примесей в нем не превышает предельно допустимых концентраций (*ПДК*).

*ПДК* – это максимальная концентрация в атмосфере, отнесенная к определенному промежутку времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него и на окружающую среду в целом прямого или косвенного воздействия, включая отдаленные последствия.

Для оценки качества атмосферного воздуха установлены две категории *ПДК*: максимально разовая (*ПДК<sub>мр</sub>*) и среднесуточная (*ПДК<sub>сс</sub>*).

*ПДК<sub>мр</sub>* – основная характеристика опасности вредного вещества. Установлена для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, световой чувствительности) при кратковременном воздействии атмосферных примесей (в течение 20 мин). По этому нормативу оцениваются вещества, обладающие запахом или воздействующие на другие органы чувств человека.

*ПДК<sub>сс</sub>* – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вещества на организм человека. Вещества, оцениваемые по этому нормативу, обладают способностью временно или постоянно накапливаться в организме человека.

Для каждого проектируемого и действующего объекта, являющегося стационарным источником загрязнения воздушного бассейна, устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов (*ПДВ*) загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

*ПДВ* – это норматив, устанавливаемый для каждого конкретного источника исходя из условия, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками не создают приземную концентрацию, превышающую *ПДК* за пределами санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

Это максимальные выбросы в единицу времени для данного природопользователя по данному компоненту, которые создают в приземном слое атмосферы максимальную концентрацию это-

го вещества  $C_{mi}$ , не превышающую  $ПДК_{MPi}$ , с учетом фонового загрязнения  $C_{\phi i}$ . При этом должно выполняться условие:

$$ПДВ_i \rightarrow C_{mi} + C_{\phi i} / ПДК_{mpi} \leq 1.$$

Фоновая концентрация  $C_{\phi i}$  характеризует загрязнение атмосферы в населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный, относится к тому же интервалу осреднения ( $\sim 20$  минут), что и  $ПДК_{MPi}$ .

Для каждого города на основании нормативов  $ПДВ$  предприятий и фонового состава атмосферного воздуха разрабатывают общегородские нормативы  $ПДВ$ , в соответствии с которыми индивидуальные  $ПДВ$  предприятий могут быть пересмотрены в сторону уменьшения.

*Температурная стратификация* – (лаг. *temperatura*-правильное соотношение, нормальное состояние и *stratum*-слой, настил, *facio*-делаю). Высотное распределение температуры воздуха в атмосфере, закономерно понижающееся на  $0,6-1^\circ\text{C}$  на 100 м подъема. При устойчивой температурной стратификации обычна ясная безоблачная погода. При падении температур на 100 м меньше  $0,6^\circ\text{C}$  температурная стратификация становится неустойчивой, нарастает вертикальное движение воздуха, начинают формироваться облака, возникает конвективная фронтальная облачность. Коэффициент температурной стратификации атмосферы определяет условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе.

### **1.3. Определение предотвращенного экологического ущерба**

Методика по определению величины предотвращенного экологического ущерба предназначена для получения укрупненной эколого-экономической оценки ущерба, предотвращаемого в результате осуществления государственного экологического контроля, реализации экологических программ и природоохранных мероприятий.

*Ущерб* от загрязнения окружающей среды – фактические и возможные убытки народного хозяйства, связанные с загрязне-

нием окружающей среды (включая прямые и косвенные воздействия, а также дополнительные затраты на ликвидацию отрицательных последствий загрязнения). При этом учитываются потери, связанные с ухудшением здоровья населения, сокращением трудового периода деятельности и жизни людей.

*Предотвращенный экологический ущерб (У)* от загрязнения окружающей среды представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий от загрязнения среды, которые удалось избежать в результате природоохранной деятельности территориальных органов системы Госкомэкологии России, осуществления природоохранных мероприятий и программ.

Предотвращенный экологический ущерб определяется на территории каждого субъекта России исходя из объемов снижения отрицательного воздействия и величины показателя удельного экологического ущерба, наносимого единицей приведенной массы загрязнения по конкретному виду природных ресурсов и объектов.

Основные факторы, определяющие величину предотвращенного экологического ущерба на территории субъектов РФ:

- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- снижение сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водоемы и подземные горизонты;
- снижение загрязненности земель, химическими веществами;
- уменьшение площадей деградированных земель;
- сохранение (увеличение) численности отдельных видов животных и растений;
- создание и поддержание природных комплексов (охраняемых и заповедных территорий) и т.д.

*Приведенная масса загрязняющих веществ (М)* – это условная величина, отражающая вредность или эколого-экономическую опасность всей суммы разнообразных загрязнений, поступающих в атмосферный воздух или водную среду от одного или различных источников сброса (выброса) загрязняющих веществ, включая залповые и аварийные сбросы (выбросы) загрязнений.

Экономическую оценку предотвращенного ущерба в данной методике осуществляют по следующим видам природных ресурсов:

- водные ресурсы;
- атмосфера;
- почвы и земельные ресурсы.

#### **1.4. Цель курсового проекта и общие требования к его оформлению**

Целью выполнения курсового проекта является формирование необходимых знаний и расчетно-аналитических умений у будущих специалистов посредством изучения:

- методики расчета загрязнения атмосферы от организованного высокого источника выбросов;
- методики расчета предотвращенного экологического ущерба в результате деятельности природоохранных органов природным ресурсам.

##### *Общие требования к оформлению курсового проекта*

- Оформление курсового проекта должно соответствовать общим требованиям к правилам оформления пояснительных записок. Не допускается произвольное сокращение слов.
- Пояснительная записка к курсовому проекту должна быть выполнена аккуратно, без помарок на одной стороне листа (формат А4).
- Расчеты по заданиям и формулам приводятся сначала в общем виде буквенными обозначениями, а затем с простановкой числовых значений вместо букв. Приводится подробный, систематический ход вычислений (без сокращений) с пояснениями производимых действий. Следует обязательно указывать размерность полученных при расчете величин.
- Выполнение каждого задания проектной части должно заканчиваться выводами или констатацией итогов.
- Результаты расчета иллюстрируются графиками, диаграммами, таблицами и т.д. согласно заданию.

- Графики, диаграммы, таблицы и т.д. вычерчиваются с соблюдением требований технического черчения. Для их построения желательно использовать компьютерные программы и компьютерную графику.
- Порядок выбора варианта курсовой работы указан в вводной лекции.
- Работы, выполненные не по своему варианту или без соблюдения вышеприведенных требований, не принимаются;
- Курсовой проект для проверки преподавателем студент должен предоставить в срок, указанный в вводной лекции.
- Выполнения курсового проекта преподаватель оценивает дифференцированно, т.е. по пятибалльной системе.

### 1.5. Структура и порядок выполнения курсового проекта

Пояснительная записка к курсовому проекту должна состоять из оглавления, введения, основной части, заключения, списка используемой литературы и приложений. Объем работы - около 25 страниц, но не более 30.

Объем пояснительной записки курсового проекта распределяется соответственно структуре:

- введение – 1.5–2 стр.;
- основная часть – 16–18 стр.;
- графическая часть (построение графиков, диаграмм, таблиц);
- заключение – 1–2 стр.;
- список литературы – 1 стр.

Оформление образца титульного листа приведено в Приложении 5. На 2-й странице пояснительной записки приводится оглавление.

*Во введении* обосновывается актуальность выбранной темы со ссылкой на литературу, определяется цель и задачи курсового проекта. Дается анализ экологической ситуации в городе, регионе (согласно полученному варианту по зад. 2.1.).

*Проектная (основная часть)* состоит из 2-х разделов.

В первом разделе приводится расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по ОНД-86, определение размера санитарно-защитной зоны и категории опасности

промышленного предприятия. Расчеты проводятся по трем загрязняющим веществам согласно варианту курсового проекта. На отдельных листах формата А4 необходимо располагать график и сводную таблицу по каждому загрязняющему веществу, а именно:

- сводную таблицу расчетов приземной концентрации загрязняющего вещества от организованного высокого источника выбросов для построения графика по необходимым точкам (по форме табл. П.1.5);
- график распределения концентраций загрязняющего вещества в приземном слое атмосферы от организованного высокого источника выбросов. На графике необходимо указать зону переноса факела, зону наибольшего загрязнения, зону постепенного снижения загрязнения, санитарно-защитную зону, а также границы зоны жилой застройки.

Во втором разделе приводится расчет предотвращенного экологического ущерба водных ресурсов, атмосферного воздуха, земельных ресурсов за счет реализации экологических программ и природоохранных мероприятий.

На отдельных листах формата А4 изобразить:

- таблицу (по форме табл. 2.5) с результатами расчетов сбросов загрязняющих веществ в водные ресурсы;
- диаграмму сокращенной приведенной массы сбросов загрязняющих веществ в водные ресурсы региона в результате природоохранной деятельности;
- таблицу (по форме табл. 2.5) с результатами расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- диаграмму сокращенной приведенной массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу региона в результате природоохранной деятельности;
- диаграмму предотвращенного экологического ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель в регионе в результате природоохранной деятельности;

*Заключение.* Отражаются полученные в работе результаты расчетов и даются рекомендации по их практическому применению. На листе формата А4 строится сводная диаграмма предотвращенного экологического ущерба водным ресурсам, атмосфере и почве.



## 2. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Расчет загрязнения атмосферы от организованного высокого источника выбросов (плавильный агрегат литейного производства) (варианты заданий и исходные данные, необходимые для расчета, представлены в табл.П.1.1 – П.1.3)

#### Задание (вариант № 26)

Рассчитать массу выбросов загрязняющих веществ плавильного агрегата литейного цеха. Определить концентрацию вредных веществ в приземном слое воздуха от организованного источника выбросов промышленного предприятия. Установить значения ПДВ, размеры СЗЗ. Определить класс опасности данного предприятия. По результатам расчетов дать заключение. Выброс загрязняющих веществ считать непрерывным.

Решение данной задачи производится в несколько этапов.

#### 2.1.1. Расчет массы выбросов загрязняющих веществ

Расчет массы выбросов  $i$ -го вещества  $M_i$  (кг/ч) при работе плавильного агрегата производится по формуле:

$$M_i = q_i \cdot D \cdot \beta \cdot (1 - \eta), \quad (2.1)$$

где  $q$  – удельное выделение вещества на единицу продукции, кг/т;  
 $D$  – расчетная производительность агрегата, т/ч;  
 $\beta$  – поправочный коэффициент для учета условий плавки;  
 $\eta$  – эффективность пылеочистки или газоочистки. Принимаем условно, в долях единицы.

#### Решение

$$M_{\text{вв}} = 8,91 \cdot 25 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0,90) = 22,28 \text{ кг/ч} = 6,19 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{CO}} = 1,5 \cdot 25 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0,8) = 7,5 \text{ кг/ч} = 2,08 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{NO}} = 0,29 \cdot 25 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0,8) = 1,45 \text{ кг/ч} = 0,40 \text{ г/с}$$

## 2.1.2. Определение максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ

В отходящих дымовых газах литейного производства по каждому загрязняющему веществу определяем максимальную приземную концентрацию.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $X_m$  (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_M = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 VT}}, \quad (2.2)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, с<sup>2/3</sup> · мг · град<sup>1/3</sup>/Г;

$M$  – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

$m, n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

$H$  – высота источника выброса над уровнем земли, м;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, °С;

$V_1$  – расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/с, определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0,$$

где  $D$  – диаметр устья источника выброса, м;

$W_0$  – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение коэффициента  $A$ , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация

вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается по табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Значение коэффициента температурной стратификации А**

Географические районы	А
Районы Средней Азии южнее 40° с.ш., Бурятской республики и Читинской обл.	250
Европейская территория РФ и Украина южнее 50° с.ш., остальные районы Нижнего Поволжья, Кавказ и Молдавия; Азиатская территория РФ: Дальний Восток и остальные территории Сибири; Казахстан и остальная часть Средней Азии	200
Европейская территория РФ и Урал от 50 до 52° с.ш., Украина, за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов РФ и Украины	180
Европейская территория и Урал севернее 52° с.ш., а также Украина (для расположенных на Украине источников высотой не менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. – 180, а южнее 50° с. ш. – 200)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

*Примечание: Для других территорий значения коэффициента А должны приниматься соответствующими значениям коэффициента А для России со сходными климатическими условиями турбулентного обмена*

На распространение загрязнений оказывает влияние температура атмосферы в момент выброса. По этому признаку все выбросы делят на «холодные» и «горячие». «Холодные», если разница между температурой выброса и температурой атмосферы приблизительно равна нулю. «Горячие», если разница между температурой выброса и температурой атмосферы больше нуля.

При определении значения  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  температуру окружающего атмосферного воздуха следует принимать равной средней многолетней температуре наружного воздуха 15 числа наиболее жаркого месяца года в 13:00 по местному времени.

Значение безразмерного коэффициента  $F$  принимается:

- для *газообразных вредных веществ* и мелкодисперсных аэрозолей (возгоны, туманы, дымы и т.п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю)  $F = 1$ ;
- для *остальных аэрозолей (пыль, зола)* при степени очистки газов в пылеуловителе не менее 90%  $F = 2$ ; от 75 до 90%  $F = 2,5$ ; менее 75% и при отсутствии очистки  $F = 3$ .

Значения коэффициентов  $m$  и  $n$  определяются в зависимости от параметров  $f$ ,  $U_m$ ,  $U'_m$ ,  $f_e$ :

– для нагретых выбросов:

$$f = 1000(W_0^2 \cdot D) / (H^2 \cdot \sqrt{VT}),$$

$$U_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{(V_1 \cdot \sqrt{VT}) / H};$$

– для холодных выбросов ( $\Delta T \approx 0$ ):

$$f_e = 800(U'_m)^3,$$

$$U_m = 1,3 W_0 \cdot D / H;$$

Коэффициент  $m$  определяется по формулам:

при  $f < 100$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}};$$

при  $f \geq 100$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}};$$

при  $f_e < f < 100$

принимают  $f = f_e$

Коэффициент  $n$  при  $f \leq 100$  определяется в зависимости от  $U_m$  по формулам:

$$n = 1$$

при  $U_m \geq 2$ ;

$$n = 0,532 U_m^2 - 2,13 U_m + 3,13$$

при  $0,5 \leq U_m < 2$ ;

$$n = 4,4 U_m$$

при  $U_m < 0,5$ .

**Решение:**

$$f = 1000 \cdot 9,5^2 \cdot 0,63 / 22,2^2 \cdot 20 = 5,77;$$

$f < 100$ , следовательно

$$m = 1 / 0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{5,77} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{5,77} = 0,66;$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,63^2 / 4 \cdot 9,5 = 2,96.$$

$$U_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20 / 22,2} = 0,91;$$

Так как  $0,5 \leq U_m = 0,91 < 2$ , то

$$n = 0,532 \cdot 0,91^2 - 2,13 \cdot 0,91 + 3,13 = 1,63$$

$$C_{mBV} = \frac{140 \cdot 6,19 \cdot 2 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1}{22,2^2 \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20}} = 0,97 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{mCO} = \frac{140 \cdot 2,08 \cdot 1 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1}{22,2^2 \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20}} = 0,16 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{mNO} = \frac{140 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1}{22,2^2 \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20}} = 0,03 \text{ мг / м}^3$$

### 2.1.3. Определение ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу

Значение ПДВ (г/с) для  $i$ -го вещества, выбрасываемого единственным источником с круглым устьем при фоновой концентрации  $C_{\phi} < ПДК$ , определяется по формуле 2.3:

$$ПДВ_i = \frac{(ПДК_i - C_{\phi i}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot VT}, \quad (2.3)$$

где  $C_{\phi i}$  – фоновая концентрация рассматриваемого вещества, мг/м<sup>3</sup>. Устанавливается службой экологического мониторинга по результатам многолетних измерений концентраций примесей в атмосферном воздухе. При отсутствии таких данных принимается обычно  $C_{\phi i} = 0,1 \text{ ПДК}_{\text{мрi}}$ .

**Решение:**

$$ПДВ_{ВВ} = \frac{(0,5-0,1 \cdot 0,5) \cdot 22,2^2}{140 \cdot 2 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20} = 3,12 \text{ г/с.}$$

$$ПДВ_{СО} = \frac{(5-0,1 \cdot 5) \cdot 22,2^2}{140 \cdot 1 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20} = 57,38 \text{ г/с.}$$

$$ПДВ_{NO} = \frac{(0,6-0,1 \cdot 0,6) \cdot 22,2^2}{140 \cdot 1 \cdot 0,66 \cdot 1,63 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,96 \cdot 20} = 6,89 \text{ г/с.}$$

#### **2.1.4. Определение размеров санитарно-защитной зоны**

Для уменьшения концентрации вредных веществ на прилегающей к промышленному предприятию территории устраивают санитарно-защитные зоны (СЗЗ).

Размеры нормативной СЗЗ до границы жилой застройки устанавливаются в зависимости от мощности предприятия, особенностей технологического процесса производства, характера и количества выделяемых в атмосферу вредных и с неприятным запахом веществ. В соответствии с санитарной классификацией промышленных предприятий размеры СЗЗ устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятия (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»).

Таблица 2.2

**Нормативные размеры санитарно-защитных зон**

Класс опасности предприятия	Размер защитной зоны, м
1	1000
2	500
3	300
4	100
5	50

Указанные в табл. 2.2 размеры СЗЗ являются минимальными. Если в результате расчета рассеивания примесей получены большие размеры СЗЗ, то принимаются расчетные размеры. Если в результате расчета получены размеры СЗЗ меньше указанных в табл. 2, то принимаются табличные значения, так как выброс вредных веществ может являться не единственным видом вредного воздействия предприятия на окружающую среду.

Минимальные размеры СЗЗ установлены исходя из условия снижения на ее границе концентрации вредных веществ до ПДК, а уровней шума, вибрации, инфразвука, электромагнитных полей, электростатического поля – до предельно-допустимых уравнений (ПДУ).

СЗЗ нельзя рассматривать как резервную территорию и использовать ее для расширения промышленной площадки. На территории СЗЗ допускается размещение объектов более низкого класса вредности, чем основное производство – складов, гаражей, автостоянок и т.д.

Размер СЗЗ до границы жилой застройки следует устанавливать:

– для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха, – непосредственно от источника загрязнения (трубы, шахты, аэрационных фонарей зданий, мест погрузки-разгрузки сырья);

– для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками шума, вибрации, электромагнитных волн радиочастот, – от зданий, сооружений и площадок, где установлено это оборудование;

– для электростанций, котельных – от дымовых труб

*Последовательность расчета СЗЗ литейного производства*

**1.** Определяем расстояние  $X_m$ , при котором достигается максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $C_m$  для каждого загрязнителя.

Расстояние  $X_m$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $C_m$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения, определяется по формуле:

$$X_m = \frac{(5 - F) \cdot d \cdot H}{4}, \quad (2.4)$$

где  $d$  – безразмерный коэффициент

– при  $f < 100$

$$d = 2,48 (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } U_m < 0,5;$$

$$d = 4,95 U_m (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 \leq U_m \leq 2;$$

$$d = 7 \sqrt{U_m} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } U_m > 2;$$

– при  $f > 100$

$$d = 5,7 \quad \text{при } U'_m \leq 0,5;$$

$$d = 11,4 U'_m \quad \text{при } 0,5 < U'_m \leq 2;$$

$$d = 16 \sqrt{U'_m} \quad \text{при } U'_m > 2.$$

### Решение:

Оксид азота (NO), углерода оксид (CO). Так как  $f < 100$ ;  $0,5 \leq U_m < 2$ , то  $d = 4,95 \cdot 0,91 \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{5,77}) = 6,77$ ;

$$X_m = \frac{(5-1) \cdot 6,77 \cdot 22,2}{4} = 150,29 \text{ м.}$$

Взвешенные частицы:

$$X_m = \frac{(5-2) \cdot 6,77 \cdot 22,2}{4} = 112,72 \text{ м.}$$

Определяем расстояние  $X_n$  от источника в расчетном направлении для каждого загрязнителя. Для построения графика необходимо воспользоваться табл. П.1.5.

Распределение концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха по оси факела на различных расстояниях  $X$  от источника выброса находят по формуле:

$$C_x = S_1 \cdot C_m$$

Безразмерная величина  $S_1$  зависит от отношения  $X_n / X_m$ . При  $X_n / X_m > 8$   $S_1$  зависит от скорости оседания загрязняющих веществ.

Согласно методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86), безразмерную величину  $S_1$  рассчитывают по формулам:



1. Если  $\frac{X}{X_M} \leq 1$ , то

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2.$$

2. Если  $1 < \frac{X}{X_M} \leq 8$ , то

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1}.$$

3. Если  $\frac{X}{X_M} > 8$  и  $F = 1$ , то

$$S_1 = \frac{X / X_M}{3,58 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right) + 120}.$$

4. Если  $\frac{X}{X_m} > 8$  и  $F = 2; 2,5; 3$ , то

$$S_1 = \frac{1}{0,1 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 2,47 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right) - 17,8}.$$

Расчетные данные сводим в таблицу

Номер точек ( $X_n$ )	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
Абсцисса точек	$0,1X_M$	$0,5X_M$	$0,7X_M$	$1X_M$	$3X_M$	$5X_M$	$8X_M$
	11,2	56,4	78,9	112,7	338,2	563,6	901,8
$X_n / X_M$	0,1	0,5	0,7	1	3	5	8
$S_1$	0,05	0,69	0,92	1	0,52	0,27	0,12
$C_x$	0,05	0,67	0,88	0,97	0,51	0,26	0,12

Примечание: если для построения СЗЗ недостаточно значения  $X_7 = 8X_M$ , то продолжают ряд  $X_n$  до пересечения с кривой  $C_x$ .

2. Для каждого загрязняющего вещества строим график распределения концентраций вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов. Например, график распределения концентраций взвешенных веществ в атмосферу от организованного высокого источника выбросов представлен на рис. 2.1.1.

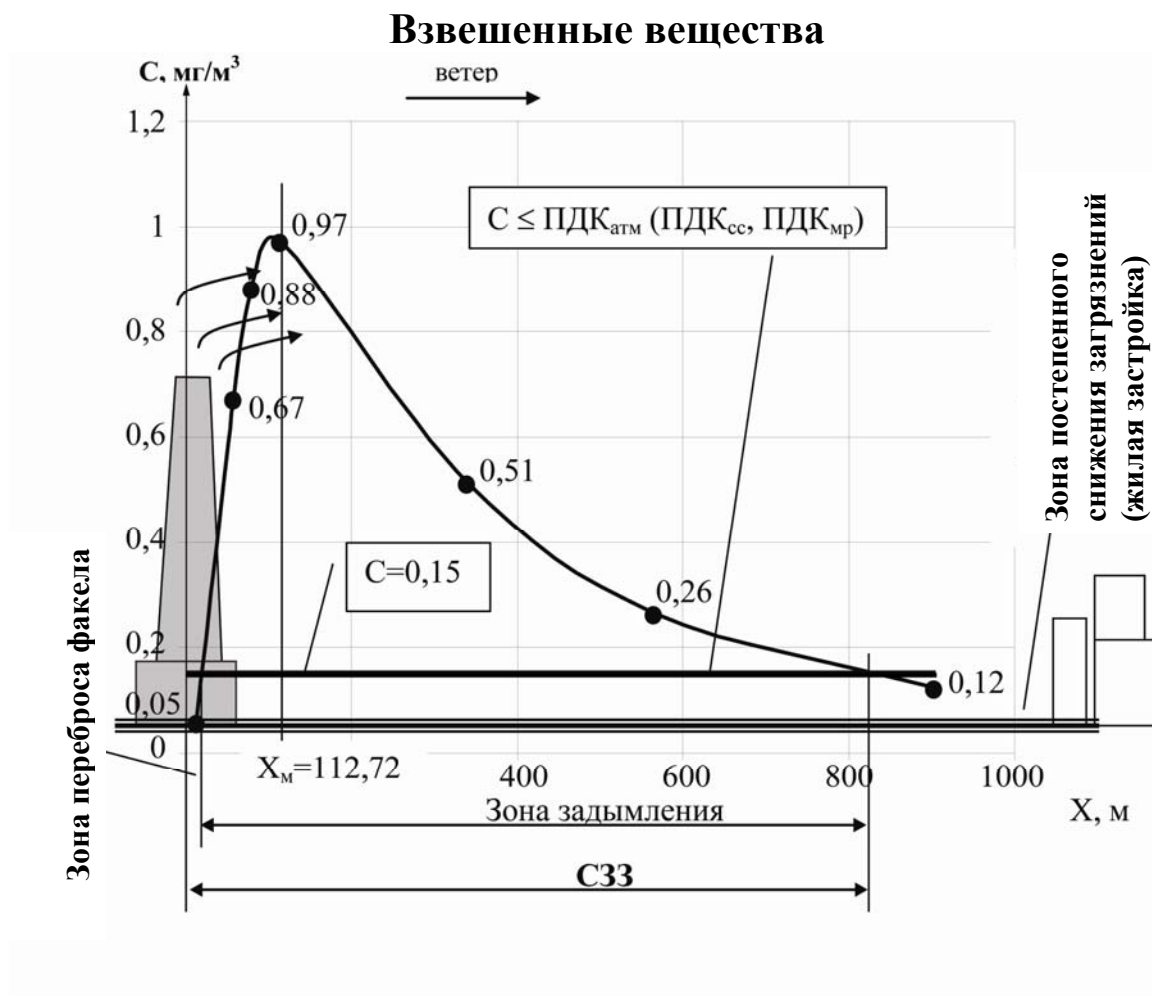


Рис.2.1.1. График распределения концентраций взвешенных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов

Примечание:  $C = ПДК_{сс}$ , если выброс загрязняющих веществ в атмосферу непрерывный;  $C = ПДК_{мр}$ , если выброс загрязняющих веществ в атмосферу залповый.

При построении графика не учитываем выход загрязняющих веществ другими путями (через окна, фонари, фрамуги, неплотности строительных конструкций зданий), поэтому принимаем приземную концентрацию  $C$  в точке  $X=0$  равной нулю.

По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить 3 зоны загрязнения атмосферы:

1) зона переброса факела (характеризуется относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы);

2) зона задымления (характеризуется максимальным содержанием вредных веществ);

3) зона постепенного снижения уровня загрязнения.

Зона задымления является наиболее опасной для населения и должна быть исключена из селитебной застройки.

### 2.1.5. Определение категории опасности предприятия

В зависимости от массы и видового состава выбросов в атмосферу определяют категорию опасности предприятия (КОП) по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_{i\Sigma}}{ПДК_{cci}} \right)^{a_i}, \quad (2.5)$$

где  $M_{i\Sigma}$  – масса  $i$ -го вещества в выбросе, т/год;

$$M_{i\Sigma} = M_i \cdot T,$$

где  $T$  – годовой фонд работы оборудования, ч (количество смен в году – 320, с учетом круглосуточной работы плавильного агрегата принимаем  $T = 7680$  ч);

$ПДК_{cci}$  – среднесуточная  $ПДК$   $i$ -го вещества;

$n$  – кол-во загрязняющих веществ;

$a_i$  – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности  $i$ -го вещества с вредностью диоксида азота (табл. 2.3).

Таблица 2.3

**Класс опасности загрязняющего вещества**

Класс	1	2	3	4
$a_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

В зависимости от величины КОП предприятия подразделяют на следующие категории опасности:

Таблица 2.4

**Категории опасности промышленных предприятий**

Категория	Значения КОП
1	$> 10^6$
2	$10^4 - 10^6$
3	$10^3 - 10^4$
4	$< 10^3$

**Решение**

$$M_{\text{вв}\Sigma} = 22,28 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 171,1 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{CO}\Sigma} = 7,5 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 57,6 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{NO}\Sigma} = 1,45 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 11,1 \text{ т/год};$$

$$КОП = (171,1/0,15)^1 + (57,6/3)^{0,9} + (11,1/0,06)^1 = 1340.$$

Так как  $10^3 < 1340 < 10^4$ , то категория опасности предприятия – 3.

## 2.2. Определение величины предотвращенного экологического ущерба

### 2.2.1. Расчет предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водной среды

(варианты и исходные данные, необходимые для расчета задания № 1, представлены в П.2.1. и П 2.2.).

Предотвращенный эколого-экономический ущерб для водных объектов ( $Y_{np}^6$ , тыс. руб./год) в рассматриваемом регионе за расчетный период времени определяется по формуле:

$$Y_{np}^6 = Y_{y\partial} \cdot M_{np} \cdot K_{\partial} \cdot I_{\partial}, \quad (2.6)$$

где  $Y_{y\partial}$  – показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей (условная тонна) приведенной массы загрязняющих веществ на конец расчетного периода в рассматриваемом регионе, руб./усл. т (табл. П.4.1);  $K_{\partial}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек (табл. П.4.1);

$I_{\partial}$  – индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономразвития РФ;

Индексация цен осуществляется при помощи индекса-дефлятора, который устанавливает ежегодно Минэкономразвития РФ.

$M_{np}$  – приведенная масса сокращенного в результате проведения соответствующих природоохранных мероприятий сброса загрязняющих веществ в регионе, тыс. усл. т/год;

$$M_{np} = VM - M_{cn}, \quad (2.7)$$

$$VM = M_1 - M_2 + M_{нов}; \quad (2.8)$$

где  $VM$  – валовой объем приведенной массы сокращенного сброса, тыс. усл. т/год;

$M_{cn}$  – приведенная масса сокращенного сброса в результате спада производства в регионе, тыс. усл. т/год;

$M_1$  и  $M_2$  – приведенная масса сброса соответственно на начало и конец расчетного периода, тыс. усл. т/год;

$M_{нов}$  – приведенная масса сброса новых предприятий и производств, тыс. усл. т/год;

Для расчета приведенной массы загрязнений используются утвержденные значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воде водоемов рыбохозяйственного значения (как наиболее жесткие). С помощью ПДК определяются коэффициенты эколого-экономической опасности загрязняющих веществ как величина обратная ПДК:

$$K_{эi} = 1 / \text{ПДК} .$$

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле:

$$M_{инр} = \sum_{i=1}^N m_i \cdot K_{эi} , \quad (2.9)$$

где  $m_i$  – масса фактического сброса  $i$ -го загрязняющего вещества в водные объекты рассматриваемого региона, т/год;

$K_{э}$  – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для  $i$ -го загрязняющего вещества (табл. П.2.3);

$N$  – количество учитываемых загрязняющих веществ.

### **Задание № 1 (вариант 26)**

Определить величину предотвращенного эколого-экономического ущерба в результате осуществления природоохранных мероприятий по охране водных объектов в Московской обл. (бассейн р. Оки) для экономической оценки деятельности территориального комитета по охране окружающей среды (экологический контроль, реализация экологических программ, экологическая экспертиза и др.). Расчетный период начало и конец года.

Основные исходные данные для расчета величины предотвращенного ущерба представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

**Исходные данные для расчета предотвращенного  
эколого-экономического ущерба от загрязнения водной среды**

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	$m_{i1}$	$m_{i\text{нов}}$	$m_{i2}$	$\Delta m_i$	$m_{i\text{сп}}$	$m_{i\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Фосфор общий	4275,6	236,4	3158,7	1353,3	503,6	849,7
2	Метанол	73,5	1,36	58,4	16,46	2,68	13,78
3	Бенз(а)пирен	0,015			0,015	0,009	0,006
	Приведенная масса загрязнений, тыс. усл. тонн.	$M_1$ 5,309	$M_{\text{нов}}$ 0,251	$M_2$ 3,801	$\Delta M$ 1,759	$M_{\text{сп}}$ 0,668	$M_{\text{пр}}$ 1,091

Обозначения к табл. 2.5:

$m_{i1}$  – объем (масса) сброса загрязняющего вещества по  $i$ -му ингредиенту в начале расчетного периода, т;

$m_{i2}$  – объем сброса загрязняющего вещества по  $i$ -му ингредиенту в конце расчетного периода, т;

$m_{i\text{нов}}$  – объем сброса загрязняющего вещества от новых предприятий, введенных в эксплуатацию в течение расчетного периода, т;

$\Delta m_i$  – валовой объем сокращенного сброса загрязняющего вещества по  $i$ -му ингредиенту (с учетом введенных в эксплуатацию новых предприятий и производств), т;

$$\Delta m_i = m_{i1} + m_{i\text{нов}} - m_{i2};$$

$m_{i\text{сп}}$  – объем сокращенного сброса  $i$ -го загрязняющего вещества в результате спада производства в регионе в течение расчетного периода, т;

$m_{i\text{пр}}$  – объем сокращенного (предотвращенного) сброса загрязняющих веществ в результате проведения комплекса мероприятий по охране вод в регионе в течение расчетного периода, т (по  $i$ -му ингредиенту):

$$m_{i\text{пр}} = \Delta m_i - m_{i\text{сп}}.$$

## Решение

Предотвращенный эколого-экономический ущерб для водных объектов Московской обл. за расчетный период времени рассчитывается по формуле:

$$Y_{np}^6 = Y_{y\partial} \cdot M_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot I_{\partial},$$

где  $Y_{y\partial} = 10918,1$  руб./усл. т – базовый показатель удельного ущерба для Московской области на единицу приведенной массы загрязнений (табл. П. 2.1);

$K_{\varepsilon} = 1,2$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водных ресурсов для Московской обл. (табл. П. 2.1);

$I_{\partial}$  – индекс-дефлятор, принимаем равным 1.

$M_{np}$  – приведенная масса загрязняющих веществ определяется в соответствии с рекомендациями раздела 2.2.1 по формуле 2.9.<sup>1</sup> В конце табл. 2.5 представлены итоговые результаты приведенной массы сброса загрязняющих веществ в целом по региону.

$$M_{np} = (5,309 + 0,251 - 3,801 - 0,668) = 1,091 \text{ тыс. усл.т}$$

Согласно расчетным данным, сведенным в табл. 2.5, строим диаграмму предотвращенного (сокращенного) объема сброса загрязняющих веществ в результате проведения комплекса мероприятий (рис. 2.2).

Валовой приведенный объем сокращенного за расчетный период времени сброса загрязняющих веществ в регионе согласно расчетам составил 1,759 тыс. усл. т (табл. 2.5). Из них – 0,668 тыс. усл. т в результате спада производства и 1,091 тыс. усл. т – в результате деятельности территориального органа Госкомэкологии России.

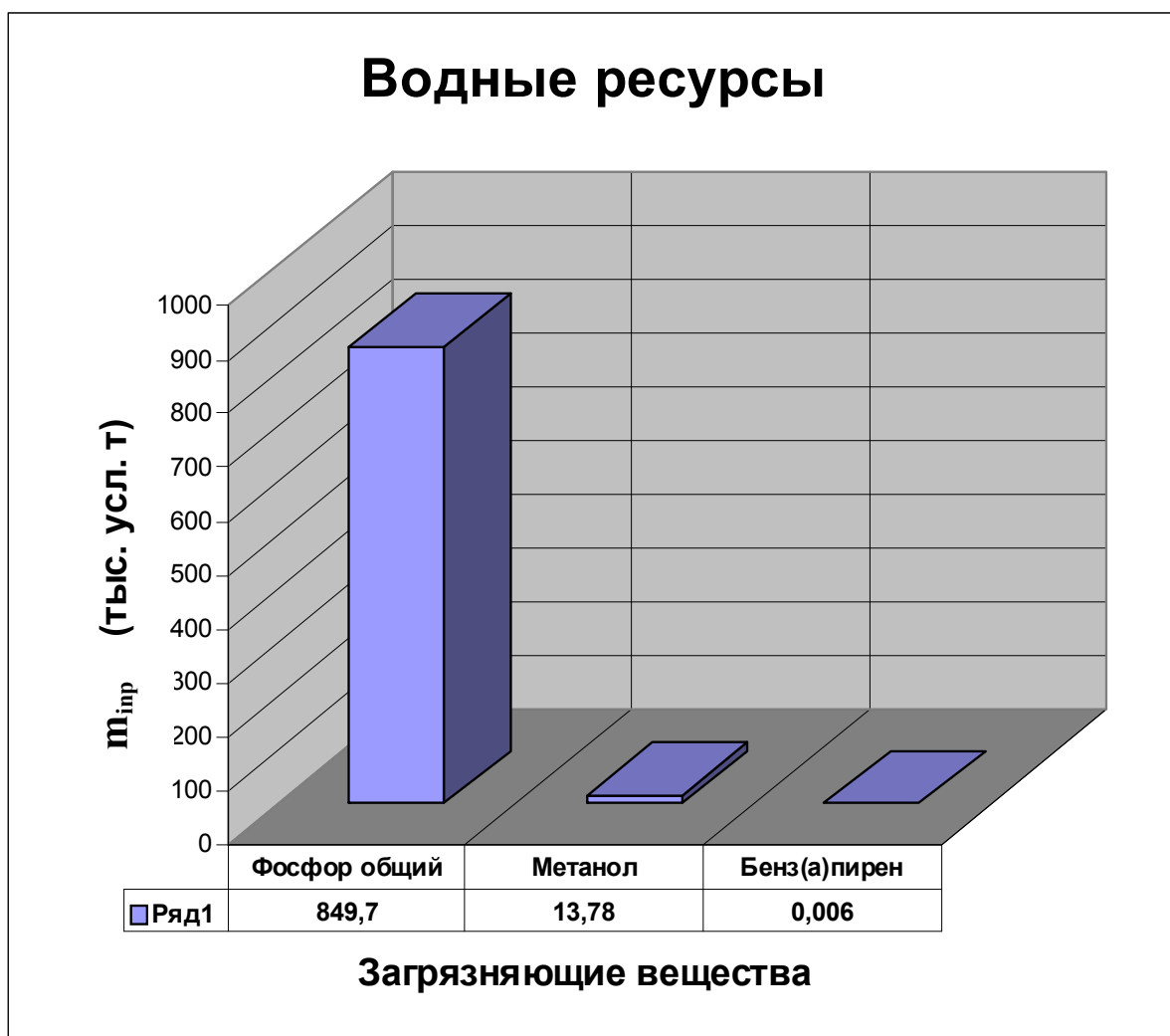
$$Y_{np}^6 = 10918,7 \cdot 1,091 \cdot 1,2 \cdot 1 = 14295 \text{ тыс. руб.} = 14,3 \text{ млн. руб.}$$

---

<sup>1</sup> Например, приведенная масса загрязняющих веществ на начало расчетного периода

равна:  $M_{np} = \sum_{i=1}^3 m_i \cdot K_{\varepsilon i} = (849,7 \cdot 1) + (13,78 \cdot 11) + (0,006 \cdot 15,000) = 1091 \text{ усл.т} = 1,091 \text{ тыс.т.}$





*Рис. 2.2. Диаграмма сокращенной предотвращенного объема загрязняющих веществ в Московской обл.*

### 2.2.2. Атмосферный воздух

#### *Расчет предотвращенного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха*

(варианты и исходные данные, необходимые для расчета задания № 2, представлены в табл. П. 3.1– П. 3.3).

Укрупненная оценка величины предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу может проводиться как для одного крупного источника или группы источников, так и для региона в целом. В качестве оцениваемой группы источников могут рассматриваться все источники в данном городе, регионе, как единый «приведенный» источник.

Предотвращенный эколого-экономический ущерб от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ( $Y_{np}^a$ , тыс. руб. /год) в рассматриваемом экономическом районе РФ за расчетный период времени определяется по формуле:

$$Y_{np}^a = Y_{y\partial} \cdot M_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot I_{\partial}, \quad (2.10)$$

где  $Y_{y\partial}$  – показатель удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в рассматриваемом экономическом районе РФ, руб. /усл. т (табл. П. 3.3);

$K_{\varepsilon}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий экономических районов России (табл. П. 3.3);

$I_{\partial}$  – индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономикой России, принимаем равным 1;

$M_{np}$  – приведенная масса сокращенного выброса загрязняющих веществ в регионе в результате проведения соответствующих природоохранных мероприятий, тыс. усл. т/год; рассчитывается по формуле 2.9;

$K_{\varepsilon i}$  – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для  $i$ -го загрязняющего вещества (табл. П. 3.2);

$N$  – количество учитываемых загрязняющих веществ.

## **Задание № 2**

Определить величину предотвращенного эколого-экономического ущерба в заданном регионе в результате проведения природоохранных мероприятий по охране атмосферы от выбросов загрязняющих веществ. Расчетный период начало и конец года.

Расчет предотвращенного ущерба от выброса загрязняющих веществ в атмосферу проводить аналогично заданию № 1.

### 2.2.3. Земельные ресурсы

#### **Расчет величины предотвращенного ущерба в результате природоохранной деятельности от ухудшения и разрушения почв и земель**

(варианты и исходные данные, необходимые для расчета задания № 3, представлены в табл. П. 4.1–П. 4.3).

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

- деградации почв и земель;
  - захламлении земель несанкционированными свалками.
  - загрязнении земель химическими веществами.
- Оценка величины предотвращенного ущерба ( $Y_{npd}^n$ , тыс. руб./год) в результате природоохранной деятельности от деградации почв и земель производится по формуле:

$$Y_{npd}^n = H_c \cdot S_d \cdot K_э \cdot K_n, \quad (2.11)$$

где  $H_c$  – норматив стоимости освоения новых земель, изымаемых с/х угодий для несельскохозяйственных нужд, тыс. руб./га (табл. П. 4.1);

$S_d$  – площадь почв и земель, сохраненная от деградации за отчетный период времени в результате проведенных природоохранных мероприятий, га (табл. П. 4.2);

$K_э$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (табл. П. 3.3);

$K_n$  – коэффициент для особо охраняемых территорий (табл. П. 4.3);

- Оценка величины предотвращенного ущерба ( $Y_{npc}^n$ , тыс. руб./год) в результате природоохранной деятельности от захламления земель  $i$ -й категорией отходов ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) несанкционированными свалками производится по формуле:

$$Y_{npc}^n = \sum_{i=1}^N H_c \cdot S_c \cdot K_э \cdot K_n \quad (2.12)$$

где  $S_c$  – площадь земель, которые удалось предотвратить от захламления отходами  $i$ -го вида за отчетный период времени, га (табл. П. 4.2).

- Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель химическими веществами производится по формуле:

$$Y_{np\ x}^n = \sum_{i=1}^N (H_c \cdot S_x \cdot K_э \cdot K_n) \cdot K_x, \quad (2.13)$$

где  $S_x$  – площадь земель, которую удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом  $i$ -го вида в отчетном году, га (табл. П.4.2.);

$K_x$  – повышающий коэффициент (предотвращение загрязнения земель несколькими  $n$  химическими веществами)

$$K_x = \begin{cases} 1 + 0,2(n - 1), & \text{при } n \leq 10 \\ 3, & \text{при } n > 10 \end{cases}. \quad (2.14)$$

В расчетах принимать  $n = 1$ .

- Общая величина предотвращенного ущерба ( $Y_{np}^n$ ) от ухудшения и разрушения почв и земель в рассматриваемом районе за отчетный период времени определяется суммированием всех видов предотвращенных ущербов:

$$Y_{np}^n = Y_{np\ d}^n + Y_{np\ c}^n + Y_{np\ x}^n + Y_{np\ j}^n, \quad (2.15)$$

где  $Y_{np\ j}^n$  – любой другой  $j$ -й вид предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв в рассматриваемом регионе за отчетный период времени, тыс. руб./год.

### Задание № 3 (вариант 26)

Рассчитать предотвращенный ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель в Московской обл. По данным годового отчета в отчетном году проведены работы по восстановлению и рекультивации деградированных и загрязненных земель на площади 157 га, засоренных земель – на площади 305 га и земель, загрязненных химическими веществами – на площади 200 га.

## Решение:

- Оценка величины предотвращенного ущерба от деградации почв и земель в результате осуществления природоохранных мероприятий (формула 2.11).

$$Y_{прд}^n = H_c \cdot S_{\partial} \cdot K_{\partial} \cdot K_n = 130 \cdot 157 \cdot 1,6 \cdot 1 = 32656 \text{ тыс. руб.}$$

где  $H_c = 130$  тыс. руб./га – норматив стоимости освоения новых земель, изымаемых с/х угодий для несельскохозяйственных нужд для Московской обл. (табл. П. 4.1);

$S_{\partial} = 157$  га – площадь почв и земель, сохраненная от деградации за отчетный период времени в результате проведенных природоохранных мероприятий (табл. П. 4.2);

$K_{\partial} = 1,6$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (табл. П. 3.3);

$K_n = 1$  – коэффициент для особо охраняемых территорий (табл. П. 4.3).

- Оценка величины предотвращенного ущерба в результате природоохранной деятельности от захламления земель не-санкционированными свалками (формула 2.12):

$$Y_{прс}^n = \sum_{i=1}^N H_c \cdot S_c \cdot K_{\partial} \cdot K_n = 130 \cdot 305 \cdot 1,6 \cdot 1 = 63440 \text{ тыс. руб.}$$

где  $S_c = 305$  га – площадь земель, которые удалось предотвратить от захламления отходами одного вида за отчетный период времени (табл. П. 4.2);

- Оценка величины предотвращенного ущерба от загрязнения земель химическими веществами в результате природоохранной деятельности (формула 2.13)

$$Y_{прх}^n = \sum_{i=1}^N (H_c \cdot S_x \cdot K_{\partial} \cdot K_n) \cdot K_x = 130 \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 = 41600 \text{ тыс. руб.,}$$

где  $S_x=200$  га – площадь земель, которую удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом одного вида в отчетном году (табл. П. 4.2);

$K_x = 1$   $K_x = 1 + 0,2 \cdot (1 - 1)$  – повышающий коэффициент за предотвращение загрязнения земель одним химическим веществом (формула 2.14).

- Суммарную величину предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв по Московской обл. определяем по формуле 2.15:

$$Y_{np}^n = Y_{npd}^n + Y_{nrc}^n + Y_{nrx}^n = 32656 + 63440 + 41600 = 137696 \text{ тыс.руб.}$$

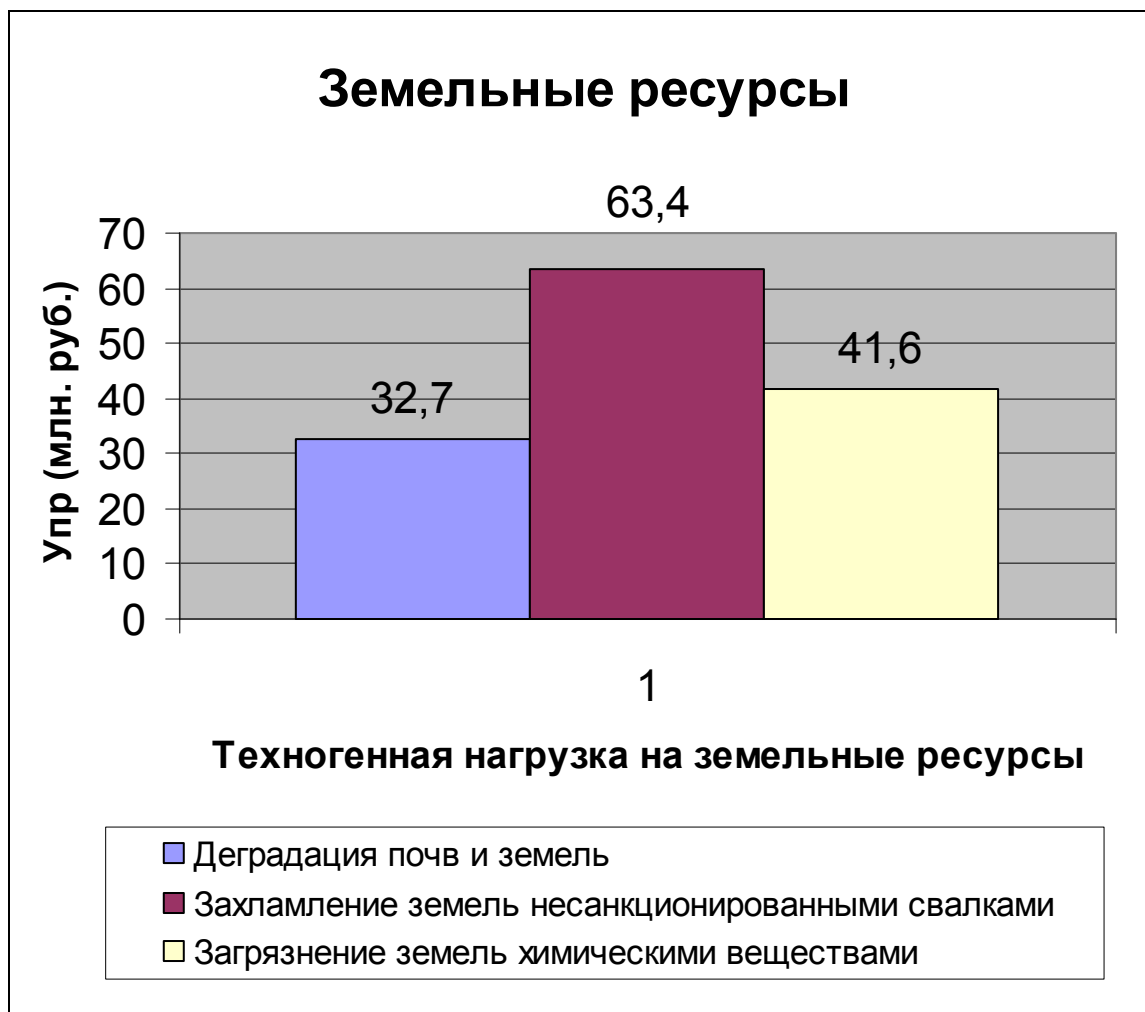


Рис. 2.3. Предотвращенный экологический ущерб земельным ресурсам в Московской обл.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### 3.1. Выводы по расчетам (раздел 2.1)

Максимальная концентрация  $C_{Mi}$  отходящих газов будет наблюдаться на расстоянии  $X_M$  от источника выбросов, так как отходящие аэрополлютанты относятся воздушным потоком (как правило,  $C_M > ПДК$ ). Благодаря диффузионным процессам и турбулентности воздуха, рассеивание начинает опережать накопление примеси и уровень загрязнения постепенно снижается. В ближайшей городской зоне концентрация аэрополлютантов не должна превышать  $ПДК$ .

Научно обоснованные нормы  $ПДК$  в приземном слое атмосферы должны обеспечиваться контролем нормативов для источников выбросов. Такими нормативами являются предельно допустимые выбросы –  $ПДВ$ . Это максимальные выбросы в единицу времени для данного природопользователя по данному компоненту, которые создают в приземном слое атмосферы максимальную концентрацию этого вещества  $C_{Mi}$ , не превышающую  $ПДК_i$ , с учетом фонового (существующего) загрязнения  $C_{\phi i}$ .

Проверить верность неравенства для каждого аэрополлютанта, подставляя полученные данные (согласно своему варианту) в формулу 3.1:

$$ПДВ_i \rightarrow \frac{C_{\phi i} + C_{Mi}}{ПДК_{м.р.i}} \leq 1. \quad (3.1)$$

Если данное условие не выполняется хотя бы по одному загрязняющему веществу, то делаем вывод о загрязнении атмосферы природопользователем.

#### 3.2. Выводы по расчетам (раздел 2.2)

По итоговым результатам построить диаграмму предотвращенного экологического ущерба природным ресурсам, сделать выводы.



*Рис. 3.1. Предотвращенный экологический ущерб природным ресурсам в Московской обл.*



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. – М.: ЮНИТИ, 2001.
2. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. – М.: Высш. шк., 2001.
3. Охрана окружающей среды / С.В. Белов, Ф. А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. – М.: Высшая школа, 1991.
4. Резчиков Е.А. Экология: уч. пособ. 3-е изд. испр. и доп. – М.: МГИУ, 2004.
5. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. – М.: Гос. ком. по охр. окр. прир. ср., 1999.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоздат, 1986.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ  
САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ И КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА (ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА)

Таблица П.1.1

*Варианты заданий и исходные данные*

№ вар	Размещение источника выбросов	Выплавка	Условия плавки	Высота трубы, Н, м	Диаметр устья трубы, D, м	Скорость выхода вещества, $W_0$ , м/с	$\Delta T$ , °С	Коэффициент рельефа местности, $\eta$
1	Братск	чугуна	Кислый процесс	15,0	0,5	5,1	12	4
2	Иркутск	чугуна	Основной процесс	20,5	0,56	4,8	19	2
3	Магнитогорск	чугуна	Применение O <sub>2</sub>	19,5	0,65	5,3	11	3
4	Кемерово	чугуна	Нагрев шихты	23,0	0,72	9,6	18	3,5
5	Чита	чугуна	Основной процесс	10,0	0,63	12,2	17	1,5
6	Омск	чугуна	Нагрев шихты	25,0	0,55	8,8	16	3,8
7	Челябинск	чугуна	Применение O <sub>2</sub>	30,0	0,75	7,6	16	2,5
8	Самара	стали	Легирован. сталь	12,0	0,4	14,2	21	3,6
9	Владимир	стали	Кислый процесс	24,5	0,65	9,2	22	2,9
10	Москва	стали	Основной процесс	14,5	0,44	11,2	20	3,1
11	Екатеринбург	стали	Применение O <sub>2</sub>	21,0	0,73	6,8	19	1,7
12	Курган	стали	Легирован. сталь	11,2	0,6	12,4	17	3,2

Продолжение таблицы П.1.1

№ вар	Размещение источника выбросов	Выплавка	Условия плавки	Высота трубы, Н, м	Диаметр устья трубы, D, м	Скорость выхода вещества, $W_0$ , м/с	$\Delta T$ , °С	Коэффициент рельефа местности, $\eta$
13	Ставрополь	чугуна	Кислый процесс	24,0	0,80	5,0	11	3,9
14	Ростов на Дону	чугуна	Основной процесс	18,5	0,55	4,9	18	2,1
15	Краснодар	чугуна	Применение O <sub>2</sub>	16,5	0,85	5,2	10	3,2
16	Мурманск	чугуна	Нагрев шихты	23,0	0,75	9,5	17	3,8
17	Уфа	чугуна	Основной процесс	13,5	0,65	12,1	16	1,9
18	Брянск	чугуна	Нагрев шихты	17,0	0,38	8,7	15	2,6
19	Калининград	чугуна	Применение O <sub>2</sub>	31,0	0,46	7,5	14	2,9
20	Владивосток	стали	Легирован. сталь	14,0	0,68	14,3	8	3,6
21	Сочи	стали	Кислый процесс	9,5	0,77	9,8	9	1,7
22	Ярославль	стали	Основной процесс	12,5	0,49	11,7	12	2,1
23	Норильск	стали	Применение O <sub>2</sub>	32,0	0,72	6,3	13	3,5
24	Азов	стали	Легирован. сталь	8,2	0,61	12,8	19	1,2
25	Воронеж	стали	Кислый процесс	15,2	0,59	9,7	20	1,5
26	С-Петербург	стали	Кислый процесс	22,2	0,63	9,5	20	1

**Исходные данные и удельное выделение вещества на единицу продукции**

№ варианта	Производительность печи Д, т/ч	Эффективность пылеочистки, η	Эффективность газоочистки, η	Удельные выделения веществ на единицу продукции, q <sub>i</sub> , кг/т								
				Взвешенные вещества	Углерода окись	Азота окись	Марганец	Аммиак	Водород хлористый	Фенол	Ксилол	
1	5	0,86	0,75	1,5	19	–	–	–	–	–	–	0,6
2	10	0,9	0,8	–	18	–	–	28	0,7	–	–	–
3	10	0,9	0,8	–	–	–	0,09	–	–	0,03	–	0,5
4	25	0,83	0,85	19	16	–	–	–	–	–	–	1,3
5	25	0,77	0,82	–	17	0,15	–	–	–	0,02	–	–
6	2	0,69	0,7	–	–	0,3	–	–	4,1	0,01	–	–
7	5	0,84	0,74	16	10	–	–	–	–	–	–	1,2
8	25	0,76	0,86	6,5	9	0,25	–	–	–	–	–	–
9	5	0,9	0,85	5	11	–	–	2,8	–	–	–	–
10	5	0,7	0,88	7,1	–	0,6	–	–	–	0,04	–	–
11	10	0,7	0,75	–	–	0,8	0,075	6,5	–	–	–	–
12	10	0,7	0,78	3,5	14	–	–	–	1,6	–	–	–
13	8	0,85	0,74	–	13	–	0,015	–	–	–	–	0,7

Продолжение таблицы П.1.2

№ варианта	Производительность печи Д, т/ч	Эффективность пылеочистки, η	Эффективность газоочистки, η	Удельные выделения веществ на единицу продукции, q <sub>i</sub> , кг/т							
				Взвешенные вещества	Углерода окись	Азота окись	Марганец	Аммиак	Водород хлористый	Фенол	Ксилол
14	9	0,91	0,80	–	28	–	–	0,48	0,85	–	–
15	11	0,93	0,82	–	–	–	0,075	–	–	0,06	0,8
16	12	0,82	0,88	5,8	12	–	0,056	–	–	–	–
17	15	0,78	0,85	–	22	0,45	–	–	–	0,1	–
18	13	0,68	0,72	–	–	0,055	0,088	–	1,15	–	–
19	18	0,86	0,79	3,7	–	–	–	–	2,85	–	1,2
20	5	0,77	0,87	4,9	–	0,77	0,066	–	–	–	–
21	20	0,92	0,84		21	–	–	0,28	–	0,09	–
22	14	0,75	0,89	4,4	–	–	–	–	–	0,07	15,6
23	10	0,73	0,78	–	–	0,09	0,1	7,85	–	–	–
24	19	0,79	0,77	2,1	8,6	–	–	–	0,84	–	–
25	7	0,85	0,90	7,5	7	–	–	6,3	–	–	–
26	25	0,90	0,8	2,9	23	0,15	–	–	–	–	–

Таблица П.1.3

**Значения поправочного коэффициента, учитывающего условия плавки,  $\beta$**

Условия плавки	Чугун	Сталь
Кислый процесс	1,0	1,0
Основной процесс	0,65	0,8
Применение кислорода	1,1	1,15
Плавка легированной стали	–	0,85
Предварительный нагрев шихты	1,22	–

Таблица П.1.4

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (по СН 3086-84)**

№ п/п	Вещество	ПДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
1	Азота окись	0,6	0,060	3
2	Аммиак	0,2	0,040	4
3	Ангидрид сернистый	0,5	0,050	3
4	Ацетон	0,35	0,35	4
5	Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	5	1,5	4
6	Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
7	Водород хлористый	0,2	0,2	2
8	Кислота азотная по молекуле HNO <sub>3</sub>	0,4	0,15	2
9	Кобальт	–	0,001	1
10	Ксилол	0,2	0,2	3
11	Марганец и его соединения	0,01	0,001	2
12	Меди окись (в пересчете на медь)	–	0,002	2
13	Ртуть металлическая	0,5	0,0003	1
14	Углерода окись	5	3	4
15	Фенол	0,01	0,003	2
16	Формальдегид	0,035	0,003	2
17	Хлор	0,10	0,003	2
18	Цинка окись (в пересчете на цинк)	–	0,05	3
19	Этилен	0,001	0,001	1

Таблица П.1.5

**Сводная таблица расчетов для построения графика  
распределения приземных концентраций вредных веществ  
от организованного высокого источника выбросов**

Номера точек ( $X_n$ )	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
Абциса точек	$0,1 X_M$	$0,5 X_M$	$0,8 X_M$	$X_M$	$3 X_M$	$5 X_M$	$8 X_M$
$X_n/X_M$							
$S_1$							
$C_x$							

## Приложение 2

Таблица П.2.1

**Исходные данные, необходимые для расчета эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов**

№ варианта	Водные бассейны и административно-государственные регионы РФ	Загрязняющие вещества (указанные номера соответствуют № п/п табл. П.2.2)	Показатель уд. ущерба, $Y_{уд}$ (руб./усл. т)	Коэффициц. экологич. ситуации и значимости $K_э$ , (б/р)
1	2	3	4	5
<b>I. Бассейн Балтийского моря</b>				
1	Калининградская область	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	8629	1,00
2	г. Санкт-Петербург (р. Нева)	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	10543	1,51
<b>II. Бассейн Каспийского моря</b>				
3	Вологодская область (р. Верхняя Волга)	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23	7359	1,14
4	г. Москва (р. Ока)	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24	12245	1,20
5	Кировская область (р. Кама)	1, 2, 4, 5, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 23, 24	7721	1,11
6	Свердловская область (р. Кама)	3, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 21,	9470	1,1
7	Саратовская область (р. Средняя Волга)	3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 18, 24	8324	1,32
8	Республика Дагестан (р. Терек)	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20	7600	1,11
<b>III. Бассейн Азовского моря</b>				
9	Курская область (р. Дон)	2, 3, 4, 5, 7, 9, 13, 15, 21, 22, 23, 24	8385	1,11
10	Краснодарский край (р. Кубань)	1, 3, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 19, 21, 23	8023	2,20
11	Ставропольский край (р. Кубань)	2, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 20, 22, 24	8564	1,53
<b>IV. Бассейн Черного моря</b>				
12	Брянская область (р. Днепр)	1, 5, 7, 9, 11, 13, 16, 17, 18, 20, 23, 24	5371	1,50



1	2	3	4	5
<b>V. Бассейн Белого и Баренцева морей</b>				
13	Архангельская область (р. Печора)	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 21	4997	1,67
14	Республика Коми (р. Северная Двина))	1, 3, 4, 9, 17, 18,19, 20, 21, 22, 23, 24	3223	1,17
<b>VI. Бассейн Северного Ледовитого океана</b>				
15	Республика Алтай (р. Обь)	2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 18, 19, 20, 21, 24	5791	1,06
16	Новосибирская область (р. Обь)	3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22	6725	1,14
17	Кемеровская область (р. Обь)	2, 4, 5, 7, 10, 13, 15 16, 19, 22, 23, 24	8219	1,29
18	Томская область (р. Обь)	7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22	5511	1,04
19	Красноярский край (р. Енисей)	6, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20, 23, 24	5884	1,31
20	Бурятская республика (р. Енисей)	3, 7, 8, 9, 11, 12, 15 16, 17, 18, 19, 20	4577	1,70
21	Иркутская область (р.Енисей)	8,10,11,13,14,15, 16,17,21,22, 23,24	5324	1,7
<b>VII. Бассейн Тихого Океана</b>				
22	Амурская область (р. Амур)	6, 8, 12, 13, 14,15, 17, 19, 20, 21, 22, 23	3362	1,1
23	Хабаровский край (р.Амур)	7, 9, 11, 13, 14 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24	4296	1,53
24	Приморский край (р. Амур)	9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19. 20, 23, 24	6304	1,08
25	Сахалинская область (реки острова Сахалин)	1, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24	5744	1,00
<b>VIII. Бассейн Каспийского моря</b>				
26	Московская область (р. Ока)	Разобранный при- мер (табл.2.5)	10918,1	1,20

Таблица П.2.2

**Количество (масса) вредных веществ, поступающих  
в водные объекты от природопользователя**

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	$m_{i1},$ т	$m_{i\text{нов}},$ т	$m_{i2},$ т	$m_{i\text{сн}},$ т
1	2	3	4	5	6
1	БПК полн.	12209	356	8420	2362,6
2	Нефтепродукты	414,4	43,8	280	94,5
3	Взвешенные вещества	16073	803,5	11240	2761,9
4	Сульфаты	69221	2307,3	52440	10498,6
5	Хлориды	116830	2336,6	83450	19644,1
6	Жиры, масла	1726,7	34,5	1224,6	279
7	Нитраты	6414,9	-	4220	1272,9
8	Нитриты	363	-	268,9	56,5
9	Азот аммонийный	4771,6	-	3336,8	789,1
10	Фенолы	1,07	0,06	0,53	0,33
11	СПАВ	82,3	0,43	69,9	7,44
12	Железо	305,4	-	175,8	70
13	Медь	4,0	-	2,98	0,56
14	Цинк	10,9	-	8,14	1,38
15	Никель	2,17	-	1,61	0,29
16	Хром	5,29	-	4,86	0,27
17	Ртуть	0,02	-	-	0,01
18	Марганец	2,15	-	1,74	0,17
19	Фтор	201,1	-	136,14	30,53
20	Формальдегид	4,04	0,07	2,3	1,81
21	Цианиды	0,03	-	0,01	0,02
22	Пестициды	0,21	-	-	0,15
23	Дихлорэтан	0,38	-	-	0,38
24	Тетраэтилсвинец	0,02	-	-	0,01
	Приведенная масса загрязнений, тыс. усл. т.	$M_1$	$M_{\text{нов}}$	$M_2$	$M_{\text{сн}}$

**Коэффициент относительной эколого-экономической опасности  
загрязняющих веществ**

№ группы	Загрязняющие вещества	$K_{эi}$ б/р
I	<b>Вещества и химические соединения преимущественно IV и III классов опасности</b>	
1	Сульфаты, хлориды, соли жесткости (Ca, Mg, K, Na), мочевины и др. хим. соединения с $ПДК_{рз} \geq 40,0$ г/м <sup>3</sup>	0,05
2	Нитраты, нитриты, карбомидная смола, лак битумный, кальций фосфорнокислый, метиленхлорид, таннины, и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 5,0 до 40,0 г/м <sup>3</sup>	0,20
3	Взвешенные вещества	0,15
4	<i>БПК<sub>полн</sub></i> , метилцеллюлоза, гуминовые кислоты, ОЖК, полиэфир, силикат калия, сульфат бария, этилен и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 2,0 до 4,0 г/м <sup>3</sup>	0,30
5	Азот общий, фтор, алюминий, фосфор, железо общее, аммония ион, бензол, карбомол, нитрат аммония (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), сероуглерод, сульфат аммония (NH <sup>+</sup> ), толуол, гексан и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,5 до 1,9 г/м <sup>3</sup>	1,00
II	<b>Химические соединения III и II классов опасности</b>	
6	Ацетат-ион (натрий уксуснокислый), бутилацетат, сульфанола НП-1, скипидар, формалин, фосфорнокислый калий, хлорат магния, этиленгликоль и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,2 до 0,4 г/м <sup>3</sup>	3,50
7	Гликозин, метанол, нефтеполимерная смола, роданид калия, свинец (Pb <sup>2+</sup> ), СПАВ, стирол, фосфор пятихлористый, хлористый литий, барий и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,06 до 0,15 г/м <sup>3</sup>	11,00
8	Ацетон, аммиак, бутиловый спирт, нефть, масла, жиры и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,02 до 0,05 г/м <sup>3</sup>	20,00
9	Кобальт, никель, марганец, мышьяк, цианиды, хром (Cr <sup>3+</sup> ), цинк, формальдегид и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,006 до 0,019 г/м <sup>3</sup>	90,00
10	Карбозолин, нафталин, пестициды, кадмий (Cd <sup>6+</sup> ) и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,003 до 0,005 г/м <sup>3</sup>	250,00
11	Ванадий, дихлорэтан, кадмий (Cd <sup>6+</sup> ), медь, фенолы, и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,001 до 0,002 г/м <sup>3</sup>	550,00

№ группы	Загрязняющие вещества	$K_{эi}$ б/р
III	<b>Высокотоксичные химические соединения I класса опасности</b>	
12	Дибутилфосфат натрия, литий, циклогексан, и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,0009 до 0,0005 г/м <sup>3</sup>	2000,00
13	Алифатические амины, гидразин гидрат и др. хим. соединения с $ПДК_{рз}$ от 0,0004 до 0,0002 г/м <sup>3</sup>	5000,00
14	Анилин, бенз(а)пирен, ИКВ-6-2 (ингибитор коррозии металлов), ртуть (Hg <sup>2+</sup> ), сулема, тетраэтилсвинец и др. хим. соединения с $ПДК_{рз} \leq 0,0001$ г/м <sup>3</sup>	15000,00

## Приложение 3

Таблица П.3.1

**Исходные данные, необходимые для расчета эколого-экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух**

№ варианта	Административно-государственные регионы РФ	Загрязняющие вещества (указанные номера соответствуют № п/п табл. П. 3.2)
1	2	3
1	Калининградская область	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	г.Санкт-Петербург	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14,
3	Вологодская область	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
4	г.Москва	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
5	Кировская область	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
6	Свердловская область	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
7	Саратовская область	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
8	Республика Дагестан	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
9	Курская область	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14
10	Краснодарский край	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14
11	Ставропольский край	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14
12	Брянская область	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
13	Архангельская область	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
14	Республика Коми	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14
15	Республика Алтай	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14
16	Новосибирская область	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14
17	Кемеровская область	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
18	Томская область	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
19	Красноярский край	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
20	Бурятская республика	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
21	Иркутская область	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
22	Амурская область	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
23	Хабаровский край	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14,
24	Приморский край	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
25	Сахалинская область	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,

Таблица П.3.2

**Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу  
от природопользователя**

№ п/п	Загрязняющие вещества	$m_{i1}$ , м	$m_{i2}$ , м	$m_{i\text{нов}}$ , м	$m_{i\text{ст}}$ , м	$K_{iэ}$ б/р
1	2	3	4	5	6	8
	<b><u>Твердые</u></b>					
1	Неорганическая пыль	1912,1	1726,5	216	116,6	2,7
2	Органическая пыль	1142,9	1103,6	128	42,3	6
3	Сажа (углерод)	108,8	126,1	90	42,1	2,7
	<b><u>Газообразные и жидкие</u></b>					
4	Диоксид серы	4258,3	10446,5	6200	–	20
5	Окись углерода	15260	12206	340	2120	0,4
6	Окислы азота	32688,1	30844	428	1400	16,5
7	Углеводороды	24744,8	19785,8	260	3680	0,7
8	ЛОС	26945,2	21515,8	–	4200	0,7
9	Аммиак	2100,7	1682,6	–	218	28,5
10	Бензин	1180,9	756	112	186	1,2
11	Этилацетат	12,2	9,4	–	1,8	6,7
12	Ацетон	77,2	66,2	–	–	28,5
13	Фенол	2,5	1,1	–	0,5	500
14	Уксусная кислота	15,2	13,1	–	0,8	20

**Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территорий и показатель удельного ущерба атмосферы в зависимости от экономических районов РФ**

Экономические районы РФ	Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости, $K_э$ , (б/р)		Показатель уд. ущерба $У_{уд}$ руб./усл. т
	Атмосферный воздух	Почвы	Атмосферный воздух
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Северный	1,4	1,4	35,6
Северо-Западный	1,5	1,3	48,4
Центральный	1,9	1,6	57,3
Волго-Вятский	1,1	1,5	49,5
Центрально-Черноземный	1,5	2,0	48,6
Поволжский	1,9	1,9	49,3
Северо-Кавказский	1,6	1,9	53,2
Уральский	2,0	1,7	52,2
Западно-Сибирский	1,2	1,2	46,6
Восточно-Сибирский	1,4	1,1	36,3
Дальневосточный	1,0	1,1	34,2
Калининградская	1,5	1,3	47,9

## Приложение 4

Таблица П.4.1

**Исходные данные, необходимые для расчета величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель**

№ зоны	Типы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель $H_c$ , тыс. руб./га
1	2	3
1	<b>I зона</b> Республики Карелия, Коми; Архангельская, Мурманская области; Ненецкий АО	127
2	<b>II зона</b> Республики Марий-Эл, Удмуртская; Брянская, Владимирская, Вологодская, Ивановская, Калужская, Тверская, Кировская, Костромская, Новгородская, Пермская, Псковская, Смоленская, Ярославская области; Коми-Пермяцкий АО	124
3	<b>III зона</b> Чувашская Республика; Нижегородская, Орловская, Рязанская, Тульская области	156
4	<b>IV зона</b> Республики Мордовия, Татарстан; Белгородская, Воронежская, Самарская, Курская, Липецкая, Пензенская, Тамбовская, Ульяновская области	206
5	<b>V зона</b> Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Саратовская области	174
6	<b>VI зона</b> Республика Адыгея, Краснодарский край	270
7	<b>VII зона</b> Республики Дагестан, Ингушская, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия, Чечня; Ставропольский край; Ростовская область	259
8	<b>VIII зона</b> Республика Башкортостан, Курская, Оренбургская, Свердловская, Челябинская области	147
9	<b>IX зона</b> Республика Алтай, Алтайский край, Новосибирская, Омская, Томская и Тюменская области; Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий АО	177



1	2	3
10	<b>X зона</b> Республики Бурятия, Тува, Хакасия; Красноярский край; Иркутская, Читинская области; Агинский Бурятский АО, Таймырский (Долгано-Ненецкий АО), Усть-Ордынский Бурятский АО, Эвенкийский АО	188
11	<b>XI зона</b> Республика Саха (Якутия); Приморский, Хабаровский край; Камчатская, Магаданская, Сахалинская области; Еврейская А/О, Корякский АО, Чукотский АО	51
12	<b>XII зона</b> Калининградская, Ленинградская области и г. Санкт-Петербург	81
13	<b>XIII зона</b> Московская область и г. Москва	130

**Площадь земель, подверженных техногенной нагрузке**

№ варианта	Административно-государственные регионы РФ	Площадь земель, спасенных от деградации, $S_{\partial}$ , га	Площадь земель, спасенных от захламления $S_c$ , га	Площадь земель, спасенных от загрязнения хим. вещ-ми $S_x$ , га	№ п/л по табл.П. 4.3
1	Калининградская область	183	350	103	1
2	г. Санкт-Петербург	178	405	51	2
3	Вологодская обл.	196	258	122	3
4	г.Москва	145	327	48	4
5	Кировская область	162	201	79	4
6	Свердловская обл.	131	244	83	3
7	Саратовская область	129	38	305	2
8	Республика Дагестан	111	159	207	1
9	Курская область	103	207	163	2
10	Краснодарский край	202	268	33	4
11	Ставропольский край	46	405	115	3
12	Брянская область	239	198	228	1
13	Архангельская область	222	338	56	2
14	Республика Коми	145	362	70	3
15	Республика Алтай	98	137	101	4
16	Новосибирская область	134	125	306	1
17	Кемеровская обл.	155	169	80	3
18	Томская область	165	210	320	4
19	Красноярский край	174	221	45	1
20	Бурятская республика	180	230	158	2
21	Иркутская область	196	245	169	4
22	Амурская область	200	260	134	1
23	Хабаровский край	210	253	146	2
24	Приморский край	135	280	185	3
25	Сахалинская область	140	278	255	1
26	Московская область	157	305	200	4

Таблица П.4.3

**Значения коэффициента для особо охраняемых территорий**

№ п/п	Почвы и земли в пределах особо охраняемых территорий	Коэффициент ( $K_n$ ) для особо охраняемых территорий
1	Земли природно-заповедного фонда	3
2	Земли природного, оздоровительного и историко-культурного назначения	2,5
3	Земли рекреационного назначения	1,5
4	Прочие земли	1

## Приложение 5

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра «БЖД и ПЭ»

### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине «Экология»

Преподаватель:

Студент:

Факультет

Группа:

Вариант:

Москва 2009