

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра экологии и географии

# **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Методические рекомендации  
к выполнению практических работ*

*Витебск  
ВГУ имени П.М. Машерова  
2024*

УДК 502.175(076.5)  
ББК 20.175я73  
Э40

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 1 от 24.10.2024.

Составители: доцент кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук, доцент **И.А. Литвенкова**; доцент кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат педагогических наук, доцент **С.В. Чубаро**

Р е ц е н з е н т :  
доцент кафедры экологии и химических технологий УО «ВГТУ»,  
кандидат технических наук, доцент *А.В. Гречаников*

**Экологическое проектирование и оценка воздействия на окружающую среду : методические рекомендации к выполнению практических работ / сост.: И.А. Литвенкова, С.В. Чубаро. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – 51 с.**

В учебном издании предлагаются задания для практических работ и методические рекомендации по их выполнению по дисциплине «Экологическое проектирование и оценка воздействия на окружающую среду». Задания способствуют освоению методик и закреплению практических навыков определения показателей воздействия на окружающую среду производственных объектов.

Предназначено для магистрантов специальностей 7-06-0521-01 Экология и 7-06-0532-01 География.

УДК 502.175(076.5)  
ББК 20.175я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
Практическая работа 1. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива .....	5
Практическая работа 2. Расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива .....	13
Практическая работа 3. Определение качественной и количественной характеристики поверхностного стока с территорий промышленных предприятий .....	20
Практическая работа 4. Расчет выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов .....	26
Практическая работа 5. Анализ качества атмосферного воздуха: определение зон рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере .....	31
Практическая работа 6. Нормирование водопотребления и водоотведения на примере туристического объекта .....	38
Практическая работа 7. Предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду на примере туристического объекта ...	41
Практическая работа 8. Взаимодействие с общественностью в процессе ОВОС .....	44
Практическая работа 9. Изучение отчета ОВОС на примере белорусской АЭС .....	47
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>49</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Экологическое проектирование и оценка воздействия на окружающую среду» дает теоретические знания и практические навыки в области определения и оценки видов воздействия, соответствующих изменений в окружающей среде и разработке мер по смягчению воздействий планируемой и проектируемой хозяйственной и иной деятельности. В ходе изучения учебной дисциплины последовательно раскрываются вопросы развития системы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), методы и этапы процедуры, содержание проектной документации, особенности проведения оценки воздействия для различных видов проектов намечаемой хозяйственной деятельности. Экологическая составляющая проектирования – экологическое обоснование хозяйственной деятельности – оценка воздействия проектируемых объектов на окружающую среду и экологическая экспертиза выступают мощным превентивным средством решения геоэкологических проблем.

Сложность и многообразие задач оценки воздействия на окружающую среду требует привлечения системного подхода и разнообразных методов оценки состояния компонентов природной среды и прогнозирования возможных последствий. В основе составления ОВОС лежит, прежде всего, эмпирическое обобщение данных о влиянии объекта на окружающую территорию. При этом используется вся совокупность частных и общих методов географических, инженерно-геологических, экологических исследований (полевых и камеральных). Они дополняются математическими методами, моделированием процессов, построением ГИС и т.д. Большое значение имеет установление соответствия параметров окружающей среды после реализации объекта ОВОС нормативным требованиям.

В данном учебном издании представлен набор практических занятий, направленных на освоение методов ОВОС, в соответствии с учебными программами дисциплины «Экологическое проектирование и оценка воздействия на окружающую среду» для магистрантов специальности 7-06-0521-01 Экология и 7-06-0532-01 География. Для каждого практического занятия приводятся общие положения (теоретические сведения), методики расчетов, собственно задания (задачи).

## **Практическая работа 1. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива**

**Цель работы:** овладеть методикой расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива.

**Общие положения.** Одним из источников воздействия на окружающую среду в Республике Беларусь является энергетическое производство. Традиционные способы сжигания органического топлива в энергетических установках сопряжены с разносторонним локальным и глобальным воздействием на окружающую среду. Это воздействие характеризуется химическим загрязнением биосферы (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии), тепловым загрязнением воздушного бассейна и водных объектов, физическим воздействием, а также изъятием природных ресурсов для технологических нужд и размещения основной площадки объекта энергетики.

К числу важнейших проблем, связанных со сжиганием органического топлива, относятся выбросы загрязняющих веществ непосредственно в атмосферный воздух, вследствие невозможности организации замкнутых циклов и безотходного производства. Для энергетической отрасли приоритетными загрязняющими веществами являются оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), углерода ( $\text{CO}_x$ ), серы ( $\text{SO}_x$ ), твердые вещества (зола, сажа, тяжелые металлы и др.).

Степень загрязнения окружающей среды зависит как от вида и качества используемого органического топлива, так и от типа энергетических установок.

При выборе топлива для производства энергии необходима оценка, которая учитывает экономические, тепловые и экологические показатели, так как любое органическое топливо имеет свои особенности.

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проводится в соответствии с «ТКП 17.08-01-2006(02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт».

### **1. Воздействие загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива, на окружающую среду и организм человека.**

Продукты сгорания углеводородного топлива, выбрасываемые в атмосферный воздух, содержат оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), углерода ( $\text{CO}_x$ ), серы ( $\text{SO}_x$ ), твердые вещества.

**Оксиды азота.** Оксиды азота образуются, в основном, в результате взаимодействия атмосферного азота, который используется для организации процесса горения, с кислородом и другими компонентами в топочной камере котлов.

Оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) относятся к числу вредных для здоровья человека примесей ( $\text{NO}_2$  – II класс опасности,  $\text{NO}$  – III класс опасности): даже при минимальных дозах в воздухе они раздражающе воздействуют на органы дыхания. Кроме того, они разрушают оборудование и материалы, способствуют образованию кислотных дождей, смогов и ухудшению видимости.

**Оксиды серы.** При загрязнении атмосферного воздуха сернистыми соединениями сверх допустимых пределов у людей обостряются легочные заболевания, в частности, хронический бронхит. Отрицательному воздействию также подвергаются растительные и животные организмы. Высокие концентрации диоксида серы вызывают серьезные повреждения у растений в виде появления белесых пятен на широколиственных деревьях или обесцвеченных некротических полос на листьях с продольным жилкованием, возможно также снижение продуктивности и замедление роста растений. При постоянном воздействии серы происходит обесцвечивание хлорофилла, приводящее к пожелтению листьев, появлению красной или бурой окраски. Особенно чувствительны к диоксиду серы лишайники, которые используются как биоиндикаторы при определении избыточных количеств диоксида серы в воздухе.

В ходе взаимодействия соединений серы с парами воды образуются сернистая и серная кислоты. При соответствующих метеоусловиях серная кислота находится в атмосфере в виде капелек тумана либо выпадает на землю в виде «кислотных дождей». С ростом кислотности погибают обитатели естественных водоемов, появляются грибы и бактерии – анаэробы, выделяющие углекислый газ, метан и сероводород. Кислотные дожди усиливают коррозию металлоконструкций, бетонных сооружений и др.

**Оксид углерода.** При неполном сгорании топлива возможно образование оксида углерода (угарный газ), весьма токсичного соединения. Оксид углерода при воздействии на человека или животных ослабляет организм и ускоряет поражение различными заболеваниями. При отравлении оксидом углерода характерна быстрая утомляемость, головная боль, одышка, нарушение сна, сердцебиение и т.п. Попадая в кровь, он способен быстро соединяться с гемоглобином с образованием стойкого соединения, карбоксигемоглобина, неспособного транспортировать кислород. Вследствие возникает острое кислородное голодание и прогрессирующее нарушение функций всех жизненно важных органов, в первую очередь – центральной нервной системы, т.к. клетки мозга особенно чувствительны к недостатку кислорода.

**Тяжелые металлы.** Топливо, содержащее в своем составе тяжелые металлы, сжигается в топливосжигающих установках, в процессе чего микропримеси тяжелых металлов частично попадают в шлак, частично выбрасываются с летучей золой и газами в атмосферу. Уже при

минимальных концентрациях содержания в воздухе тяжелых металлов происходит негативное воздействие на организм человека. Тяжелые металлы оказывают отрицательное канцерогенное, мутагенное воздействие на человека. Особенно опасно их совместное (синергетичное) воздействие. К числу наиболее опасных тяжелых металлов относятся кадмий и свинец, воздействие которых выражается в блокировании активности ферментов и ингибировании физиологических процессов. Тяжелые металлы проникают в организм человека с аэрозолями через органы дыхания и кожный покров, а также с пищей и, что особенно важно, накапливаются в трофических цепях.

## **2. Теплотехнические характеристики топлива**

Важнейшей характеристикой, определяющей тепловую ценность любого топлива, является теплота сгорания ( $Q$ ). Под теплотой сгорания понимают количество тепла в кДж, которое выделяет при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива при нормальных физических условиях. Теплота сгорания обычно выражается в кДж, а иногда приводится в килокалориях (1 ккал = 4,187 кДж). Теплота сгорания любого топлива определяется экспериментально в специальной калориметрической установке.

Для сравнения тепловой ценности различных видов топлива пользуются понятием условного топлива, под которым понимают топливо, теплота сгорания которого равна 29,350 МДж/кг (7000 ккал/кг). Этой величиной пользуются для характеристики различных видов топливных ресурсов, при сравнении расходов топлива и при проведении технико-экономических расчетов.

**Задание.** Определить количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании газообразного, жидкого и твердого топлива согласно исходным данным своего варианта, представленным в таблицах 3,4. Количество отпускаемой тепловой энергии за год во всех случаях принимать постоянным и равным 1000 Гкал.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании газообразного топлива необходимо использовать теплоту сгорания, равную 33,53 МДж/м<sup>3</sup>.

Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива согласно индивидуальному заданию представить в виде таблицы 2.

Оценить эффективность использования для производства тепловой энергии газообразного, жидкого и твердого топлива. Предложить мероприятия по снижению негативного воздействия процесса сжигания топлива на окружающую среду.

#### 4. Расчет фактического расхода топлива

Расход топлива необходимого для получения 1000 Гкал тепловой энергии определяется с учетом теплоты сгорания газообразного, жидкого и твердого видов топлива и следующего соотношения:

$$1 \text{ Гкал} = 142,85 \cdot 10^{-3} \text{ т у.т.}$$

Для пересчета расхода условного топлива ( $B_{\text{усл}}$ ) в фактическое ( $B$ ) используется величина калорийного эквивалента топлива. Расчет производится по следующей формуле:

$$B = B_{\text{усл}} / K$$

Калорийный эквивалент ( $K$ ) представляет собой отношение низшей рабочей теплоты сгорания натурального топлива ( $Q_i^r$ ) к низшей теплоте сгорания условного топлива ( $Q_{\text{усл т}}$ ):

$$K = Q_i^r / 29,350$$

#### 5. Методика определения выбросов загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива

##### 5.1 Расчет выбросов оксида углерода

Валовой выброс оксида углерода  $M_{\text{CO}}$ , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{\text{CO}} = 10^{-3} \cdot B_s \cdot C_{\text{CO}}$$

где  $B_s$  – расчетный расход топлива, определяемый по формуле:

$$B_s = \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right) \cdot B,$$

где  $q_4$  – потери тепла, от механической неполноты сгорания топлива, %.

**При сжигании газообразного топлива принимается  $q_4=0$ ; при сжигании твердого и жидкого топлива используются данные таблиц 3, 4;**

$B$  – фактический расход топлива за рассматриваемый период, т/год;

$C_{\text{CO}}$  – выход углерода оксида при сжигании топлива, г/кг. Выход углерода оксида  $C_{\text{CO}}$ , г/кг, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{CO}} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r,$$

где  $q_3$  – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %, определяемые в соответствии с данными таблицы 3;

$R$  – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания углерода оксида, принимается в соответствии с данными таблицы 3;



$Q_i^r$  – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Таблица 1. Показатели потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива

Наименование вида топлива	Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива ( $q_3$ ), %	Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, $R$
Газообразное топливо		
Жидкое топливо		
Твердое топливо		

## 5.2 Расчет выбросов оксидов азота

### 5.2.1 Расчет выбросов оксидов азота при сжигании газообразного и жидкого топлива

Валовой выброс оксидов азота  $M_{NO_x}$ , т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = 10^{-3} \cdot B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x},$$

где  $B_s$  – расчетный расход топлива, определяемый (см. выше);

$Q_i^r$  – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{NO_x}$  – удельный выброс оксидов азота, г/МДж зависит от типа котла (водогрейный или паровой) и вида топлива.

Для **водогрейных котлов** удельный выброс оксидов азота, г/МДж рассчитывается по формулам:

- при сжигании газообразного топлива:

$$K_{NO_x} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,86 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,03$$

- при сжигании жидкого топлива:

$$K_{NO_x} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,86 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,09$$

Для **паровых котлов** удельный выброс оксидов азота, г/МДж рассчитывается по формулам:

- при сжигании газообразного топлива:

$$K_{NO_x} = 0,01 \cdot \sqrt{1,59 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,03;$$

- при сжигании жидкого топлива:

$$K_{NO_x} = 0,01 \cdot \sqrt{1,59 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,09$$

### 5.2.2 Расчет выбросов оксидов азота при сжигании твердого топлива

При сжигании твердого топлива валовой выброс оксидов азота  $M_{NO_x}$ , т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = 10^{-3} \cdot B_S \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x}^T$$

где  $K_{NO_x}^T$  – удельный выброс азота оксидов, г/МДж, определяемый при сжигании твердого топлива по следующей формуле:

$$K_{NO_x}^T = 10^{-3} \cdot H_T \cdot \alpha_T \cdot \sqrt{B_S \cdot (Q_i^r)^3}$$

где  $H_T$  – характеристика топлива;

$\alpha_T$  – коэффициент избытка воздуха в топке, зависящий от номинальной тепловой мощности котла, который равен 2.

### 5.2.3 Расчет выбросов оксида азота и диоксида азота при сжигании топлива

С учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе, выбросы оксида азота ( $M_{NO}$ ) и диоксида азота ( $M_{NO_2}$ ) вычисляются по следующим формулам:

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot M_{NO_x}$$
$$M_{NO} = 0,13 \cdot M_{NO_x}$$

### 5.3 Расчет выбросов диоксида серы при сжигании твердого и жидкого топлива

Валовой выброс диоксида серы  $M_{SO_2}$ , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta_{s1}) \cdot (1 - \eta_{s2})$$

где  $B$  – фактический расход топлива за рассматриваемый период, т/год;

$S^r$  – среднее содержание серы в рабочей массе топлива (табл. 3), %;

$\eta_{s1}$  – доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле (табл. 4)

$\eta_{s2}$  – доля серы оксидов, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц,  $\eta_{s2} = 0$ .

#### 5.4 Расчет выбросов твердых загрязняющих веществ

Валовой выброс твердых частиц  $M_{PM}$  и сажи  $M_C$ , т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формулам:

- при сжигании твердых видов топлива:

$$M_{PM} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot \left( \alpha_{ab} \cdot A^r + q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \right)$$

- при сжигании жидких видов топлива:

$$M_C = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68}$$

где  $B$  – фактический расход топлива за рассматриваемый период, т/год;

$Q_i^r$  – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$A^r$  – фактическая зольность топлива на рабочую массу, %;

$\eta_c$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях,  $\eta_c=0$

$\alpha_{ab}$  – доля золы, уносимой газами из котла;

$q_{ab}$  – потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %.

Таблица 2. Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Количество выбросов загрязняющих веществ, тонн		
		При сжигании газообразного топлива	При сжигании жидкого топлива	При сжигании твердого топлива
1	Оксид углерода			
2	Диоксид углерода			
3	Оксид азота			
4	Диоксид серы	-		
5	Твердые частицы	-		

Таблица 3. Исходные данные для расчета

Вариант	Тип котла	Наименование топлива	Теплота сгорания, $Q_i^r$ МДж/кг	Характеристика топлива, ( $H_T$ )	Среднее содержание серы в рабочей массе топлива $S^r$ , %
для жидкого топлива					
1	паровой	мазут малозольный	40,39	-	0,85
2	водогрейный	мазут зольный	39,9	-	1,8

для твердого топлива					
1	паровой	брикеты торфяные	15,39	15,4	0,2
2	водогрейный	щепа из малоплотной древесины	11,68	14,3	0,1
3	паровой	древесина дровяная	10,47	14,3	0,05
4	водогрейный	брикеты торфяные	17,37	15,4	0,1
5	паровой	торф фрезерный	15,31	15,4	0,2
6	водогрейный	брикеты торфяные с древесными опилками	17,2	15,4	0,1
7	паровой	бурый уголь	15,66	16,5	0,2
8	водогрейный	бурый уголь	19,05	16,5	0,2
9	паровой	сланцы	7,66	12,1	1,3
10	водогрейный	брикеты торфяные	16,59	15,4	0,2
11	паровой	древесные отходы, обрезки	10,9	13,2	0,05
12	водогрейный	щепа из среднеплодной древесины	11,48	14,3	0,1
13	паровой	древесина дровяная для топливных нужд	10,22	14,3	0,05
14	водогрейный	древесные опилки для топливных нужд	10,32	14,3	0,05
15	паровой	лигнин	4,78	15,4	0,6

Таблица 4. Исходные данные для расчета

Вариант	Фактическая зольность топлива на рабочую массу ( $A'$ ), %	Потери тепла, от механической неполноты сгорания топлива ( $q_4$ ), %.	Доля золы, уносимой газами из котла ( $\alpha_{ab}$ )	Потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива ( $q_{ab}$ ), %.	Доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле ( $\eta_{sl}$ )
для жидкого топлива					
1	0,04	0,1	0,05	0,02	0,02
2	0,12	0,1	0,05	0,02	0,02
для твердого топлива					
1	9	5	0,06	2	0,25
2	3	4	0,15	2,5	0,58
3	0,6	4	0,2	1	0,69
4	5	3	0,06	1,5	0,25
5	5	2,5	0,95	1	0,25
6	6,5	5	0,06	2	0,25
7	4,7	2	0,95	1,5	0,5

8	6,1	2	0,95	1,5	0,65
9	48,2	0,5	0,95	0,2	0,8
10	9	5	0,06	2	0,25
11	6	4	0,2	1,2	0,63
12	3	4	0,15	2,5	0,58
13	0,6	4	0,2	1	0,69
14	0,6	1,5	0,2	0,7	0,55
15	3,7	7	0,15	2,5	0,27

## **Практическая работа 2. Расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива**

**Цель работы:** оценка выбросов тяжелых металлов при сжигании органического топлива.

**Общие положения.** Сжигание топлива является одним из источников поступления в окружающую среду выбросов тяжелых металлов. Топливо, содержащее в своем составе тяжелые металлы, сжигается в топливосжигающих установках, в процессе чего микропримеси тяжелых металлов частично попадают в шлак, частично выбрасываются с летучей золой и газами в атмосферу.

Роль тяжелых металлов с точки зрения воздействия на организм человека неоднозначна. С одной стороны, они необходимы для нормального протекания физиологических процессов, а с другой – при повышенных концентрациях могут приводить к нарушениям работы различных органов. Недостаток некоторых металлов можно рассматривать и как фактор, ограничивающий жизнедеятельность живых организмов. Таким образом, загрязнение окружающей среды металлами, с одной стороны, повышает концентрацию в атмосфере необходимых металлов, с другой – доводит содержание их до токсичного уровня.

Тяжелые металлы проникают в организм человека с аэрозолями через органы дыхания и кожный покров, а также с пищей через желудочно-кишечный тракт и, что особенно важно, способны накапливаться в трофических цепях.

Содержание металлов в различных органах и тканях может изменяться в зависимости от содержания их в объектах окружающей среды. На молекулярном уровне тяжелые металлы могут ингибировать ферменты, необратимо изменять макромолекулы белков и нуклеиновых кислот и, как следствие изменять скорость процессов метаболизма и синтеза. Они также могут приводить к мутациям. На клеточном уровне может возникать дефицит жизненно важных метаболитов, нарушаться структура и проницаемость клеточных мембран. Все это вызывает дисфункцию органов и всего организма в целом, а в ряде случаев ведет к появлению новообразований.

Тяжелые металлы оказывают отрицательное канцерогенное, мутагенное воздействие на человека. Особенно опасно их совместное воздействие.

В настоящее время расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива производится в соответствии с ТКП 17.08-14-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов».

К числу тяжелых металлов, которые подлежат контролю и расчету при сжигании топлива, относятся следующие:

- кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий);
- медь и ее соединения (в пересчете на медь);
- никеля оксид (в пересчете на никель);
- ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть);
- свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец);
- хрома трехвалентные соединения (в пересчете на хром трехвалентный);
- цинк и его соединения (в пересчете на цинк);
- мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк).

Медь является жизненно важным и сильно токсичным металлом. Биологически незаменимый, жизненно важный элемент, необходимый для человека, животных и растений. Медь входит в состав гормонов и влияет на рост, развитие, воспроизводство, обмен и другие процессы. Дефицит меди отражается на физиологических процессах и продуктивности растений. Избыток меди у человека вызывает острый панкреатит, язву двенадцатиперстной кишки, бронхиальную астму и др.

Резорбтивное действие кадмия проявляется в поражении центральной нервной системы, внутренних органов, главным образом сердца, почек, печени, костной ткани. Кадмий способен оказывать и канцерогенное воздействие на организм человека.

Никель относится к числу микроэлементов, необходимых для нормального развития живых организмов. В организме животных он накапливается в ороговевших тканях, особенно в перьях. Повышенное содержание никеля в почвах приводят к эндемическим заболеваниям – у растений появляются уродливые формы, у животных – заболевания глаз, связанные с накоплением никеля в роговице.

Соединения ртути высоко токсичны, они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции.

Свинец – токсичный элемент, вызывающий изменения в нервной системе, крови и сосудах. Активно влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат. Отравление свинцом чрезвычайно опасно для маленьких детей, так как он отрицательно действу-

ет на развитие мозга и нервной системы. Дети дошкольного возраста наиболее восприимчивы к воздействию свинца, поскольку их нервная система находится в стадии формирования. Даже слабое отравление свинцом вызывает снижение интеллектуального развития, внимания и умения сосредоточиться, отставание в чтении, ведет к развитию агрессивности, гиперактивности и другим проблемам. Большинство соединений свинца малоподвижны, поэтому велика опасность накопления техногенного свинца в почвах.

При избыточном поступлении в организм хрома существенно нарушается биологический процесс окисления. Хром угнетает тканевое дыхание, приводит к подавлению энергетического обмена в клетках. Хром способен аккумулироваться в организме человека, он легко проникает в легкие и накапливается в них.

Цинк является высокоподвижным биофильным и технофильным элементом, широкого диапазона действия на живые организмы. Жизненно важный элемент для растений, участвующий в окислительно-восстановительных процессах, влияющий на фотосинтез, играющий важную роль в фосфатном и углеводном обмене. Цинк оказывает положительное влияние на процесс плодоношения и рост семян, регулирует синтез крахмала и пр. Соли цинка, особенно сульфаты и хлориды, обладают высокой токсичностью для человека. При хроническом воздействии пыли цинка отмечаются желудочно-кишечные расстройства. Повышается заболеваемость верхних дыхательных путей, кариес зубов.

Соединения мышьяка действуют на нервную систему, стенки сосудов, вызывают увеличение проницаемости и паралич капилляров. Он вызывает злокачественные новообразования, обладает тератогенным действием.

Опасность загрязнения тяжелыми металлами биосферы обусловлена их устойчивостью во внешней среде, растворимостью в атмосферных осадках, способностью к сорбции почвой, зелеными насаждениями, донными отложениями, что в совокупности и приводит к постепенному накоплению в среде обитания человека.

Выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании топлива осуществляются преимущественно с твердыми частицами. Выбросы ртути осуществляются с твердыми частицами и в парогазовой фазе.

Выбросы тяжелых металлов при сжигании топлива зависят от:

- вида топлива;
- исходного содержания тяжелых металлов в топливе;
- условий сжигания топлива (типа и мощности установки, условий горения);
- системы очистки отходящих газов.

Содержание тяжелых металлов в топливе может различаться в зависимости от месторождения, глубины залегания и других условий. Среднее

содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Республике Беларусь, приведено в таблице 1.

Выброс тяжелых металлов в  $j$  атмосферный воздух определяется по одному из двух методов:

- на основании содержания тяжелых металлов в топливе;
- на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива.

Валовой выброс  $i$ -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании содержания тяжелых металлов в топливе рассчитывается по следующей формуле:

$$E_i^{te} = (A_j^{tf} \cdot C_{ij} - \frac{A_j^{tf} \cdot C_{ij} \cdot (1 - a_y)}{(1 - a_y) + f_{ei} \cdot a_y} \cdot R_i \cdot (1 - \eta) + A_j^{tf} \cdot C_{ij} \cdot (1 - R_i)) \cdot 10^{-6}$$

где  $A_j^{tf}$  – расход топлива  $j$  в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс. м<sup>3</sup>/год);

$C_{ij}$  – содержание  $i$ -го тяжелого металла в топливе  $j$ , г/т (для газообразного топлива, г/м<sup>3</sup>);

$a_y$  – доля золы, уносимой дымовыми газами;

$f_{ei}$  – коэффициент обогащения летучей золы (золы уноса) тяжелым металлом  $i$ ;

$R_i$  – доля  $i$ -го тяжелого металла, переходящего в золу;

$\eta$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

Валовой выброс  $i$ -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_i = A_j^{tf} \cdot F_{ij} \cdot 10^{-6}$$

где  $A_j^{tf}$  – расход топлива  $j$  в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс. м<sup>3</sup>/год);

$F_{ij}$  – удельный показатель выбросов  $i$ -го тяжелого металла при сжигании топлива, г/т (для газообразного топлива, г/м<sup>3</sup>).

Таблица 1 – Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Беларуси, г/т

Тип топлива	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Уголь каменный и бурый, среднее	20,0	0,25	8,3	9,3	0,2	9,2	7,1	36,2
Уголь, содержание по бассейнам: Донецкий (Ростовская область)	4,6	0,8	-	50,0	0,75	44,0	35,5	67,0



Канско-Ачинский	-	1,5	-	1,6	-	1,5	1,0	15,0
Кузнецкий	1,43	-	26,0	14,6	0,1	15,3	8,0	29,5
Печорский	4,6	-	28,9	17,6	0,05	18,7	4,2	25,0
Подмосковный	-	0,87	40,5	18,4	0,24	9,6	10,9	56,9
Челябинский	-	-	25,4	31,0	0,006	14,7	5,0	73,0
Горючие сланцы	-	-	50,0	10,0	0,05	30,0	30,0	10,0
Мазут	0,03	0,07	0,50	0,38	0,05	47,0	1,33	1,7
Природный газ	-	-	-	-	1,4 (мкг/м <sup>3</sup> )	-	-	-
Торф фрезерный	3,8	0,14	1,7	1,6	0,08	0,7	1,1	11,0
Торфяные брикеты	5,0	0,19	2,3	2,1	0,1	0,9	1,5	14,5
Дрова топливные, древесные отходы	0,05	0,08	0,31	1,59	0,01	0,62	0,41	6,5

Доля перехода тяжелых металлов в золу ( $R_i$ ) и коэффициент обогащения тяжелыми металлами летучей золы ( $f_{ei}$ ) при сжигании твердого топлива представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Доля перехода тяжелых металлов в золу ( $R_i$ ) и коэффициент обогащения тяжелыми металлами летучей золы ( $f_{ei}$ ) при сжигании твердого топлива

Показатель	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
$R_i$	1	1	1	1	0,5	1	1	1
$f_{ei}$	2,5	2,5	1,5	1,5	1	1,5	2,5	2,5

Оценка выбросов тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании органического топлива применяется при:

- инвентаризации и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- государственном, ведомственном, производственном контроле за соблюдением установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- оценке воздействия на окружающую среду и проведении государственной экологической экспертизы;
- исчислении экологического налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

**Задание 1.** Предприятие для работы котельной использует два вида топлива: природный газ и мазут. Также на предприятии имеется котел, работающий на твердом топливе.

Для обеспечения 2000 Гкал тепловой энергии за год используют 70% газообразного, 15% жидкого и 15% твердого топлива. Рассчитать какое количество тяжелых металлов поступает в окружающую среду в результате сжигания данных видов топлива.

Исходные данные для расчета приведены в таблицах 3-5.

Для расчета выбросов тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании газообразного и жидкого топлива необходимо использовать теплоту сгорания, равную 33,53 МДж/м<sup>3</sup> и 40,39 МДж/кг соответственно.

Результаты расчетов выбросов тяжелых металлов при сжигании различных видов топлива согласно индивидуальному заданию представить в виде таблицы 6.

Сделать вывод о негативном влиянии тяжелых металлов на компоненты биосферы.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Вариант	Установка для сжигания твердого топлива	Наименование топлива	Теплота сгорания ( $Q_i^r$ ), МДж/кг	Эффективность золоулавливания, %
1	Котлы, камерные топki, твердое шлакоудаление	Бурый уголь	15,66	Без очистки
2	Котлы, камерные топki, твердое шлакоудаление	Бурый уголь	19,05	70
3	Котлы, слоевые топki	Брикеты торфяные	16,59	70
4	Котлы, слоевые топki	Древесное топливо	10,22	70
5	Котлы, слоевые топki	Торф фрезерный	15,31	Без очистки
6	Котлы, слоевые топki	Торф фрезерный	17,2	$\geq 90$
7	Котлы, камерные топki, жидкое шлакоудаление	Бурый уголь	15,66	70
8	Котлы, камерные топki, жидкое шлакоудаление	Бурый уголь	19,05	Без очистки
9	Котлы, камерные топki, твердое шлакоудаление	Торф фрезерный	15,31	70
10	Котлы, камерные топki, твердое шлакоудаление	Торф фрезерный	15,31	Без очистки
11	Котлы, слоевые топki	Древесное топливо	10,22	Без очистки
12	Котлы, слоевые топki	Брикеты торфяные	17,2	Без очистки

Таблица 4 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при сжигании твердого топлива, г/т топлива

Тяжелые метал- лы	Котлы, камерные топки, твердое шлакоудаление					
	Уголь каменный и бурый			Торф фрезерный		
	Эффективность золоулавливания, %					
	Без очистки	70%	≥ 90	Без очистки	70%	≥ 90
As	19	5,7	0,48	3,61	1,1	0,36
Cd	0,2	0,1	0,006	0,1	0,0	0,01
Cr	7,9	2,4	0,12	1,6	0,5	0,16
Cu	8,8	2,7	0,13	1,5	0,5	0,15
Hg	0,19	0,06	0,004	0,08	0,02	0,01
Ni	8,7	2,6	0,13	0,7	0,2	0,07
Pb	6,7	2,0	0,17	1,0	0,3	0,10
Zn	34,4	10,3	0,86	10,5	3,1	1,05

Тяжелые металлы	Котлы, камерные топки, жидкое шлакоудаление					
	Уголь каменный и бурый					
	Эффективность золоулавливания, %					
	Без очистки		70%		≥ 90	
As	15		4,5		1,5	
Cd	0,19		0,06		0,02	
Cr	6,23		1,87		0,62	
Cu	6,98		2,09		0,70	
Hg	0,15		0,05		0,02	
Ni	6,90		2,07		0,69	
Pb	5,33		1,60		0,53	
Zn	27,15		8,15		2,72	
Тяжелые металлы	Котлы, слоевые топки					
	Уголь каменный и бурый			Торфяные брикеты		
	Эффективность золоулавливания, %					
	Без очистки	70%	≥ 90	Без очистки	70%	≥ 90
As	3,0	0,9	0,3	0,75	0,23	0,08
Cd	0,04	0,01	0,004	0,03	0,01	0,003
Cr	1,2	0,37	0,12	0,35	0,10	0,03
Cu	1,4	0,42	0,14	0,14	0,04	0,01
Hg	0,03	0,01	0,003	0,02	0,005	0,002
Ni	1,4	0,41	0,14	0,14	0,04	0,01
Pb	1,1	0,32	0,11	0,23	0,07	0,02
Zn	5,4	1,63	0,54	2,18	0,65	0,22
Тяжелые металлы	Котлы, слоевые топки					
	Торф фрезерный			Древесное топливо		
	Эффективность золоулавливания, %					
	Без очистки	70%	≥ 90	Без очистки	70%	≥ 90
As	0,57	0,17	0,06	0,008	0,002	0,001
Cd	0,02	0,01	0,002	0,01	0,004	0,001
Cr	0,26	0,08	0,03	0,05	0,01	0,005
Cu	0,24	0,07	0,02	0,24	0,07	0,024
Hg	0,01	0,004	0,001	0,002	0,0	0,0002
Ni	0,11	0,03	0,01	0,09	0,03	0,009
Pb	0,17	0,05	0,02	0,06	0,02	0,006
Zn	1,65	0,50	0,17	0,98	0,29	0,098

Таблица 5 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при сжигании жидкого и газообразного топлива

Топливо	Ед. Изм.	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Мазут топочный	г/т	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62
Топливо печное бытовое	г/т	-	0,01	0,05	0,3	-	0,5	1,0	0,1
Природный газ	г/тыс м <sup>3</sup>	-	-	-	-	0,0014	-	-	-

Таблица 6 – Результаты расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании газообразного, жидкого и твердого топлива

Тяжелые металлы	Топливо			Итого
	Фактический расход топлива			
As				
Cd				
Cr				
Cu				
Hg				
Ni				
Pb				
Zn				

### Практическая работа 3. Определение качественной и количественной характеристики поверхностного стока с территорий промышленных предприятий

**Цель работы:** изучить качественную и количественную характеристику поверхностного стока, формирующегося на территории промышленных предприятий; определить среднегодовые объемы поверхностного стока с территорий промплощадок.

**Общие положения.** Одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения является поверхностный сток с территорий площадок промышленных предприятий, включающий дождевые, талые и поливомоечные сточные воды. Степень и характер загрязнения поверхностного стока с территорий промышленных предприятий различны и зависят от санитарного состояния бассейна водосбора и приземной атмосферы, уровня благоустройства территории, а также гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния. Для принятия экологически безопасных и экономически обоснованных решений необходим комплексный научный подход в изучении проблем поверхностного стока вод с территорий промышленных предприятий.

Сточные воды – воды, сбрасываемые от жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после использования их в хозяйственной и иной деятельности, а также воды, образующиеся при выпадении атмосферных осадков, таянии снега, поливке и мытье дорожных покрытий (поливомоечные работы) на территории населенных пунктов, объектов промышленности, строительных площадок и других объектов и сбрасываемые в окружающую среду, в том числе через систему канализации.

Атмосферные сточные воды – воды, образующиеся в результате выпадения дождей и таяния снега. Дождевые сточные воды – воды, возникающие в результате выпадения дождей. Поливомоечные сточные воды – воды, образующиеся при мойке водонепроницаемых покрытий. Талые сточные воды – воды, образующиеся в результате таяния снега и льда в период весеннего половодья (снеготаяния).

Промышленные предприятия первой группы – предприятия, на территории которых образуются поверхностные сточные воды, не содержащие специфических токсичных загрязняющих веществ и которые по химическому составу близки к поверхностным сточным водам, образующимся на территории жилой застройки. Промышленные предприятия второй группы – предприятия, на территории которых образуются поверхностные сточные воды, содержащие специфические токсичные загрязняющие вещества или значительные концентрации органических веществ.

**Качественная характеристика поверхностных стоков, формирующихся на территории промышленных предприятий.** Состав примесей в поверхностном стоке с территории промышленных предприятий определяется характером основных технологических процессов, а их концентрация зависит также от рода поверхности водосборного бассейна, технического состояния искусственных покрытий, режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных продуктов и отходов производства. На крупных предприятиях, включающих разнообразные по характеру технологии производства, поверхностный сток с отдельных участков водосборной площади по составу примесей может отличаться от стока с других участков и общего стока, что должно учитываться при разработке схемы его отведения и очистки. Концентрация основных примесей в дождевом стоке зависит от гидрометеорологических параметров выпадающих осадков (величины слоя за дождь, продолжительности и интенсивности дождя) и продолжительности предшествующего периода сухой погоды. Концентрация примесей тем выше, чем меньше слой осадков и продолжительнее период сухой погоды, и изменяется в процессе стекания дождевых вод. Наибольшие концентрации имеют место в начале стока до достижения максимальных расходов, после чего наблюдается интенсивное их снижение.

Концентрация примесей в талых водах зависит от количества осадков, выпадающих в холодное время года, доли грунтовых поверхностей в балансе площади водосбора, притока стока с прилегающих незастроенных территорий. Сток поливомоечных вод отличается относительно стабильным составом и высокими концентрациями примесей.

Многообразие факторов, влияющих на формирование поверхностного стока, обуславливает значительные колебания его состава. В зависимости от состава примесей, накапливающихся на территории промплощадок

и смываемых поверхностным стоком, промышленные предприятия и отдельные его участки можно разделить на две группы.

К первой группе относятся предприятия, сток с которых по составу примесей близок к поверхностному стоку с селитебных зон и не содержит специфических веществ с токсичными свойствами. Основными примесями, содержащимися в стоке с территории предприятий первой группы, являются грубодиспергированные примеси, нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах, минеральные соли и органические примеси естественного происхождения.

Ко второй группе относятся предприятия, на которых по условиям производства на современном этапе не представляется возможным в полной мере исключить поступление в сток специфических веществ с токсичными свойствами или значительных количеств органических веществ, обуславливающих высокие значения показателей ХПК и БПК стока.

К первой группе относятся предприятия черной металлургии (за исключением коксохимпроизводства), машино- и приборостроительной, электротехнической, угольной, нефтяной, легкой, хлебопродуктовой, молочной, пищевой промышленности, серной и содовой подотраслей химической промышленности, энергетики, автотранспортные предприятия, речные порты, ремонтные заводы, а также отдельные производства нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятий, на территорию которых не попадают специфические загрязнения. Средние концентрации основных примесей в стоке дождевых вод на этих предприятиях могут быть приняты: - по взвешенным веществам - 500 - 2000 мг/л, при этом более высокие значения относятся к предприятиям с интенсивным движением автотранспорта; - по нефтепродуктам - 30 - 70 мг/л для предприятий с интенсивным движением автотранспорта и значительным потреблением горюче-смазочных материалов и 10 - 30 мг/л для остальных (исключение составляют предприятия нефтяной промышленности, где содержание нефтепродуктов в поверхностном стоке может достигать 0,5 г/л за счет сброса совместно с атмосферными водами некоторых видов производственных сточных вод); - по ХПК и БПК - 100 - 150 мг/л и 20 - 30 мг/л соответственно в пересчете на растворенные примеси, а с учетом диспергированных примесей эти показатели увеличиваются в 2 - 3 раза; - по общему солесодержанию в основном 0,2 - 0,5 г/л, а на предприятиях химической промышленности (содовых и серных) - 0,5 - 3 г/л.

Ко второй группе относятся предприятия цветной металлургии, коксохимии, химической, лесохимической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и микробиологической промышленности, кожсырьевые и кожевенные заводы, мясокомбинаты, шпалопропиточные заводы. В поверхностном стоке предприятий второй группы могут присутствовать примеси специфические для данного производства. Поверхностный сток предприятий цветной металлургии в зависимости от ха-

рактера производства может содержать различные тяжелые металлы (медь - до 100 мг/л, цинк - до 15 мг/л, кадмий - до 40 мг/л, алюминий - до 5 мг/л, титан - до 3 мг/л, свинец - до 3 мг/л и др.), мышьяк (до 75 мг/л), фтор (до 200 мг/л) и другие примеси. В поверхностном стоке коксохимзаводов присутствуют фенолы (до 3 мг/л), роданиды (до 5 мг/л), аммиак (до 20 мг/л), масла и смолы (до 200 мг/л). В стоке предприятий нефтехимии присутствуют поверхностно-активные вещества, продукты органического синтеза, могут присутствовать тяжелые металлы. Поверхностный сток лесохимических производств отличается высокими значениями показателей ХПК (средние значения - 700 - 1400 мг/л), БПК (150 - 400 мг/л), в нем могут присутствовать смолы (до 300 мг/л), фенол (до 30 мг/л), скипидар (до 5 мг/л). Сток с территории мясокомбинатов имеет высокие БПК (до 300 мг/л), содержит жиры (до 200 мг/л). Поверхностный сток с территорий предприятий по производству белково-витаминных концентратов (БВК) содержит дрожжи, белки, углеводороды.

В связи со значительной зависимостью загрязненности поверхностного стока от санитарного состояния водосборных площадей и воздушного бассейна необходимо предусматривать следующие организационно-технические мероприятия по сокращению количества выносимых примесей: организацию регулярной уборки территорий; проведение своевременного ремонта дорожных покрытий; ограждение зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта во время ливневых дождей на дорожные покрытия; повышение эффективности работы пыле- и газоочистных установок с целью максимальной очистки выбросов в атмосферу и предотвращения появления в поверхностном стоке специфических загрязняющих компонентов; повышение технического уровня эксплуатации автотранспорта; организацию уборки и утилизации снега с автомагистралей, стоянок автомобильного транспорта; исключение сброса в дождевую канализацию отходов производства, в том числе и отработанных нефтепродуктов; локализацию участков территории, где неизбежны просыпки и проливы химикатов, с отведением поверхностного стока в систему производственной канализации для совместной очистки; упорядочение складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов.

**Количественная характеристика поверхностного стока с территорий площадок объектов производства.**

**1. Определение годового объема поверхностного стока.** Среднегодовой объем поверхностных сточных вод ( $W$ ,  $\text{м}^3$ ) с территории площадок объектов производства определяется как суммарное количество дождевых, талых и поливочных сточных вод по формуле:  $W = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}$ , где  $W_{\text{д}}$  - среднегодовой объем дождевых сточных вод,  $\text{м}^3$ ;  $W_{\text{т}}$  - среднегодовой объем талых сточных вод,  $\text{м}^3$ ;  $W_{\text{м}}$  - среднегодовой объем поливочных сточных вод,  $\text{м}^3$ .

### 3.2 Определение годового объема дождевых и талых сточных вод.

Среднегодовой объем дождевых ( $W_d$ , м<sup>3</sup>) и талых ( $W_t$ , м<sup>3</sup>) сточных вод, отводимый с площадок объектов производства определяется по формулам:

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F,$$

$$W_t = 10 \cdot h_t \cdot \Psi_t \cdot F,$$

где  $h_d$  - слой осадков за теплый период года, мм; принимают по данным ближайшей метеорологической станции;  $h_t$  - слой осадков за холодный период года, мм; принимают по данным ближайшей метеорологической станции;  $\Psi_d$  - общий коэффициент стока дождевых сточных вод;  $\Psi_t$  - общий коэффициент стока талых сточных вод;  $F$  - общая площадь стока, га.

При определении среднегодового объема дождевых вод  $W_d$ , отводимых с территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока  $\Psi_d$  находится как средневзвешенная величина для всей площади стока с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей (таблица 1).

Таблица 1– Значения общих коэффициентов стока для разных видов поверхности

Вид поверхности или площади стока	Общий коэффициент стока $\Psi_d$
Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6 - 0,8
Булыжные или щебеночные мостовые	0,4 - 0,6
Газоны	0,1

При определении среднегодового объема сточных талых вод общий коэффициент стока  $\Psi_t$  с застроенных территорий населенных пунктов и площадок предприятий с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей допускается принимать 0,5 - 0,7.

**3.3 Определение годового объема поливомоечных сточных вод.** Годовой объем поливомоечных сточных вод ( $W_m$ , м<sup>3</sup>) с территории площадки объекта производства рассчитывается по формуле:

$$W_m = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_m \cdot \psi_m,$$

где  $m$  – удельный расход воды на одну мойку дорожных покрытий, л/м<sup>2</sup>;  $k$  - среднее количество моек в году;  $F_m$  - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га;  $\psi_m$  - коэффициент стока при механизированной мойке следует принимать равным 0,5. Удельный расход воды на мойку дорожных покрытий и среднее количество моек в году следует принимать на основании данных специализированных организаций, производящих мойку дорожных покрытий. При отсутствии указанных данных среднее количество моек в году допускается принимать равным

**Задание.** Рассчитать объем поверхностного стока (суммарное количество дождевых, талых сточных вод и поливомоечных вод), отводимого с



территории площадки объекта производства, характеристики которой представлены в таблице

Результаты расчета объема поверхностного стока согласно индивидуальному заданию представить в виде таблицы 4.

Таблица 2 – Характеристика площадки объекта производства

№ п/п	Наименование населенного пункта	Общая площадь, га	Отвод земель, га		
			под здания, сооружения	твердые по- крытия тер- ритории	газоны, озеленение
1	Минск	13,4	5,7	3,3	4,4
2	Брест	6,7	2,4	2,4	1,9
3	Витебск	20,5	7,8	3,5	9,2
4	Гомель	22,4	12,5	4,8	5,1
5	Могилев	38,2	15,1	7,2	15,9
6	Гродно	40,2	16,1	8,2	15,9
7	Полоцк	18,5	6,8	3,5	8,2
8	Бобруйск	8,7	3,4	2,4	2,9
9	Лида	15,4	6,7	3,3	5,4
10	Жлобин	24,5	8,8	5,5	10,2
11	Витебск	10,7	4,4	2,4	3,9
12	Брест	16,4	6,7	4,3	5,4

Характеристики атмосферных осадков для некоторых городов Республики Беларусь приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные параметры осадков

Город	h <sub>д</sub> , мм	h <sub>т</sub> , мм
Минск	455	228
Брест	420	185
Витебск	452	202
Гомель	424	194
Могилев	417	217
Гродно	392	186
Полоцк	461	202
Бобруйск	434	185
Лида	446	207
Жлобин	427	191
Солигорск	438	197
Борисов	460	219
Слуцк	411	197

Таблица 4 – Результаты расчета объема поверхностного стока

Вариант	Объем поверхностного стока, м <sup>3</sup>	Объем дождевых сточных вод, м <sup>3</sup>	Объем талых сточных вод, м <sup>3</sup>	Объем поливо-моечных сточных вод

## Практическая работа 4. Расчет выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов

**Цель работы:** оценка выбросов загрязняющих веществ при сварке, резке, механической обработке металлов.

**Общие положения.** Расчет выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов производится в соответствии с ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов».

**1. Расчет выбросов при механической обработке металлов.** К механической обработке металлов относятся процессы резания и абразивной обработки, которые в свою очередь включают процессы точения, фрезерования, сверления, зачистки, шлифования, полирования. Осуществляются эти процессы путем снятия стружки режущим инструментом (резцом, фрезой). При механической обработке металлов источниками образования и выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются различные металлорежущие и абразивные станки, работающие с охлаждением и без него, при работе которых происходит образование отходов в виде твердых частиц, а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей – аэрозолей и туманов масел и эмульсола.

Наибольшим выделением пыли сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование. Образующаяся при этом пыль на 30 - 40 % по массе представляет материал абразивного круга и на 60-70 % – материал обрабатываемого изделия. Определяющей характеристикой интенсивности выделения пыли при этих видах обработки металлов является диаметр абразивного инструмента.

В соответствии с ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов» валовое выделение  $j$ -того загрязняющего вещества,  $F_{j\tau}^{te}$  т/год, при механической обработке металлов (сплавов) без охлаждения на отдельном источнике выделения, рассчитывается по формуле:

$$F_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_i^j \cdot T_{\tau}$$

где  $k$  - количество типов металлов и сплавов, обрабатываемых на отдельном источнике выделения в течение года;

$q_i^j$  - удельное количество  $j$ -того загрязняющего вещества выделяющегося при механической обработке  $i$ -того типа металла (сплава) в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/ч;

$T$  - время механической обработки металла (сплава) на отдельном источнике выделения, в течение которого происходит выделение загрязняющих

веществ за год, ч, определяется расчетным методом или путем фотографирования времени технологического процесса.

Обработка металлов с применением смазочно-охлаждающей жидкости. В ряде процессов механической обработки металлов и их сплавов применяют смазочно-охлаждающие жидкости, которые в зависимости от физико-химических свойств основной фазы подразделяются на водные, масляные и специальные. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения. Количество выделяющегося аэрозоля зависит от следующих факторов: формы и размеров изделия; режимов резания; расхода и способов подачи смазочно-охлаждающих жидкостей.

Применение смазочно-охлаждающей жидкости значительно снижает выброс пыли и твердых частиц при металлообработке. При обработке металлов на шлифовальных станках кроме эмульсола выделяется пыль в количестве 10 % от количества пыли неорганической, содержащей двуокись кремния менее 70 % при сухой обработке. При остальных процессах (сверление, резание и т.д.) в случае применения СОЖ выброс пыли и твердых частиц не происходит. Это обусловлено тем, что пыль при использовании абразивного материала мелкодисперсная и не может быть полностью уловлена охлаждающей жидкостью. Тогда как при применении режущего инструмента выделяющиеся частицы пыли более крупные, и они полностью осаждаются охлаждающей жидкостью. Выбор состава СОЖ зависит от обрабатываемого материала, выполняемой операции, требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности (шероховатость, микротвердость и др.), материала, геометрии режущего инструмента, режимов обработки и связанной с ними температуры в зоне резания.

Валовое выделение  $j$ -того загрязняющего вещества  $F_{j\tau}^{te}$ , т/год, при механической обработке металлов (сплавов) с охлаждением на отдельном источнике выделения, рассчитывается по формуле:

$$F_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_{ni}^j \cdot N \cdot T$$

где  $k$  – количество типов металлов и сплавов, обрабатываемых на отдельном источнике выделения в течение года;

$q_{ni}^j$  – удельное количество  $j$ -того загрязняющего вещества, выделяющегося при механической обработке  $i$ -того типа металла (сплава) на единицу мощности оборудования в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/(ч·кВт) (грамм в час на 1 кВт мощности привода станка), определяется по таблице приложения к рассматриваемому ТКП;

$N$  – мощность установленного оборудования, кВт;

$T$  – время механической обработки металла (сплава) на отдельном источнике выделения в течение года, ч.

Валовой выброс  $j$ -того загрязняющего вещества  $F_{j\tau}^{te}$ , т/год, поступающего в атмосферный воздух от  $z$ -того источника выброса при механической обработке металлов (сплавов), рассчитывается по формуле:

$$F_j^{te} = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_m \cdot \sum_{\tau=1}^m F_{j\tau}^{te}$$

где  $F_{j\tau}^{te}$  – валовое выделение  $j$ -того загрязняющего вещества при механической обработке металлов (сплавов) с охлаждением и без охлаждения на отдельном источнике выделения;

$\Pi_z$  – степень очистки газовойоздушной смеси  $z$ -того источника выброса, которая обеспечивается при использовании газоочистных и пылеулавливающих установок, %;

$K_m$  – поправочный коэффициент, учитывающий условия осаждения образующегося аэрозоля.

**2. Расчет выбросов при сварке металлов.** Одним из наиболее экономичных и надежных способов соединения металлов является сварка. При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся загрязняющие вещества – оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразные (фтористые соединения, оксиды углерода, азота). Известно, что сварочный аэрозоль образуется не только в результате испарения элементов расплава, но и в результате образования летучих оксидов (например, SiO и FeO), количество которых зависит от окислительного потенциала атмосферы дуги (электрического разряда между находящимися под напряжением электродами в смеси газов и паров). Уровень содержания твердой и газовой составляющей сварочного аэрозоля в воздухе производственных помещений связан с видом и типом сварочных материалов, режимами сварки, условиями организации труда, наличием и эффективностью работы приточно-вытяжной вентиляции и др. Количество образующихся при сварке пыли и газов характеризуют валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходую-

мых материалов. Валовое выделение  $j$ -того загрязняющего вещества  $W_{j\tau}^{te}$ , т/год, при использовании  $i$ -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формулам:

$$W_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_i^j \cdot B_i$$

$$W_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{o=1}^k q_o^j \cdot T$$

где  $k$  – количество типов сварочного материала, применяемого на отдельном источнике выделения в течение года;

$q_i^j$  - удельное количество  $j$ -того загрязняющего вещества, выделяющегося при расплавлении единицы массы  $i$ -того типа расходуемого сварочного материала на отдельном источнике выделения, г/кг;

$q_o^j$  - удельное количество  $j$ -того загрязняющего вещества выделяющегося на единицу оборудования в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/ч;

$W_j$  - количество используемого в течение года на отдельном источнике выделения  $i$ -того типа сварочного материала, кг/год;

$T$  - время проведения сварочных работ на отдельном источнике выделения в течение года, ч.

Валовой выброс  $j$ -того загрязняющего вещества  $W_j^{te}$ , т/год, поступающего в атмосферный воздух от  $z$ -того источника выброса от процессов сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формуле:

$$W_j^{te} = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_w \cdot \sum_{\tau=1}^m W_{j\tau}^{te}$$

где  $W_{j\tau}^{te}$  - валовое выделение  $j$ -того загрязняющего вещества при использовании  $i$ -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации;

$\eta_z$  - степень очистки газовой смеси  $z$ -того источника выброса, которая обеспечивается при использовании газоочистных и пылеулавливающих установок, %;

$K_w$  - поправочный коэффициент, учитывающий условия осаждения образующегося аэрозоля (принимать в расчетах равным 1).

**Задание 1.** По исходным данным, представленным в таблицах 1-4, рассчитать выбросы загрязняющих веществ при механической обработке металлов и при сварке металлов.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета выбросов при сварке металлов

Наименование технологического процесса	Марка сварочного материала, толщина разрезаемого листа (мм), режимы работы сварочного оборудования	Годовой расход сварочного материала (кг/год)	Время проведения сварочных работ течение одного рабочего часа, час	Продолжительность технологической операции, минут	Время проведения сварочных работ в течение года, ч/год
Контактная точечная электросварка стали	на 50 кВт номинальной мощности машины	-	0,3	5	150
Полуавтоматическая сварка сталей в среде углекислого газа электродной проволокой	CB08A	390,0	0,5	10	—

Ручная дуговая сварка сталей тучными электродами	МР–3	150,0	0,3	6	–
	УОНИ–13/55	120,0	0,3	6	–

Таблица 2 – Удельные выделения загрязняющих веществ при сварке металлов

Наименование станочного оборудования	Загрязняющие вещества		Удельные выделения загрязняющих веществ, г/кг
	код	наименование	
Контактная точечная электросварка стали	0123	Железо (II) оксид (в пересчете на железо)	2,425
	0143	Марганец и его соединения в пересчете на марганец (IV) оксид	0,075
Полуавтоматическая сварка сталей в среде угле кислого газа электродной проволокой	0123	Железо (II) оксид (в пересчете на железо)	7,670
	0143	Марганец и его соединения в пересчете на марганец (IV) оксид	1,900
	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	0,430
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами (МР–3)	0342	Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор) гидрофторид	0,400
	0123	Железо (II) оксид (в пересчете на железо)	9,770
	0143	Марганец и его соединения в пересчете на марганец (IV) оксид	1,730
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами (УОНИ–13/55)	0301	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	2,700
	0337	Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	13,300
	0342	Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор) гидрофторид	0,930
	0123	Железо (II) оксид (в пересчете на железо)	14,900
	0143	Марганец и его соединения в пересчете на марганец (IV) оксид	1,090
	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	1,000

Таблица 3 – Исходные данные для расчета выбросов при механической обработке металлов

Наименование станочного оборудования	Время работы (час/год)	Продолжительность технологического процесса, мин	Кол-во идентичных станков, шт.	Мощность станка, кВт
Станки обработки металла резанием с использованием СОЖ	1480	20	10	5,0
Станки токарные	1480	20	8	-
Станки фрезерные	1480	20	5	-

Заточной станок с диаметром абразивного круга 150 мм	400	6	1	-
Сверлильный станок	600	5	1	-

Таблица 4 - Удельные выделения загрязняющих веществ при механической обработке металлов

Наименование станочного оборудования	Загрязняющие вещества		Удельные выделения Загрязняющих веществ, г/ч
	код	наименование	
Станки обработки металла резанием с использованием СОЖ	2868	Эмульсол (смесь: вода - 97,6 %; нитрит натрия - 0,2 %; сода кальцини- рованная - 0,2 %; масло минеральное – 2 %)	0,0018
Станки токарные	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	20,16
Станки фрезерные	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	60,12
Заточной станок с диаметром абразивного круга 150 мм	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	50,40
Сверлильный станок	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70%	7,92

## Практическая работа 5. Анализ качества атмосферного воздуха: определение зон рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

**Цель работы:** освоить методику определения параметров загрязнения воздушного бассейна от одиночных точечных источников.

**Общие положения.** Одним из факторов снижения антропогенной нагрузки на атмосферный воздух является установка санитарно-защитных зон для промышленных предприятий (СЗЗ). По своему функциональному назначению СЗЗ является защитным барьером, обеспечивающим безопасность населения при эксплуатации производственного объекта. Одним из основных критериев установления (изменения) границ СЗЗ является уровень содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, который не должен превышать значений предельнодопустимых концентраций на границе СЗЗ и за ее пределами. Исследования атмосферного воздуха на содержание производственных загрязнителей проводятся как на границе СЗЗ предприятия, так и в ближайшей жилой или рекреационной зоне.

При организации лабораторного контроля качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и территории жилой застройки, расположенной в зоне влияния выбросов промышленных и иных объектов, основными задачами являются: установление перечня приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих лабораторному контролю; выбор категории и мест размещения постов наблюдений; установление количества и периодичности исследований, обеспечивающих получение репрезентативных данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха.

Как правило, функционирование предприятия сопряжено с поступлением в атмосферный воздух от нескольких десятков до нескольких сотен наименований загрязняющих веществ. И одним из критериев включения загрязняющего вещества в перечень веществ, подлежащих аналитическому (лабораторному) контролю, является объем его выбросов. Также учитываются класс опасности и канцерогенные свойства вещества. Лабораторному контролю подлежат загрязняющие вещества, выбросы которых составляют более 15% от валового выброса предприятия. Целесообразно рассмотреть в качестве приоритетных также загрязняющие вещества, расчетные максимальные концентрации которых, полученные на основании расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, на границе СЗЗ и (или) в жилой зоне, составляют 0,5 и более доли предельно допустимой концентрации, в т.ч. вещества, для которых установлены временные нормативы допустимых выбросов.

Для проведения исследований качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и территории жилой застройки используются маршрутные и передвижные (подфакельные) посты наблюдений, позволяющие проводить регулярные отборы проб воздуха с помощью передвижной лаборатории. Маршрутные посты наблюдений устанавливаются в заранее выбранных точках после предварительного обследования территории. Местоположение передвижных (подфакельных) постов наблюдений меняется в зависимости от направления дымового(газового) факела, и отбор проб воздуха проводится с подветренной стороны на различных расстояниях от источника выбросов.

При выборе места размещения постов наблюдений следует учитывать, что данные наблюдений на близких расстояниях (до 500 метров) от источников выбросов характеризуют загрязнение атмосферы низкими источниками и неорганизованными выбросами. Удаление постов наблюдений на большие расстояния позволит получить данные о загрязнении атмосферы от совместного воздействия низких, неорганизованных и высоких выбросов. Зона максимального загрязнения воздуха, как правило, формируется на расстоянии от 10 до 40 высот труб источников. Максимальное влияние магистрали обнаруживается в непосредственной близости от нее (50-100 м).

Посты наблюдений следует размещать на открытых, проветриваемых со всех сторон площадках с непылящим покрытием (асфальте, твердом грунте, газоне), вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых



насаждений. Территория размещения маршрутного поста не должна подвергаться влиянию близкорасположенных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (стоянок автомашин, проездов автотранспорта и т.п.).

При оценке проектных решений в области размещения и строительства новых объектов (жилой застройки, промпредприятий и др.), реконструкции существующих промышленных объектов, в т.ч. обосновании достаточности размеров проектируемых СЗЗ, важное значение имеет качество и достоверность информации об уровнях загрязнения атмосферного воздуха. Для обеспечения получения репрезентативных данных о качестве атмосферного воздуха количество наблюдений (исследований) за одной примесью на границе СЗЗ и в жилой зоне должно составлять не менее 50 в год с учетом сезонов года. Список приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих лабораторному контролю, может включать от 5-7 веществ до нескольких десятков. В качестве контрольных точек целесообразно принимать расчетные точки, в которых отмечаются максимальные значения концентраций загрязняющих веществ, полученные при проведении расчетов рассеивания выбросов объекта. Точки отбора проб воздуха на границе СЗЗ устанавливаются согласно трассировке границ по 8 румбам.

Следует отметить, что общий порядок проведения аналитического (лабораторного) контроля определяется Программой, которая составляется до проведения исследований и включает: основание для проведения работ; общие сведения и краткую характеристику предприятия (объекта) как источника загрязнения атмосферного воздуха; порядок проведения лабораторного контроля (перечень загрязняющих веществ, подлежащих лабораторному контролю, количество исследований, в т.ч. по сезонам года, периодичность отбора проб, схему размещения точек отбора проб) и т.д.

Основой выполнения практической работы являются следующие положения:

- на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере влияют метеорологические параметры скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, температура атмосферного воздуха;
- максимальная приземная концентрация от данного источника загрязнения, возникающая при неблагоприятных метеорологических условиях (при опасных скоростях и направлении ветра, высокой температуре атмосферы и её безразличном состоянии) не должна превышать ПДК за границей санитарно-защитной зоны;
- приземная концентрация загрязняющих веществ зависит от параметров источника выброса и состава пылегазовоздушной смеси.
- стратификация – учение о слоистом строении атмосферы, учитывается температурный градиент, движение воздуха, различие его состава в разных слоях.

**Задание 1.** Письменно ответить на вопросы.

1. Для чего определяются  $X_{max}$  и  $C_{max}$ . Понятие санитарно-защитной зоны?
2. Как влияют высота и диаметр трубы на  $X_{max}$  и  $C_{max}$ ?
3. Как влияют температурный градиент и начальная скорость газа на площадь рассеивания?
4. Что такое опасная скорость ветра ( $V_{max}$ )?
5. От чего зависит  $F$ ?
6. Что такое стратификация?
7. Перечислите микроклиматические условия, оказывающие влияние на рассеивание загрязняющего вещества в атмосфере.
8. Перечислите микроклиматические условия, способствующие концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.
9. Где необходимо проводить исследования атмосферного воздуха на содержание производственных загрязнителей, выделяемых промышленным предприятием?
10. Перечислите основные задачи при организации лабораторного контроля качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и территории жилой застройки, расположенной в зоне влияния выбросов промышленных и иных объектов.
11. Перечислите критерии включения загрязняющего вещества в перечень веществ, подлежащих аналитическому (лабораторному) контролю.
12. Перечислите виды постов наблюдений, используемых для проведения исследований качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ.
13. На каком расстоянии от источника выбросов измерения будут характеризовать загрязнения атмосферы низкими неорганизованными выбросами?
14. Сформулируйте требования к расположению постов наблюдений для проведения исследований качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и территории жилой застройки.
15. Какие точки необходимо принимать в качестве контрольных точек при проведении исследований?

**Задание 2.** Определить параметры загрязнения воздушного бассейна от одиночных точечных источников. Исходными данными для расчета являются соответствующие Вашему варианту параметры выброса (см. табл. 3).

Максимальная приземная концентрация загрязняющих веществ,  $C_{max}$ , [мг/м<sup>3</sup>] в атмосфере от одиночного точечного источника выброса круглого сечения, выбрасывающего нагретую пылегазовоздушную смесь, рассчитывается по формуле:

$$C_{max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1} \cdot \Delta T} \quad (1)$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от температуры стратификации атмосферы. Для условий Республики Беларусь  $A = 140$ .

$H$  - высота источника выброса от земли, [м];

$M$  - интенсивность выброса загрязняющего вещества, [г/с];

$F$  - коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере и зависящий от состояния загрязняющих веществ и эффективности пылеулавливания (см. табл.1). Быстрее оседают крупные частицы пыли, большей плотности ( $\rho_n$ , г/см<sup>3</sup>) при малой начальной скорости ( $W_0$ ), т.к. меньше кинетическая составляющая

Таблица 1 - Значение коэффициентов  $F$

Вещество	Эффективность пылеулавливания, [%]	$F$
Газообразные выбросы	--	1
Твердые частицы	> 90	2
	75 - 90	2,5
	< 75	3

$V_1$  - расход (объем выбрасываемой пылегазовоздушной смеси в ед. времени), [м<sup>3</sup>/с]

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w_0 \quad (2)$$

где  $w_0$  – скорость выхода, м/с;

$D$  – диаметр трубы, м.

$$\Delta T = T_T - T_B, \quad (3)$$

где  $T_T$  - температура газовойоздушной смеси, [<sup>0</sup>С]

$T_B$  - температура атмосферного воздуха принимаемая для района расположения предприятия и 13 часов самого жаркого месяца года по СНИП 2.01.01.82 строительная климатология и геофизика (Госстрой СССР; Стройиздат, 1989 год)

$\eta$  - коэффициент, учитывающий влияние аэродинамических нарушений. Для одиночного источника при отсутствии рядом стоящих препятствий (высоких зданий, сооружений)  $\eta = 1$ .

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (4)$$

вводится коэффициент  $f$  показывающий изменение скорости на единицу температурного градиента и зависящий от параметров источника выброса (трубы).

Коэффициенты  $m$  и  $n$  учитывают условия выброса пылевоздушной смеси.  $m$  и  $n$  зависят от параметров соответственно:

при  $f < 100$   $m = (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})^{-1}$

$m$  - безразмерный коэффициент, определяющийся по приведенной формуле или графику.

при  $V_m \geq 2$

$$n = 1$$

$$1,5 \leq V_m < 2$$

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13$$

$$V_m < 0,5$$

$$n = 4,4 \cdot V_m$$

$n$  – безразмерный коэффициент, зависящий от опасной скорости,  $V_m$  м/с. Опасная скорость – скорость ветра, при которой предельные концентрации имеют наибольшее значение.

Параметр, характеризующий влияние начальной скорости температурного градиента и высоты трубы.

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (5)$$

где  $w_0$ , [м/с] - скорость выхода газовой смеси из источника выброса (трубы);

$D$ , [м] - диаметр источника выброса.

Расстояние от источника выброса до точки с максимальной приземной концентрацией рассчитывается по формуле (6):

$$X_{\max} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H \quad (6)$$

где  $H$ , [м] - высота источника выброса.

Вводится параметр  $d$  определяемый следующим образом:

при  $V_m \leq 0,5$

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$$

$$0,5 < V_m \leq 2$$

$$d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$$

$$V_m > 2$$

$$d = 7 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$$

Величина опасной скорости ветра,  $V_{\max}$ , [м/с], соответствующей полученным значениям  $C_{\max}$  и  $X_{\max}$ , также зависит от параметра  $V_m$ :

при  $V_m \leq 0,5$

$$V_{\max} = 0,5$$

$$0,5 < V_m \leq 2$$

$$V_{\max} = V_m$$

$$V_m > 2$$

$$V_{\max} = \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f})$$

Опасность загрязнения атмосферы оценивается показателем  $j$ :

$$j = \frac{C_{\max}}{ПДК} < 1 \quad (7)$$

Результаты расчета записывают в табличной форме (см. табл. 2). Опасность загрязнения атмосферы газообразными веществами с учетом суммирования при одновременном присутствии в атмосфере  $SO_2$  и  $NO_x$ .

$$j_{SO_2 + NO_x} = \frac{C_{\max, SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_{\max, NO_x}}{ПДК_{NO_x}} < 1 \quad (8)$$

Таблица 2 - Вид записи результатов расчета

Вещество	$C_{\max}, [мг/м^3]$	$X_{\max}, [м]$	$V_{\max}, [м/с]$	$j$
Зола				
$SO_2$				
$NO_x$				
Суммирование $SO_2 + NO_x$		—	—	

По итогам расчета делаются выводы об уровне загрязнения и предлагаются мероприятия по его снижению в случае необходимости.

Таблица 3 - Параметры выброса газообразной смеси

Варианты № пп	$H,$ [м]	$D,$ [м]	$w_0,$ [м/с]	$T_{\Gamma},$ [°C]	$T_B,$ [°C]	$M_{SO_2}$ [г/с]	$M^*_{\text{зола}}$ [г/с]	$M_{NO_x}$ [г/с]	ПДК, [мг/м³]		
									$SO_2$	Зола	$NO_x$
1	10	1,4	8	125	25	12,0	15,5	4,2	0,5	0,5	0,085
2	25	1,0	12	100	20	10,0	14,5	3,8	"-	"-	"-
3	28	1,5	15	80	15	30,0	70,6	12,1			
4	18	0,7	16	90	10	25,0	15,0	1,0			
5	15	0,8	21	130	5	16,0	14,0	4,6			
6	23	0,9	16	230	15	21,0	34,0	3,2			
7	28	1,0	12	160	20	6,0	62,0	5,8			
8	32	1,5	9	125	25	15,0	18,9	7,8			
9	20	1,2	10	135	15	42,0	14,1	10,2			
10	24	1,5	14	215	25	19,0	27,2	11,4			
11	25	1,7	9	210	30	18,0	34,5	2,0			
12	30	2,0	6	180	20	5,0	56,7	2,2			
13	23	1,3	11	150	15	16,0	59,4	12,8			
14	19	1,0	14	165	10	7,0	62,1	14,4			
15	18	0,7	19	115	0	21,0	65,3	16,6			
16	35	2,0	9	210	40	32,0	50,0	7,4			
17	40	2,6	5	195	15	28,0	24,0	21,0			
18	38	2,6	8	145	25	14,0	32,0	16,6			
19	24	1,8	13	210	15	12,0	12,8	21,8			
20	19	0,8	18	160	5	10,0	5,6	15,4			

\* - при эффективности пылеулавливания > 90%.

## Практическая работа 6. Нормирование водопотребления и водоотведения на примере туристического объекта

**Цель работы:** изучить методику расчета водопотребления и водоотведения для объектов туристической сферы.

**Общие положения.** Здания организаций отдыха и туризма должны оборудоваться системами хозяйственно питьевого, противопожарного и горячего водоснабжения, канализацией и водостоками по отдельным зданиям и сооружениям, входящим в состав учреждений отдыха и туризма. Летние душевые на пляжах следует устраивать, используя для нагревания воды солнечную энергию.

Водопотребление туристического объекта ( $W$ , м<sup>3</sup>/г. (сут)) представляет собой сумму водопотребления всех объектов, находящихся на его территории, и рассчитывается по формуле:

$$W = \sum W_n NT,$$

где  $W_n$  – нормативный расход воды на одного потребителя (жителя, посетителя, усл. блюдо) для различных объектов, дм<sup>3</sup>/сут;

$N$  – количество потребителей, чел. (количество блюд, усл. шт.);

$T$  – количество рабочих суток в году, сут.

На туристических объектах образуются преимущественно хозяйственно-бытовые сточные воды. Они имеют сравнительно постоянный характер загрязнений, что обусловлено однотипностью источников загрязнения. Эти воды могут содержать минеральные, органические и бактериальные загрязнения. К минеральным загрязнениям относят частицы песка, глины, шлака, минеральных масел, растворы минеральных кислот, щелочей, солей и т. д., к органическим – частицы растительного и животного происхождения, к бактериальным – бактерии, дрожжевые и плесневые грибы, водоросли и т. п. Степень загрязненности хозяйственно-бытовых сточных вод определяется нормой водоотведения и количеством загрязнений, приходящихся на 1 человека в сутки. Концентрация загрязнений в сточных водах будет зависеть от степени разбавления их водой, расходуемой на бытовые нужды, и может достигать следующих значений: хлориды – 50–300 мг/дм<sup>3</sup>, азот общий – 25–85 мг/дм<sup>3</sup>, фосфор общий – 4–15 мг/дм<sup>3</sup>. Хозяйственно-бытовые сточные воды могут поступать в систему канализации либо отводиться на очистку на локальные очистные сооружения.

Поверхностные сточные воды образуются при выпадении атмосферных осадков, таянии снега и поливомоечных работах. Объем и расход поверхностных сточных вод учитывается при проектировании системы водоотведения с промышленных площадок предприятий. Нормирование поверхностных сточных вод заключается в определении объемов этих сточных вод, допустимой концентрации загрязняющих веществ и допустимого сброса загрязняющих веществ в составе поверхностных сточных вод.

Выбор схемы отведения и очистки сточных вод определяется их количественной и качественной характеристиками и осуществляется на основании оценки технической возможности реализации того или иного варианта наилучших доступных технических методов и сравнения технико-экономических показателей разрабатываемых вариантов.

Система водоотведения объекта принимается раздельная и состоит из сетей хозяйственно-фекальной (бытовой), производственной, дождевой канализации. Объединение хозяйственно-бытовой и производственной канализации объекта допускается только при условии обоснованного отсутствия необходимости обеспечения локальной очистки производственных сточных вод и (или) их повторного использования.

При характеристике бытовых сточных вод, очищаемых на сооружениях биологической очистки, используется показатель эквивалентного населения.

Расчет эквивалентного населения (ЭН), чел., производится по формуле:

$$\text{ЭН} = QS / H,$$

где  $Q$  – расход сточной воды, м<sup>3</sup>/сут;

$S$  – концентрация загрязняющих веществ в сточной воде, г/м<sup>3</sup>;

$H$  – нормативное количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут.

Для расчета концентрации загрязняющего вещества необходимо располагать информацией об его удельном количестве на человека, а также расходе сточных вод. Расчет проводится по формуле:

$$C = C_{\text{уд}}NQ,$$

где  $C_{\text{уд}}$  – удельное количество загрязняющего вещества, г/чел. в сут;

$N$  – количество человек, по которым ведется расчет;

$Q$  – расход сточной воды, м<sup>3</sup>/сут.

**Задание 1.** На территории туристического комплекса находится гостиница на  $N$  человек с душами в отдельных номерах (все номера двухместные), ресторан на  $n$  мест, сауна на  $m$  мест, число рабочих суток в году –  $T$ . Принимаем, что количество посетителей ресторана равно количеству проживающих в гостинице.

Определить суточный и годовой объемы водопотребления и расход хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых с территории туристического комплекса, режим работы которого представлен в таблице 1. Объем водоотведения принять равным объему водопотребления. Удельные нормы расхода воды приведены в таблице 2.

Таблица 1– Исходные данные для расчета водопотребления и водоотведения

Вариант	1	2	3	4	5
$N$ , чел.	50	25	70	15	30
$n$ , мест	70	50	90	25	50
$m$ , мест	10	15	20	8	5

<i>T</i> , сут	155	75	85	200	210
Средняя заполняемость туристического объекта, % от максимального количества	40	75	80	90	60

Таблица 2 – Нормы водопотребления на питьевые и хозяйственные нужды в жилых и общественных зданиях

Потребители и вид расхода	Единицы измерения	Норма водопотребления
Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	л/сут на проживающего	120
Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	л/сут на проживающего	230
Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, процентов от общего числа номеров: до 25 до 75 до 100	л/сут на проживающего	200 250 300
Санатории и дома отдыха: с ваннами при всех жилых комнатах с душами при всех жилых комнатах	л/сут на койко-место	200 150
Предприятия общественного питания (приготовление пищи реализуемой в обеденном зале)	л/условное блюдо	12
Административные здания	л/сут на работающего	12
Частные бани, для мытья с тазами на скамьях и приемом оздоровительных процедур	л один раз в неделю на проживающего	100
Гаражи: при ручной мойке: легковой автомобиль грузовой ав- томобиль автобус	л/сут на автомобиль	500 700 800
Поливка газонов и цветников	л/м² на одну поливку	5
Поливка приусадебных участков: из общих уличных колонок, шахтных колодцев, мелкотрубчатых скважин из дворовых колонок и кранов	л/м² в сут	1 5

**Задание 2.** Используя данные таблицы 1, произвести расчет показателя эквивалентного населения ЭН для туристического комплекса по биохимическому потреблению кислорода (БПК<sub>5</sub>) при следующих удельных значениях по БПК, г/чел. в сут:

- для гостиниц – 30–40;
- для ресторанов с числом мест менее 50 – 40–65;
- для ресторанов с числом мест более 50 – 28–45;
- для бань – 5–8.

Нормативные количества загрязняющих веществ на одного жителя представлены в таблице 3.



Таблица 3 – Количество загрязняющих веществ на одного жителя

Показатель	<i>H</i> , г/сут
Взвешенные вещества	65,0
БПК <sub>5</sub> неосветленной жидкости	60,0
ХПК неосветленной жидкости	120,0
Азот аммонийных солей	8,0
Сумма азота аммонийных солей и азота органических веществ	9,9
Фосфор общий (по P)	1,8
Фосфаты P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,3
в том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды Cl	9,0
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	2,5

Используя данные по удельным выбросам загрязняющих веществ, определить количество ПАВ и фосфора, сбрасываемых объектами в сутки.

### **Практическая работа 7. Предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду на примере туристического объекта**

**Цель работы:** изучить методику определения количества и вида отходов для объектов туристической сферы.

**Общие положения.** В Республике Беларусь основными нормативными правовыми актами, регулирующими обращение с отходами, являются:

– Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г., № 271-З (с изменениями и дополнениями).

– Инструкция о порядке инвентаризации отходов производства, утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29 февраля 2008 г., № 17 (с изменениями и дополнениями);

– общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь», утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9.12.2019 г. № 3-Т «Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь».

Классификатор отходов состоит из 9 блоков, разделяющих отходы по происхождению. Блоки, в свою очередь, делятся на группы и подгруппы. В Классификаторе указаны код отхода, его наименование, степень и класс опасности.

В случае отсутствия собственник отходов устанавливает степень опасности отходов производства и класс опасности опасных отходов производства в соответствии с Инструкцией о порядке установления степени

опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства, утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.11.2019 № 41/108/65.

Проектными решениями по обращению с отходами в значительной степени определяется общий уровень воздействия объекта на окружающую среду. Исходными данными для разработки проектных решений по обращению с отходами является информация о количественном и качественном составе, степени опасности и классе опасности отходов. Проблемы выбора проектных решений связаны с отсутствием по ряду отходов приемлемых технологий переработки и обезвреживания, нецелесообразностью организации использования и обезвреживания некоторых отходов непосредственно на объекте.

Для отходов, которые предполагается хранить на площадке объекта до вывоза на объекты переработки и захоронения, должны быть предусмотрены площадки (зоны) временного складирования (хранения) отходов. Условия хранения отходов должны быть выбраны с учетом защиты атмосферного воздуха, полной защиты от загрязнения поверхностного стока, почвы.

Общее количество отходов для туристического объекта  $V$ , т/г (мес, сут) рассчитывается по формуле:

$$V = \sum V_n NT,$$

где  $V_n$  – норматив образования отходов на одного потребителя (условное блюдо) для различных объектов, кг/сут (дм<sup>3</sup>/сут);

$N$  – количество потребителей, чел. (количество блюд);

$T$  – фонд времени образования отходов, сут.

**Задание 1.** Определить количество коммунальных отходов, образующихся от туристического объекта, на территории которого находится гостиница, кафе, игровая площадка. Для образующихся отходов с помощью Классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь, уточнить название, код, степень и класс опасности для опасных отходов. Выбрать место размещения контейнеров для сбора отходов, рассчитать периодичность их вывоза, которая зависит от объема контейнеров. Предусмотреть отдельный сбор отходов, содержащих бумагу, стекло и пластмассы. Количество отходов, содержащих бумагу, принять равным 50%, содержащих стекло – 25%, пластмассы – 25% от массы отходов.

Варианты исходных данных и ориентировочные нормативы образования отходов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Нормативы образования отходов

Объект образования отходов	Норматив образования		Средняя плотность отходов, кг/м <sup>3</sup>
	кг/сут	з дм	
Гостиницы, санатории	0,33	1,92	170

Кафе, рестораны	0,09	0,3	300
Игровые площадки	0,03	0,07	150

Таблица 2 – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5
<i>N</i> , чел.	50	40	35	100	55
<i>T</i> , сут	365	255	150	365	253

При оценке образования отходов учитывают как основные технологические процессы, так и вспомогательные операции.

В ходе проведения регламентных ремонтных работ возможно образование отходов в результате обслуживания и ремонта технологического оборудования и транспортных средств: отработанных фильтровальных материалов, фильтров, картриджей, металлических и пластмассовых запасных частей, вышедших из употребления корпусов, деталей технологического оборудования и транспортных средств, изоляционных материалов, растворителей и их смесей, отработанных свинцовых аккумуляторов, отработанных электролитов, изношенных шин и других резинотехнических изделий, отработанных горюче-смазочных материалов, шламов от мойки транспортных средств и других видов отходов. В процессе содержания территории, зданий и сооружений объекта отходы образуются при их уборке (уличный и дворовый смет), замене ламп освещения, строительных и ремонтных работах.

**Задание 2.** Определить количество отходов, которое будет образовываться при проведении регламентных работ по обслуживанию грузовых автомобилей на проектируемом туристическом объекте. Количество грузовых автомобилей – 3, из них работающих на бензине – 1, на дизельном топливе – 2. Среднегодовой пробег автомобилей принять равным 50 тыс. км. С помощью Классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь, уточнить название, код, степень и класс опасности для образующихся опасных отходов. Ориентировочные нормативы образования отходов приведены в таблице 3. Расход топлива на 100 км пробега составляет для автомобилей, работающих на бензине, – 20 л, на дизельном топливе – 15 л.

Таблица 3 – Нормативы образования отходов

Операция	Образующиеся отходы	Норматив образования отходов для грузовых	
		работающих на бензине и сжиженном газе	работающих на дизельном топливе
Ежедневное техническое обслуживание автомобилей	Сточные воды после мойки грузовых автомобилей	9,5 м³ на 10 тыс. км пробега	

Очередное и сезонное техническое обслуживание, текущий ремонт автомобилей (ТО-1, ТО-2, ТР)	Отработанные моторные масла	0,71 л на 100 л израсходованного топлива	0,77 л на 100 л израсходованного топлива
	Отработанные трансмиссионные масла автомобилей	0,02 л на 100 л израсходованного топлива	0,04 л на 100 л израсходованного топлива
Ремонт деталей, узлов и агрегатов автомобилей	Лом черных металлов (непригодные детали и узлы, куски металла, металлическая стружка, остатки сварочных электродов, проволоки и т. п.)	20,2 кг на 10 тыс. км пробега	
	Лом черных металлов от замены агрегатов автомобилей	86,0 кг на 10 тыс. км пробега	
	Лом цветных металлов, образующихся при ремонте автомобилей	31,8 кг на 10 тыс. км пробега	
Шиномонтажные, шиноремонтные и вулканизационные работы	Изношенные шины и автомобильные камеры автомобилей	19,1 кг на 10 тыс. км пробега	
Ремонт или замена аккумуляторных батарей	Отработанные электролиты от аккумуляторных батарей	12,7 л на 10 тыс. км пробега	
Деревообрабатывающие и обойные работы, распаковка материалов и запасных частей из упаковочной тары	Отходы деревянной тары	100,9 кг на 10 тыс. км пробега	
	Отходы текстильных материалов	1,0 кг на 10 тыс. км пробега	
	Отходы пластмассовых материалов (фурнитуры, тары) и полиэтилена	0,7 кг на 10 тыс. км пробега	
	Макулатура	1,9 кг на 10 тыс. км пробега	
Окрасочные работы	Отходы лакокрасочных материалов	0,8 кг на 10 тыс. км пробега	

### Практическая работа 8. Взаимодействие с общественностью в процессе ОВОС

**Цель работы:** познакомиться с основными требованиями при взаимодействии с общественностью в процессе проведения оценки воздействия на окружающую среду.

**Общие положения.** Участие общественности как составная часть взаимодействия с заинтересованными сторонами является одним из важнейших элементов процесса ОВОС. Оно служит инструментом для

согласования интересов различных групп, решения различных задач экологической оценки. Кроме того, участие общественности в этом процессе имеет самостоятельную ценность как реализация права граждан на получение информации и участие в принятии экологически значимых решений.

При организации участия общественности важно иметь в виду, что ни общественность в целом, ни местное население не является чем-то однородным. Они состоят из различных групп, для которых могут быть характерны неодинаковые взгляды, ценности, интересы. Различные этнические, профессиональные, социальные, религиозные группы могут по-разному видеть и оценивать одну и ту же ситуацию. Как уже было сказано, разные группы населения могут быть затронуты воздействием намечаемой деятельности в неодинаковой степени и неодинаковым образом. Как правило, эффективные программы участия общественности основаны на выявлении *заинтересованных (целевых) групп* общественности и последующей работе с ними. Анализ таких групп служит двум основным целям.

Во-первых, это выявление и учет *различных* интересов и мнений, связанных с намечаемой деятельностью. Проведенная работа по определению целевых групп нередко позволяет избежать ситуации, когда внезапно обнаруживается небольшая, но активная группа, находящаяся в жесткой оппозиции к проекту. Положение оказывается особенно сложным, если такая группа включается в процесс на заключительных этапах подготовки проекта, когда решения, казалось бы, уже были согласованы с общественностью. Например, при осуществлении проектов таким «камнем преткновения» могут оказаться владельцы дач - особая группа, отличная от местного населения, ориентированная на «рекреационное природопользование», и гораздо более активно противостоящая намечаемой деятельности. Во-вторых, это учет специфики различных групп при организации взаимодействия с общественностью. Методы информирования и взаимодействия, круг обсуждаемых проблем существенным образом зависят от особенностей конкретной группы. Эффективность участия общественности значительно повышается, если подготовлены информационные документы нескольких уровней, ориентированные на различные целевые группы, однако принципиально доступные всем участникам процесса.

Информирование и участие общественности осуществляется на всех этапах оценки воздействия на окружающую среду. Информирование общественности и других участников оценки воздействия на окружающую среду на этапе уведомления, предварительной оценки и составления технического задания на проведение оценки воздействия на окружающую среду осуществляется заказчиком. Информация в кратком

виде публикуется в официальных изданиях. В публикации представляются сведения о:

- названии, целях и месторасположении намечаемой деятельности;
- наименовании и адресе заказчика или его представителя;
- примерных сроках проведения оценки воздействия на окружающую среду;
- органе, ответственном за организацию общественного обсуждения;
- предполагаемой форме общественного обсуждения (опрос, слушания, референдум и т.п.), также форме представления замечаний и предложений;
- сроках и месте доступности технического задания по оценке воздействия на окружающую среду;
- иной информации.

**Задание 1.** Каковы с Вашей точки зрения потенциальные выгоды и потери, связанные с участием общественности?

**Задание 2.** Перечислите наиболее эффективные методы информирования общественности об окончательном решении по результатам ОВОС? Каково должно быть содержание этой информации?

**Задание 3.** Составьте таблицу требований к организации общественных обсуждений на всех этапах ОВОС, используя «Положение о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду, требованиях к составу отчета об оценке воздействия на окружающую среду, требованиях к специалистам, осуществляющим проведение оценки воздействия на окружающую среду». Режим доступа: Положение\_ОВОС-2017.PDF - Яндекс Документы; «Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.06.2016 г. № 458 «О порядке организации и проведения общественных обсуждений проектов экологически значимых решений, отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, экологических докладов по стратегической экологической оценке, учета принятых экологически значимых решений, участия в них юридических и физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей» — Pravo.by

Этапы	Требования Положения об ОВОС	Рекомендации по действию заказчика

**Задание 4.** Составьте сетевой график организации и проведения общественных обсуждений. Распишите позиции, обозначенные цифрами.



### Задание 5. Заполните регламент общественных обсуждений.

Заказчик собирает и документирует предложения и замечания общественности (I этап ОВОС)	В течение
Информация о сроках и месте доступности предварительных материалов об ОВОС, сроках и месте проведения общественных слушаний (II этап ОВОС) публикуется	Не позднее, чем
Представление предварительных материалов по ОВОС для ознакомления общественности осуществляется заказчиком	В течение
Замечание и предложения общественности принимаются и документируются заказчиком	В течение

**Задание 6.** Изучите статью: Борисов, О.А. Есть замечания общественности об ОВОС. Что делать? / О.А. Борисов // Экология на предприятии -№ 10 (160) -2024. -С. 74-77. На основе данной информации составьте алгоритм работы с замечаниями общественности; алгоритм процедуры приостановки общественных обсуждения.

## Практическая работа 9. Изучение отчета ОВОС на примере белорусской АЭС

**Цель работы:** познакомиться с отчетом ОВОС на примере белорусской АЭС.

**Задание 1.** Изучить основные разделы ОВОС на примере отчета ОВОС белорусской АЭС. Рассмотреть краткое содержание основных разделов (отчет ОВОС белорусской АЭС размещен по ссылке <http://belaes.by/ru/ekologiya.html>), проанализировать и записать информацию, содержащуюся в каждом разделе.

**Задание 2.** Подробно изучить раздел «Оценка воздействия на окружающую среду». Проанализировать составление и записать основную информацию данного раздела по пунктам:

- оценка воздействия белорусской АЭС на геологическую среду;
- оценка воздействия белорусской АЭС на поверхностные воды;
- радиационное воздействие при работе в штатном режиме и при аварийных выбросах;
- ожидаемые дозы населения при максимальной аварийной ситуации;
- прогноз трансграничного загрязнения белорусской АЭС;
- экологические результаты ОВОС;
- мероприятия по охране окружающей среды;
- особоохраняемые природные территории в зоне АЭС;
- организационная структура экологического мониторинга.

**Задание 3.** Составьте схему проведения оценки воздействия на окружающую среду по данным презентации «Отчет о воздействии на окружающую среду белорусской АЭС» <https://present5.com/ministerstvo-energetiki-respubliki-belarus-proektnoe-nauchno-issledovatel'skoe-respublikanskoe-unitarnoe/> и данных отчета.

**Задание 4.** Подобрать в интернете примеры отчетов ОВОС для разных объектов. Сравнить и проанализировать их содержание.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» от 18 июля 2016 г. № 399-З.

2. Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды». Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы, в том числе требованиях к составу документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу, заключению государственной экологической экспертизы, порядку его утверждения и (или) отмены, особых условиях реализации проектных решений, а также требованиях к специалистам, осуществляющим проведение государственной экологической экспертизы. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2017 №47.

3. Марцуль, В.Н., Козловская, И.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду и экологогеографическая экспертиза: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-89 02 02 «Туризм и природопользование» / В.Н. Марцуль, И.Ю. Козловская. –Минск: БГТУ, 2016. – 113 с.

4. Мисюченко, В.М., Парфимович, Ю.Э. Особенности проектирования источников выбросов загрязняющих веществ по дисциплине «Экологическая экспертиза»: учебно-методическое пособие / В. М. Мисюченко, Ю. Э. Парфимович. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 67 с.

5. Оценка воздействия на среду: практикум для студентов направления 18.03.02 / сост. Л.П. Майорова -Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. – 145 с.

6. Положение о порядке организации и проведения общественных обсуждений проектов экологически значимых решений, отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, учета принятых экологически значимых решений. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.06.2016 №458.

7. Положение о порядке проведения общественной экологической экспертизы. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.10.2010 № 1592.

8. Стурман, В.И. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие / В.И Стурман – Санкт-Петербург: Лань, 2024 -352с.

9. ТКП 17.02-08-2012 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета». Положение о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду, требованиях к составу отчета об оценке воздействия на окружающую среду, требованиях

к специалистам, осуществляющим проведение оценки воздействия на окружающую среду. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2017 №47.

10. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: ЭУМК / сост. Зеленуха Е.В., Сидорская Н.В. -Минск: БНТУ. -2022. -154с.

Учебное издание

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Методические рекомендации к выполнению практических работ

Составители:

**ЛИТВЕНКОВА** Инна Александровна

**ЧУБАРО** Светлана Вильямовна

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Компьютерный дизайн

*А.В. Табанюхова*

Подписано в печать

2024. Формат 60х84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 2,33. Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».  
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.