

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра –

Главный государственный

санитарный врач

Республики Беларусь



О.В. Арнаут

2010 г.

12
Регистрационный № 118-1210

РАЗРАБОТКА ОРИЕНТИРОВОЧНО БЕЗОПАСНЫХ УРОВНЕЙ
ВОЗДЕЙСТВИЯ И КЛАССА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр гигиены» Министерства
здравоохранения Республики Беларусь

АВТОРЫ: доктор медицинских наук, профессор Филонов В.П., доктор
медицинских наук, профессор Соколов С.М., кандидат медицинских наук,
доцент Науменко Т.Е., кандидат биологических наук Гриценко Т.Д.,
Пшегорода А.Е., Шевчук Л.М., Андрианова С.Т., Курлович В.И.

Минск – 2010

ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Настоящая Инструкция по применению (далее – Инструкция) предназначена для разработки (установления) нормативов качества атмосферного воздуха и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения расчетным методом.

2. Инструкция устанавливает порядок проведения, единые методические подходы и алгоритм расчета норматива - ориентировочно безопасного уровня воздействия (далее - ОБУВ) и установления класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения.

3. ОБУВ – норматив качества атмосферного воздуха - величина допустимых концентрации химических веществ, их смеси, микроорганизмов в атмосферном воздухе, при соблюдении которых не оказывается ни прямое, ни косвенное вредное воздействие, включая отдаленные последствия, на окружающую среду и здоровье человека.

4. Норматив ОБУВ утверждается и вводится в действие Министерством здравоохранения Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь сроком на 3 года. По истечении срока действия, ОБУВ должен вновь пересматриваться и утверждаться в установленном порядке. С момента утверждения предельной допустимой концентрации (далее - ПДК) данного вещества установленный ОБУВ в атмосферном воздухе отменяется.

5. Разработанные ОБУВ используются в области предупредительного санитарного надзора на стадии рассмотрения строительного проекта объекта, проектными организациями при расчете рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, при установлении нормативов допустимых выбросов (далее - НДВ) загрязняющих веществ, при обосновании расчетных размеров санитарно-защитной зоны и разработке мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

6. Установление класса опасности загрязняющих веществ и порядок отнесения веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ находится в компетенции Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

7. Классификация загрязняющих веществ по классам опасности осуществляется для государственного регулирования и управления в

области охраны атмосферного воздуха; для государственного, ведомственного и производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха.

6. Инструкция предназначена для использования в научно-практических центрах гигиенического профиля и учреждениях образования медицинского профиля.

ГЛАВА 2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

8. В Инструкции используются следующие термины и определения:
- острая токсичность при введении в желудок - DL₅₀;
 - острая токсичность при аппликации на кожу - DL₅₀;
 - острая токсичность при ингаляции - CL₅₀;
 - среднесмертельная концентрация (CL₅₀) вещества (мг/м³) - концентрация вещества (пар, газ, аэрозоль) в воздухе, вызывающая гибель 50% мышей или крыс при соответственно 2 и 4 часовом воздействии и последующим 14-суточном периоде наблюдения;
 - смертельная доза (DL₅₀) вещества (мг/кг) – доза, вызывающая гибель 50% мышей или крыс при однократном введении вещества и последующим 14-суточном периоде наблюдения;
 - концентрация вещества, вызывающая боковое положение у 50% мышей или крыс - CN₅₀;
 - коэффициент возможности ингаляционного отравления - отношение C^{20} / CL_{50}^{120} , где C^{20} - максимальная достижимая концентрация при 20⁰С – КВИО;
 - среднесмертельная концентрация для мышей при экспозиции 120 минут - CL_{50}^{120} ;
 - порог острого ингаляционного действия - минимальная концентрация вещества, вызывающая при кратковременном (2-4-х часовом) воздействии изменение определяемых показателей жизнедеятельности организма животных, выходящее за пределы физиологических отклонений (с достоверностью 95% и более) - Lim_{ac};
 - порог острого действия для подопытных животных при ингаляционном воздействии на протяжении 4 часов с учетом показателей специфического действия - Lim_{csp};
 - порог хронического ингаляционного действия - минимальная концентрация вещества, вызывающая при непрерывном фиксированном по длительности воздействии (4 месяца по 4 часа 5 раз в неделю) изменение определяемых показателей жизнедеятельности организма

животных, выходящее за пределы ⁴ физиологических отклонений (с достоверностью 95% и более) - Lim_{ch} ;

зона острого действия (отношение CL_{50}/Lim_{ac} - среднесмертельная концентрация/порог острого ингаляционного действия) - Z_{ac} ;

зона хронического действия (отношение Lim_{ac}/Lim_{ch} - среднесмертельная концентрация/порог хронического ингаляционного действия) - Z_{ch} ;

зона биологического действия (отношение CL_{50}/Lim_{ch} - среднесмертельная концентрация/порог хронического ингаляционного действия) - Z_{biol} ;

зона специфического действия (отношение Lim_{acsp}/Lim_{chsp} - порог острого ингаляционного специфического действия / порог хронического ингаляционного специфического действия) - Z_{sp} ;

пороговая концентрация, установленная с учетом влияния вещества на органолептические свойства воды: запах, привкус, цветность и т.д. - ПКорг.лепт.;

максимально недеиствующая доза вещества при хроническом его введении в желудок на протяжении 6-8 месяцев - МНД;

максимально недеиствующая концентрация в воде (определяемая как МНД-20) - МНКвод.;

порог ощущения запаха вещества в воздухе наиболее чувствительными волонтерами (применяется при нормировании веществ в атмосферном воздухе) - ПКзапах;

максимально недеиствующая концентрация при хронической ингаляционной затравке - МНКвоз.

ГЛАВА 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

9. Для установления класса опасности химического вещества вычисляется интегральный показатель опасности (далее - ИПО).

10. Определение ИПО проводится на основе комплексного учета наиболее часто используемых токсикометрических параметров реальной опасности веществ: средняя смертельная концентрация, средняя смертельная доза, зона острого действия, зона хронического действия, зона биологического действия, зона специфического действия, порог хронического действия, максимальная недеиствующая концентрация. Определение вышеуказанных параметров позволяет наиболее полно классифицировать химические загрязнения атмосферного воздуха по

классам опасности с учетом соотношений параметров токсикометрии, их количественных и качественных характеристик.

11. На основании расчета величины ИПО определяется класс опасности вещества - чрезвычайно опасные (1), высоко опасные (2), умеренно опасные (3), малоопасные (4) химические вещества.

12. ИПО рассчитывается по формуле:

$$\text{ИПО} = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^N v_i Y_i, \text{ где}$$

N - число токсикометрических параметров;

i - порядковый номер параметра;

v_i - весовой коэффициент параметра, определяемый по таблице 1.1.;

Y_i - приведенное значение параметра, определяемое по формулам таблицы 1.1.;

V - нормировочный множитель, рассчитываемый путем суммации отдельных весовых коэффициентов используемых токсикометрических параметров.

13. В таблице 1.1. представлены токсикометрические параметры, используемые для определения ИПО химического вещества.

Таблица 1.1 – Токсикометрические параметры для ИПО

Показатель токсикометрии	№ п/п, i	Весовой коэффициент, v _i	Количественные критерии для установления границ интервалов изменений i-го параметра по классам опасности				Вид аналитической зависимости для определения приведенного значения i-го параметра, Y _i
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
Средняя смертельная концентрация CL ₅₀ , мг/м ³	1	0,5	< 500	500-5000	5001-50000	>50000	Y ₁ = 1 при CL ₅₀ < 500 или 1 Y ₁ = ----- при CL ₅₀ ≥ 500 CL ₅₀ lg----- 50
Средняя смертельная доза DL ₅₀ , мг/кг	2	0,5	< 15	15-150	151-1500	> 1500	Y ₂ = 1 при DL ₅₀ < 15 или 1 Y ₂ = ----- при DL ₅₀ ≥ 15 DL ₅₀ lg----- 1,5

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Зона острого действия, Z_{ac} .	3	0,75	< 6	6-18	18,1-54	> 54	$Y_3 = 1$ при $Z_{ac} < 6$ или $\lg 3$ $Y_3 = \frac{Z_{ac}}{\lg 2}$ при $Z_{ac} \geq 6$
Зона хронического действия, Z_{ch} .	4	1,25	> 625	625-126	125-25	< 25	$Y_4 = 1$ при $Z_{ch} > 625$ или $\lg 5$ $Y_4 = \frac{Z_{ch}}{3 \lg 5}$ при $Z_{ch} \leq 625$
Зона биологического действия, Z_{biol} .	5	1,25	> 50000	50000-5001	5000-500	< 500	$Y_5 = 1$ при $Z_{biol} > 50000$ или $\lg 50$ $Y_5 = \frac{Z_{biol}}{3}$ при $Z_{biol} \leq 50000$
Зона специфического действия, Z_{sp} .	6	0,75	> 5	5-1,1	1-0,5	< 0,5	$Y_6 = 1$ при $Z_{sp} \geq 5$ или $Z_{sp} + 7$ $Y_6 = \frac{Z_{sp}}{12}$ при $1 \leq Z_{sp} < 5$, или $Y_6 = \frac{2}{3} Z_{sp}$ при $Z_{sp} \leq 1$
Величина порога хронического действия, Lim_{ch} , мг/м ³	7	1,0	< 0,01	0,01-0,1	> 0,1-1	> 1	$Y_7 = 1$ при $Lim_{ch} < 0,01$ или 1 $Y_7 = \frac{Lim_{ch}}{\lg 1000 Lim_{ch}}$ при $Lim_{ch} \geq 0,01$
Величина максимальной недействующей концентрации, МНК, мг/м ³	8	1,0	< 0,001	0,001-0,01	> 0,01-0,5	> 0,5	$Y_8 = 1$ при МНК < 0,001 или 1 $Y_8 = \frac{МНК}{\lg 10000 МНК}$ при МНК $\geq 0,001$

14. В Таблице 1.2. представлены параметры ИПО для определения класса опасности химического вещества.

Таблица 1.2 - Классификация атмосферных загрязнений по параметрам ИПО

Класс опасности	Параметры ИПО
1	> 0,72
2	0,72 > 0,55

3	0,55 > 0,38
4	< 0,38

15. Пример расчета ИПО для абстрактного вещества N представлен в Приложении 2.

16. Определение класса опасности вещества с использованием ИПО возможно только с использованием не менее 4 параметров токсикометрии, причем один из параметров должен иметь весовой коэффициент не менее единицы. При невозможности выполнения данного условия класс опасности вещества определяется на основании данных таблицы 1.3.

Таблица 1.3. - Классификация опасности химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух

Наименование показателя токсикометрии	Количественные критерии для класса опасности *			
	1	2	3	4
Среднесмертельная доза при введении в желудок, LD ₅₀ (пероральная), мг/кг	менее 15	15-150	151-5 000	более 5 000
Среднесмертельная доза при нанесении на кожу, LD ₅₀ (кожная), мг/кг	менее 100	100-500	501-2 500	более 2 500
Среднесмертельная концентрация в воздухе, LC ₅₀ (в воздухе), мг/м ³	менее 500	500-5 000	5 001-50 000	более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300-30	29,0-3,0	менее 3,0
Зона острого действия, (Z _{ac})	менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	более 54
Зона хронического действия, (Z _{ch})	более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	менее 2,5
Зона биологического действия, (Z _{biol})	50 000	50 000-5 001	5 000-501	менее 500
Порог острого действия	менее 10	10-100	101-1 000	более 1 000
Порог хронического действия	менее и равно 1	1,1-10,0	10,1-100	более 100
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	более 10,0
* 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высоко опасные; 3 – умеренно опасные; 4 – мало опасные				

17. Отнесение вредного вещества к классу опасности следует производить по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

ГЛАВА 4

РАСЧЕТ ОБУВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО РЕФЛЕКТОРНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

18. Рефлекторные реакции, появляющиеся у человека при раздражении рецепторных зон респираторных органов под воздействием атмосферных загрязнений, обладающих запахом, устанавливаются при измерении световой чувствительности глаз, изменении электроэнцефалограмм, различении пороговых концентраций по запаху волонтерами, когда определяется порог обоняния для наиболее чувствительных лиц и т.д.

19. Приоритетные формулы, основанные на параметрах рефлекторного воздействия вредного вещества на организм человека:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{ат.м.р.}} = -0,65 + 0,56 \lg \text{ПДК в.органолепт.} \quad (1)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{ат.м.р.}} = -1,19 + 0,24 \lg \text{ПК зап. в воде} \quad (2)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = 0,96 \lg x_1 - 0,51, \quad (3)$$

где x_1 - порог обоняния для наиболее чувствительных лиц, мг/м³

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = 0,93 \lg x_2 - 0,45, \quad (4)$$

где x_2 - порог световой чувствительности глаза, мг/м³

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = 0,97 \lg x_3 - 0,23, \quad (5)$$

где x_3 - порог действия на биоэлектрическую активность коры головного мозга, мг/м³

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = -5,73 + 1,39 \lg \text{DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (6)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = -2,08 + 1,02 \lg \text{CL}_{50} \text{ (мг/л)} \quad (7)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = -1,7 + 1,31 \lg \text{CL}_{50} \text{ (мг/л)} - 0,3 \lg \text{DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (8)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = -1,78 + \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} \quad (9)$$

ГЛАВА 5 РАСЧЕТ ОБУВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО РЕЗОРБТИВНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

20. Наилучшее приближение ОБУВ к экспериментально обоснованным величинам ПДК химического вещества дают расчеты по формулам, в основу которых заложены параметры токсикометрии и установленные в эксперименте ПДК в других объектах окружающей среды, поэтому в первую очередь рекомендуются уравнения, включающие эти показатели.

21. Расчет ОБУВ по формулам отдельных групп химических соединений дает более надежные и достоверные величины:

Альдегиды и кетоны:

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 0,0189 + 0,00165 \text{ ПДК}_{\text{р.з.}} \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (10)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -0,0078 + 0,0000334 \text{ DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (11)$$

при $\text{DL}_{50} > 250 \text{ мг/кг}$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -2,14 + 0,00015 \text{ DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (12)$$

при $\text{DL}_{50} < 250 \text{ мг/кг}$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -2,34 + 0,0000132 \text{ CL}_{50} \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (13)$$

Амины жирного ряда:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 9,27 - 3,94 \lg \text{DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (14)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = (0,0502 + 0,0471 \sqrt{\text{ПДК}_{\text{р.з.}} \text{ (мг/м}^3\text{)}})^2 \quad (15)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -1,01 + 0,572 \lg \text{МНД} \text{ (мг/кг)} \quad (16)$$

Ароматические углеводороды ряда бензола:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -1,88 + 0,02 \text{ CL}_{50} \text{ (мг/л)} \quad (17)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -1,74 + 0,625 \lg \text{DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (18)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = (0,093 + 0,658 \text{ lim}_{\text{ch}} \text{ (мг/м}^3\text{)})^2 \quad (19)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 0,0296 + 0,0561 \text{ МНД} \text{ (мг/кг)} \quad (20)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -0,119 + 0,714 \text{ ПК}_{\text{орг.лепт.}} \text{ (мг/л)} \quad (21)$$

Металлы:

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = -0,00036 + 0,0000159 \text{ DL}_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (22)$$

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = 0,009 + 0,0459 \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (23)$$

$$\lg \text{ОБУВс.с.ат.в.} = -1,66 + 0,777 \text{ МНК (мг/л)} \quad (24)$$

Неорганические пары, газы, аэрозоли:

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = (0,162 + 0,127 \sqrt{\text{CL}_{50} \text{ (мг/л)}})^2 \quad (25)$$

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = (0,07 + 0,017 \text{ lim}_{\text{ch}} \text{ (мг/м}^3\text{)})^2 \quad (26)$$

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = (0,112 + 0,0268 \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)})^2 \quad (27)$$

Фосфорорганические пестициды:

$$\lg \text{ОБУВс.с.ат.в.} = -1,79 + 0,693 \lg \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (28)$$

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = 0,00249 + 0,0215 \sqrt{\text{МНД (мг/кг)}} \quad (29)$$

$$\text{ОБУВс.с.ат.в.} = 0,00152 + 0,19 \text{ ПКзапах (мг/м}^3\text{)} \quad (30)$$

Углеводороды предельные. Алканы:

$$\lg \text{ОБУВ} = 0,482 \lg \text{CL}_{50} \text{ (мг/л)} + 0,22 \quad (31)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = 0,33 \lg \text{CN}_{50} \text{ (мг/л)} + 0,60 \quad (32)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = 0,99815 \lg \text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} - 0,84 \quad (33)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = -0,986 \lg(\text{М.м.}) + 3,1 \quad (34)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = -0,90926 \lg(\text{Ткип.}^{\circ}) + 2,9 \quad (35)$$

Циклоалканы:

$$\lg \text{ОБУВ} = -0,78 + 0,482 \lg \text{CL}_{50} \text{ (мг/л)} \quad (36)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = -0,40 + 0,330 \lg \text{CN}_{50} \text{ (мг/л)} \quad (37)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = -1,84 + 0,998 \lg \text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (38)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = 2,1 - 0,986 \lg(\text{М.м.}) \quad (39)$$

$$\lg \text{ОБУВ} = 1,9 - 0,909 \lg(\text{Ткип.}^\circ)$$

(40)

22. В случае, если вещество не относится к указанным группам соединений, наиболее надежные и достоверные уровни прогнозируемых величин ОБУВ дают формулы, учитывающие класс опасности вещества.

1-й класс опасности:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -0,641 + 1,35 \lg \text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (41)$$

2-й класс опасности:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -1,99 + 0,1 \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (42)$$

3-й класс опасности:

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -0,00599 + 0,0115 \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (43)$$

при $\text{ПДКр.з.} \geq 2$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 0,0218 + 0,00772 \text{ ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (44)$$

при $\text{ПДКр.з.} < 2$

4-й класс опасности:

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = (0,112 + 0,0649 \sqrt{\text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)}})^2 \quad (45)$$

23. Уравнения 46-50, в основе которых лежит корреляционная связь между ПДК для атмосферного воздуха и ПДКр.з., DL_{50} , CL_{50} (общие зависимости без учета особенностей токсичности и опасности отдельных групп веществ) дают менее надежные величины ОБУВ, так как завышают уровни ОБУВ для веществ 1-го класса опасности и занижают для 4-го класса:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 0,58 \lg CL_{50} \text{ (мг/л)} - 1,6 \quad (46)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -6,0 + 1,5 \lg DL_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (47)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -0,7 + 1,7 \lg CL_{50} \text{ (мг/л)} - 0,8 \lg DL_{50} \text{ (мг/кг)} \quad (48)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -1,77 + 0,62 \lg \text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)} \quad (49)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = (0,110 + 0,0654 \sqrt{\text{ПДКр.з. (мг/м}^3\text{)}})^2 \quad (50)$$

ГЛАВА 6
РАСЧЕТ ОБУВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ВЕЩЕСТВ

24. Расчет ОБУВ органического вещества по его молекулярной массе (в интервале М.м. от 32 до 600):

$$\lg\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -8,0 \lg\text{М.м.} + 14,75 + K \quad (51)$$

21. При вычислении $\lg\text{ОБУВ}$ учитываются следующие поправочные коэффициенты (К):

$$K = 3,0 \text{ (М.м. с 265 и выше)}$$

$$K = 2,0 \text{ (М.м. с 200 до 264.9)}$$

$$K = 1,0 \text{ (М.м. с 147.0 до 199.9)}$$

$$K = 0,0 \text{ (М.м. с 146.9 до 69.9)}$$

$$K = -1,0 \text{ (М.м. с 70 до 45)}$$

$$K = -3,0 \text{ (М.м. с 45 и ниже)}$$

25. Расчет ОБУВ органического вещества по его температуре кипения при 760 мм рт.ст. в $^{\circ}\text{C}$ (в интервале $T_{\text{кип.}}$ от 20 до 315°C):

$$\lg\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -5,6 \lg T_{\text{кип.}} + 11,2 + K \quad (52)$$

26. При вычислении $\lg\text{ОБУВ}$ необходимо учитывать следующие поправочные коэффициенты (К):

$$K = 1,0 \text{ (} T_{\text{кип.}} > 270^{\circ}\text{C)}$$

$$K = 0 \text{ (} T_{\text{кип.}} \text{ с } 270 \text{ до } 69.9^{\circ}\text{C)}$$

$$K = -1,0 \text{ (} T_{\text{кип.}} \text{ с } 70^{\circ}\text{C} \text{ и ниже)}$$

$$K = -2,0 \text{ (} T_{\text{кип.}} \text{ с } 60^{\circ}\text{C} \text{ и ниже)}$$

$$K = -3,0 \text{ (} T_{\text{кип.}} \text{ с } 46^{\circ}\text{C} \text{ и ниже)}$$

$$K = -4,0 \text{ (} T_{\text{кип.}} \text{ с } 36^{\circ}\text{C} \text{ и ниже)}$$

27. Расчет ОБУВ полизамещенных бром и хлорсодержащих производных бензола по физико-химическим константам, при этом в качестве базовой используется формула:

$$\lg\text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = 0,99 \lg\text{DL}_{50} \text{ (мг/кг)} - 4,72 \quad (53)$$

28. Для расчета среднесмертельных доз (DL_{50} при введении вещества в желудок) синтезируемых и малоизученных соединений могут быть рекомендованы следующие физико-химические свойства:

М.м. - молекулярная масса;

$T_{\text{кип.}}$ - температура кипения в $^{\circ}\text{K}$ (Кельвина)

$T_{пл.}$ - температура плавления в °К;

μ - дипольный момент (дебай);

$\sum\delta$ - сумма-константа Гаммета;

$\sum\alpha$ - сумма инкрементов ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР), входящие в уравнения парной и множественной регрессии в различных комбинациях.

$$\lg DL_{50} = 3,84 - 0,25\mu - 0,83 / \sum \delta / \quad (54)$$

$$\lg DL_{50} = 3,81 - 0,22\mu - 0,52 / \sum \delta / - 0,0021 / \sum \alpha / \quad (55)$$

$$\lg DL_{50} = 3,69 + 0,0003M.м. + 0,0003T_{пл.} - 0,22\mu - 0,58 / \sum \delta / \quad (56)$$

Для хлорпроизводных бензола:

$$\lg DL_{50} = 3,33 - 0,30 / \sum \alpha / \quad (57)$$

$$\lg DL_{50} = 3,40 - 0,23 \mu \quad (58)$$

$$\lg DL_{50} = 6,0 - 0,006T_{кип.} \quad (59)$$

$$\lg DL_{50} = 5,47 + 0,0064M.м. - 0,0069T_{кип.} + 0,17 / \sum \alpha / - 0,35 / \sum \delta / \quad (60)$$

29. При использовании уравнений, содержащих $\sum\delta$ или $\sum\alpha$, последние вычисляются по таблицам 6.1. и 6.2. соответственно путем суммирования δ -констант (или α) для всех заместителей бензольного кольца по отношению к основному заместителю - атому брома в полизамещенных бромбензола или атому хлора в полизамещенных хлорбензола. После простого алгебраического суммирования полученная сумма берется по модулю $/ \sum\delta /$, $/ \sum\alpha /$.

30. Это означает, что в тех случаях, когда $\sum\delta$ (или $\sum\alpha$) является отрицательным числом, то отрицательный знак заменяется на положительный.

Таблица 6.1 - б-константы Гаммета производных бензола

Тип заместителя	Положение заместителя		
	пара-	мета-	орто-
H	0	0	0
Br	0,232	0,391	1,348
Cl	0,227	0,373	1,260
NH ₂	-0,66	-0,16	-0,33
NO ₂	0,778	0,170	2,030
CH ₃	-0,170	-0,069	0,292
OCH ₃	-0,260	0,115	0,109
COOH	0,45	0,37	1,76
OH	-0,37	0,121	0,89
I	0,18	0,352	-
F	0,062	0,337	-
COH	0,22	0,36	-
NHCH ₃	-0,84	-0,30	-
N(CH ₃) ₂	-0,83	-0,05	-
NCH ₂ CH ₃	-	0,96	-
N ⁺ (CH ₃) ₃	0,82	0,88	-
NHCOOCH ₃	0	0,21	0,32
NHNH ₂	-0,55	-0,02	0,42
NHNH	-0,34	-0,04	-
C ₂ H ₅	-0,151	-0,07	-
OC ₂ H ₅	-0,250	0,150	0,88
C ₆ H ₅	-0,01	0,06	0,743
CN	0,628	0,678	0,64
COCl	0,66	-	1,84
SO ₂ Cl	1,11	1,20	2,21
SO ₃ Na	0,30	0,15	1,25
SO ₃ H	-	0,55	1,17
SH	0,15	0,25	-

Таблица 6.2 - Значения - инкрементов ядерного квадрупольного резонанса ядер ^{35}Cl бензола

Тип заместителя	^{36}Cl , МГц			пара-	
	пара-	мета-	орто-		
Cl	0,46	0,59	1,21	-	
Br	-	-	-	2,17	
F	0,63	-0,45	1,54	2,98	
NH ₂	-0,13	-0,09	-0,48	-2,73	
NHCH ₃	0,44	-0,06	0,20	-	
N(CH ₃) ₂	-0,44	-0,12	0,46	-	
NO ₂	0,65	1,03	2,65	6,60	
CH ₃	-0,01	0,03	-0,29	-1,42	
OH	0,40	0,20	0,72	1,60	
OCH ₃	0,17	0,20	0,65	1,06	
COH	0,48	-0,06	0,53	-	
C ₂ H ₅	-0,19	-0,21	-0,49	-	

31. Прогнозирование ОБУВ хлор- и бромсодержащих производных бензола по индексам электронной структуры:

$$\lg \text{ОБУВ} = - 6,33 + 17,04/Q_{\max} / - 16,20/\Delta Q / + 12,24 N(\max) \quad (61)$$

32. Для вновь синтезируемых соединений индексы электронной структуры могут быть использованы для расчета DL_{50} и CL_{50} (перорально):

$$\lg DL_{50}(\text{мг/кг}) = 12,90 - 4,18\Delta x - 0,47R - 15,03/\Delta Q / - 0,53N(\max) \quad (62)$$

$$\lg CL_{50} = 11,30 - 7,21\Delta x + 45,81/Q_{\max} / + 55,75/\Delta Q / + 7,69N(\max) \quad (63)$$

$$\lg CL_{50} = 0,67 - 10,64/\Delta Q / \quad (64)$$

33. Для определения индексов электронной структуры химических соединений проводится квантово-химический расчет молекул с применением ЭВМ. Наиболее распространенным является метод МО ЛКАО (метод молекулярных орбиталей, построенных в виде линейной комбинации атомных орбиталей).

34. Для расчета производных бензола используется метод МО ЛКАО в π -электронном приближении. С помощью стандартных программ на ЭВМ проводится вычисление энергетических уровней и волновых функций молекул, по которым вычисляются энергетические индексы электронной структуры молекул (энергия высшей заполненной молекулярной орбиты - x_g ; энергия низшей свободной молекулярной орбиты - x_{ans} ; энергия возбуждения - $-\Delta x - x_{\text{ans}} - x_g$; энергия резонанса - R) и электрические индексы электронной структуры молекул (заряды на атомах - q ; суммарные заряды на атомах - Q ; порядки связей - P ; индекс свободной валентности - N).

35. В рядах производных бензола, кроме того, вычисляют следующие индексы: Q_{\max} - максимальный заряд на атоме углерода бензольного кольца, не связанного с заместителем; ΔQ - разность сумм зарядов атомов углерода бензольного кольца бром- (или хлорбензола) и его производных; $N(\max)$ - максимальный индекс свободной валентности атомов углерода бензольного кольца.

36. Прогнозирование ОБУВ химических веществ эфиров акриловой и метакриловой кислот (акриловые мономеры):

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{м.р.}} = 153,26 - 86w_c = 0 + 0,649 \text{ гвс}, \quad (65)$$

где $w_c = 0$ - порядок связей по Вибергу, гвс - заряды на β -атомах углерода, ближайших к активированной двойной связи.

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.}} = - 2,89 + 1,088 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} \quad (66)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.}} = - 3,12 + 0,67 \lg \text{Lim}_{\text{а.р.з.}} \quad (67)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.}} = - 4,09 + 0,68 \lg CL_{50\text{М}} \quad (68)$$

ГЛАВА 7

ПРИЕМ РАСЧЕТА ОБУВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНЫХ РЕГЛАМЕНТОВ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

37. При отсутствии ПДК рабочей зоны при расчете ОБУВ возможно использование зарубежных гигиенических стандартов, в частности - TLV максимальных и среднесменных, установленных в США; ПДК рабочей зоны, установленных в Германии и др.

$$\text{ОБУВ}_{\text{м.р.ат.в.}} = 0,075 + 0,0015\sqrt{\text{TLV}_{\text{м}}} \quad (69)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -2,13 + 0,56 \lg \text{TLV}_{\text{сс}} \quad (70)$$

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{с.с.ат.в.}} = -2,14 + 0,55 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} \quad (71)$$

Приложение 1
к Инструкции по применению
«Разработка ориентировочно
безопасных уровней воздействия и
класса опасности загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе»

ПЕРЕЧЕНЬ СВЕДЕНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
ОБУВ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

1. Наименование вещества согласно Международному химическому идентификатору (International Chemical Identifier, InChI) Международного союза теоретической и прикладной химии – International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

2. Регистрационный номер CAS присвоен Химической реферативной службой (Chemical Abstracts Service, CAS) Американского химического общества (American Chemical Society), а также синонимы, тривиальные и торговые названия.

3. Физико-химические свойств.:

3.1. Химическая формула

3.2. Формула в виде текста

3.3. Структурная формула

3.4. Краткая форма записи

3.5. Молекулярная масса (атомные единицы массы – а.е.м.)

3.6. Молярная масса (г/моль)

3.7. Температура кипения (°C при 760 мм рт.ст.)

3.8. Температура плавления (°C):

3.9. Температура воспламенения (°C)

3.10. Упругость пара при 20 °C (мм рт.ст.)

3.11. Давление пара (в мм.рт.ст. при 20°C)

3.12 Плотность (г/см³ при 20°C).

3.13. Растворимость (в воде, г/л; в других средах в г/100 г или см³/100 см³)

3.14. Коэффициент распределения масло/вода

3.15. Молярная рефракция (R_m, м³/моль)

3.16. Молекулярный объем (M. O., л).

3.17. Коэффициент преломления

3.18. Дипольный момент (Гаммет)

3.19. $\sum\delta$ - сумма-констант Гаммета;

3.20. $\Sigma\alpha$ - сумма инкрементов ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР), входящие в уравнения парной и множественной регрессии в различных комбинациях.

3.21. Летучесть (мг/м^3 или в мг/л при 20°C)

3.22. C_{20} – максимальная насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20°C

3.23. Дисперсность аэрозоля

3.24. Форма частиц.

4. Агрегатное состояние вещества в атмосферном воздухе, миграция, трансформация, кумуляция, стабильность в окружающей среде

5. Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

6. Предприятие (объект хозяйственной и иной деятельности), на котором предполагается использовать данное вещество.

7. Токсикологическая характеристика вещества (параметры острого, подострого, раздражающего и хронического действия при ингаляционном и пероральном путях поступления в организм), симптомы и механизмы действия, возможность развития отдаленных эффектов действия. При отсутствии параметров токсикометрии по исследуемому веществу приводятся параметры веществ, близких по физико-химическим и биологическим свойствам.

8. Утвержденные величины ПДК в воздухе рабочей зоны и воде водоемов.

9. NOAEL (no-observed-adverse-effect-level) - уровень ненаблюдаемости враждебного эффекта - экспозиционный уровень, при котором нет статистически или биологически значащих увеличений частоты враждебных эффектов в экспонированной популяции по сравнению с соответствующей контрольной группой.

10. LOAEL (lowest-observed-adverse-effect-level) - низший уровень наблюдаемости враждебного эффекта - самый низкий уровень экспозиции, при котором наблюдаются статистически или биологически значимые увеличения частоты или тяжести повреждений в экспонированной группе населения по сравнению с соответствующей контрольной группой.

11. UF(Uncertainty Factor)-коэффициент неопределенности в процессе определения эталонной дозы (RfD) в эксперименте. UF предназначены для учета: - вариаций индивидуальной чувствительности; экстраполяции данных межвидового преобразования дозы; - экстраполяции данных, полученных в исследованиях со временем экспозиции меньшим, чем продолжительность жизни; - перехода от высоких доз в эксперименте к низким дозам в окружающей среде;

- неопределенности, связанной с использованием в базе данных значений LOAEL вместо NOAEL.

12. MF (Modifying Factor) - модифицирующий коэффициент вводится при оценке не поддающихся полной корректировке данных с помощью стандартных коэффициентов неопределенности. Значение MF по умолчанию равно 1.

13. RfD (Reference Dose oral) - эталонная (референтная) доза - оценка с неопределенностью, охватывающей возможно порядок величины ежедневной экспозиции для группы населения (включая чувствительные подгруппы), которая вероятно не приводит к заметному риску поражений в течение жизни.

14. RfC (Reference Concentration inhalation) - эталонная (референтная) концентрация - оценка с неопределенностью, охватывающей возможно порядок величины экспозиции при продолжительном вдыхании агента для группы населения (включая чувствительные подгруппы), которая, по-видимому, не приводит к заметному риску токсических поражений в течение жизни.

15. UR (Unit Risk) - единичный (нормированный) риск - верхняя граница предельного риска канцерогенеза при продолжительном воздействии агента, имеющего концентрацию в воздухе 1 мкг/м^3 .

16. Международные карты химической безопасности - ICSC (International Chemical Safety Cards).

17. ООН Глобальная гармонизированная система классификации и маркировки химической продукции - UN GHS (United Nations Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemical).

18. Объединенный список Паспортов безопасности материалов различных производителей (адрес- EUSDB).

19. Паспорт безопасности вещества/материала - MSDS (Material Safety Data Sheets).

20. Паспорта безопасности химической продукции (ПБХП).

21. Пусковой технологический регламент, материальный баланс.

22. Регистр токсических эффектов химикатов - RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemicals).

23. Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ (СГС).

24. ФГУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора России – национальный корреспондент подпрограммы ЮНЕП по химическим веществам.

Приложение 2
к Инструкции по применению
«Разработка ориентировочно
безопасных уровней воздействия и
класса опасности загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе»

ПРИМЕР РАСЧЕТА КЛАССА ОПАСНОСТИ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Таблица 1 – Показатели токсикометрии вещества N, используемые для расчета ИПО

Показатель токсикометрии	№ п/п, i	Количественное значение	Весовой коэффициент, v_i
CL_{50} , мг/м ³	1	1120	0,50
DL_{50} , мг/кг	2	750	0,50
Зона острого действия	3	5,30	0,75
Зона хронического действия	4	700	1,25
Зона биологического действия	5	3733	1,25
Зона специфического действия	6	Не устанавливалась	Не устанавливался
Порог хронического действия	7	0,30	1,00
МНК, мг/м ³	8	0,03	1,00

В соответствии с формулами, приведенными в таблице 1.1. Инструкции, рассчитываются численные значения Y_i параметров:

$$Y_1 = \frac{1}{\lg \frac{1120}{50}} = 0,741, \text{ так как } CL_{50} > 500;$$

$$Y_2 = \frac{1}{\lg \frac{750}{1,5}} = 0,370, \text{ так как } DL_{50} > 15;$$

$$Y_3 = 1,0, \text{ так как } Z_{ac} < 6;$$

$$Y_4 = 1,0, \text{ так как } Z_{ch} > 625;$$

$$Y_5 = \frac{\lg \frac{733}{50}}{3} = 0,624, \text{ так как } Z_{biol} < 50000;$$

Y_6 не рассчитывается;

$$Y_7 = \frac{1}{\lg 1000 \times 3} = 0,404, \text{ так как } Lim_{ch} > 0,01;$$

$$Y_8 = \frac{1}{\lg 10000 \times 0,03} = 0,404, \text{ так как } MNK > 0,001.$$

После определения Y_i параметров рассчитывается нормировочный множитель V : $V = \sum v_i = 0,5+0,5+0,75+1,25+1,25+1+1 = 6,25$

С учетом выбранной системы весовых коэффициентов для каждого параметра и рассчитанного нормированного множителя по формуле, определяется интегральный показатель опасности (ИПО):

$$\text{ИПО} = 1/6,25 \sum (0,741 \times 0,5) + (0,37 \times 0,5) + (1 \times 0,75) + (1 \times 1,25) + (0,624 \times 1,25) + 0,404 + 0,404 = 0,663$$

В соответствии с данными Таблицы 1.2. вещество N относится ко 2 классу опасности - высоко опасное химическое вещество.

Приложение 3
к Инструкции по применению
«Разработка ориентировочно
безопасных уровней воздействия и
класса опасности загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе»

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ ФОРМУЛ

Номер формул	Авторы
1, 2	Л.А.Тепикина, З.В.Шипулина
3-5, 46, 49	Ю.А.Кротов
6-9, 47, 48	С.Д.Заугольников, М.М.Кочанов, А.О.Лойт, И.И.Ставчанский
10-16, 22, 28-30, 50	Л.А.Тепикина, М.А.Пинигин, Г.Н.Красовский, М.А.Егорова, З.И.Жолдакова, И.Л.Уланова, К.К.Сидоров, Б.Д.Щербаков
17-21, 23-27, 41-45, 69-71	Л.А.Тепикина
51, 52	Н.Г.Андреещева
53-64	М.А.Красовицкая, В.М.Бездворный, М.Е.Айбиндер
65-68	Ю.П.Тихомиров
31-40	П.А.Чеботарев, П.А.Амвросьев, Т.Е.Науменко, Т.А.Федотова

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1 Назначение и область применения	2
Глава 2 Термины и определения	3
Глава 3 Определение класса опасности химического вещества	4
Глава 4 Расчет ОБУВ химических веществ, обладающих преимущественно рефлекторным действием	8
Глава 5 Расчет ОБУВ химических веществ, обладающих преимущественно резорбтивным действием	9
Глава 6 Расчет ОБУВ по физико-химическим свойствам веществ	12
Глава 7 Прием расчета ОБУВ на основе зарубежных регламентов в воздухе рабочей зоны	17
Приложение 1 Перечень сведений, необходимых для разработки ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	18
Приложение 2 Пример расчета класса опасности загрязняющих веществ	20
Приложение 3 Указатель авторов формул	23

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Настоящая Инструкция по применению разработана сотрудниками ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» Министерства здравоохранения Республики Беларусь (Филонов В.П., Соколов С.М., Науменко Т.Е., Гриценко Т.Д., Пшегорода А.Е., Шевчук Л.М., Андрианова С.Т., Курлович В.И.).

Рецензенты:

УО «БГМУ» (канд.мед.наук И.П. Семенов),

ГУ «Минский облЦГЭОЗ» (Магер О.Р.)

ГУ «ЦГЭ Заводского района», г. Минск (канд. мед.наук Першин И.Г.).

2. Утверждена Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 2010 г.

Введена взамен Методических указаний по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест №11-7-2-97.