

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**Академия Государственной противопожарной службы**

**Л. К. Исаева, В. А. Сулименко, О. В. Наместникова**

**Методические указания  
по выполнению курсовой работы  
по дисциплине «Экология»**

**«Расчет концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах  
промышленных предприятий в атмосферном воздухе»**

**Для слушателей института заочного и дистанционного обучения**

**Москва 2014**

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

Л. К. Исаева, В. А. Сулименко, О. В. Наместникова

**Методические указания  
по выполнению курсовой работы  
по дисциплине «Экология»**

**«Расчет концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах  
промышленных предприятий в атмосферном воздухе»**

Для слушателей института заочного и дистанционного обучения

Утверждено редакционно-издательским советом  
Академии ГПС МЧС России

Москва 2014

УДК 504.3.054(075.8)+504.75.05

ББК 20.1я7

И85

**Р е ц е н з е н т ы:**

Доктор технических наук, профессор  
начальник кафедры общей и специальной химии Академии ГПС МЧС России

*С. В. Воевода*

Кандидат военных наук, доцент  
начальник учебно-научного комплекса гражданской защиты Академии ГПС  
МЧС России

*А.Н. Калайдов*

**Исаева Л. К., Сулименко В. А., Намесникова О. В.**

И85 Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Экология» для слушателей Института заочного и дистанционного обуче-  
ния. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 18 с.

Методические указания предназначены для слушателей Академии ГПС МЧС России.

УДК 504.3.054(075.8)+504.75.05

ББК 20.1я7

Издано в авторской редакции.

© Академия Государственной противопожарной  
службы МЧС России, 2014

**Тема: «Расчет концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий в атмосферном воздухе»**

Курс «Экология», преподаваемый в Академии ГПС МЧС России, направлен на формирование у обучающихся теоретических знаний о процессах загрязнения атмосферного воздуха различными источниками загрязнения.

**Цель курсовой работы** – научить оценивать экологическую опасность для селитебных территорий при выбросах загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух, овладеть методами расчета параметров штатных выбросов токсичных веществ.

В данной курсовой работе предлагается расчетным методом определить концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе населенного пункта при штатной работе предприятия и внести предложения по улучшению экологической обстановки вблизи предприятия.

**Задания для выполнения курсовой работы:**

**Условие:** промышленное предприятие работает в штатном режиме. По условиям технологического процесса в атмосферный воздух поступают загрязняющие вещества от источника выброса, работающего в постоянном режиме. Сведения об условиях выброса загрязняющих веществ, приведены в таблицах 1 и 2 методических указаний.

Предприятие расположено в границах населенного пункта. Метеорологические условия (повторяемость среднегодовых значений направления ветра) приведены в таблице 3 методических указаний.

В ходе выполнения курсовой работы необходимо:

1. Рассчитать максимальную концентрацию загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха.
2. Определить границу санитарно-защитной зоны (СЗЗ) промышленного предприятия ( $L_0$ ) – расстояние (м) от источника загрязнения атмосферы (ИЗА) до точки в которой выполняется условие  $C \leq ПДК_{сс}$ . Нанести на план предприятия границу СЗЗ (см. приложение).
3. Построить график зависимости концентрации загрязняющего вещества в атмосферном воздухе от расстояния на котором она достигается в границах санитарно-защитной зоны промышленного предприятия.
4. Внести предложения по улучшению экологической обстановки вблизи промышленного предприятия.

**Исходные данные для расчета**

Таблица 1

№ п/п	Характеристика, обозначение	Единица	Значение									
			Номер варианта (по предпоследней цифре зачетной книжке)									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Высота отверстия, $H$	м	23	30	20	34	25	36	40	27	31	44
2.	Диаметр устья трубы, $D$	м	1,6	3	1,8	2,6	2,2	3,1	1,1	2	2,1	1,9
3.	Скорость выхода газовой-душной смеси, $\omega_0$	м/с	7	12	8	5,8	6	9	11	7,5	10	15
4.	Температура газовой-душной смеси, $T_2$	°C	135	115	155	120	150	110	125	140	105	160
5.	Температура окружающего воздуха, $T_6$	°C	25	20	20	30	25	20	25	25	30	25
6.	Коэффициенты $A$	-	140	160	200	250	180	140	140	200	200	180
7.	Коэффициенты $\eta$	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8.	Скорость ветра, $u$	м/с	10	6	8	4	9	2	11	2	4,2	3

Таблица 2

№ п/п	Выбрасываемое Вещество	Единица	Значение									
			Номер варианта (по последней цифре зачетной книжке)									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сероводород, $M_{H_2S}$	г/с	2,5	-	-	-	-	3,5	-	-	1,6	-
2.	Азота диоксид, $M_{NO_2}$	г/с	4,5	5	-	4,3	-	6,5	1,5	-	12	-
3.	Серы диоксид, $M_{SO_2}$	г/с	12	15	-	10	-	11	17	-	14	-
4.	Зола (в пересчете на $V_2O_5$ ), $M_{V_2O_5}$	г/с	-	2,6	-	1,9	-	-	2,2	-	-	-
5.	Фенол, $M_{C_6H_5OH}$	г/с	-	-	0,8	-	0,6	-	-	0,7	-	1,1
6.	Формальдегид, $M_{HCHO}$	г/с	-	-	1,2	-	2,4	-	-	1,8	-	1,1
7.	Пыль стекловолокнита	г/с	-	-	11	-	14	-	-	9	-	7

Таблица 3

Среднегодовые значения повторяемости направлений ветра, %  
(Номер варианта выбирается по последней цифре номера зачетной книжки)

№ варианта	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	СЗ
1.	22	12	9	10	13	12	4	14
2.	5	6	12	10	14	22	8	15
3.	19	6	9	14	17	7	4	19
4.	3	22	42	10	5	5	6	4
5.	9	4	6	15	8	8	31	19
6.	20	15	8	4	4	25	8	16
7.	15	6	2	12	24	4	13	14
8.	14	16	3	5	12	36	4	10
9.	8	3	3	4	43	19	5	15
10.	4	9	17	8	3	5	22	32

Таблица 4

Схема промышленного предприятия с обозначением источника выброса (приложение)

№ п/п	Характеристика, обозначение	Номер варианта (по предпоследней цифре зачетной книжке)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Номер схемы	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2.	Номер объекта	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

Таблица 5

Значения предельно-допустимых концентраций (ГН 2.1.6.1338-03)

№ п/п	Характеристика, обозначение	Предельно-допустимая концентрация среднесуточная		
		Единица	Значение	Класс опасности
1.	Сероводород	мг/м <sup>3</sup>	0,008	2
2.	Азота диоксид	мг/м <sup>3</sup>	0,04	3
3.	Серы диоксид	мг/м <sup>3</sup>	0,05	3
4.	Зола (в пересчете на ванадий)	мг/м <sup>3</sup>	0,002	2
5.	Фенол	мг/м <sup>3</sup>	0,003	2
6.	Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	0,003	2
7.	Пыль стекловолокнита	мг/м <sup>3</sup>	10	4

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**Академия Государственной противопожарной службы**

Кафедра: Экологическая безопасность

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине «Экология»**

**«Расчет концентрации в атмосферном воздухе вредных  
веществ, содержащихся в выбросах предприятий»**

Вариант № \_\_\_\_\_

Выполнил: \_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество, факультет, № группы)

Руководитель: \_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание, специальное знание, Ф.И.О.)

Дата защиты: \_\_\_\_\_

Оценка: \_\_\_\_\_

(подпись руководителя)

## Рекомендуемый порядок выполнения курсовой работы

Распространение в атмосферном воздухе выбрасываемых из труб промышленных выбросов подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывают состояние атмосферы, расположение предприятий, характер местности, физические свойства выбросов, высота трубы, диаметр устья и др. Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное – распределением температур в вертикальном направлении.

По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы сначала нарастает, достигает максимума и затем медленно убывает, что позволяет говорить о наличии трех зон неодинакового загрязнения атмосферы: зона переброса факела выбросов, характеризующаяся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; зона задымления – зона максимального содержания вредных веществ и зона постепенного снижения уровня загрязнения (рис. 1).

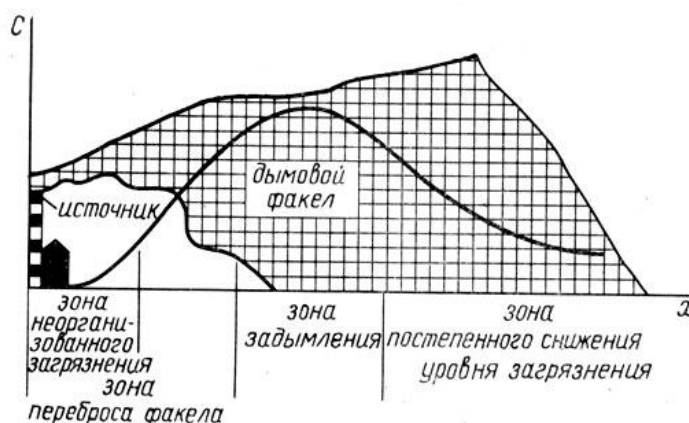


Рис. 1. Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выброса

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания выбросов промышленных предприятий в атмосфере и определение приземных концентраций вредных веществ, является «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» РД 52.04.212-86. В основу методики указаний положено то, что величина наибольшей концентрации каждого вредного вещества в приземном (двухметровом) слое атмосферы над поверхностью земли не должна превышать максимальную разовую предельно допустимую концентрацию данного вредного вещества в атмосферном воздухе.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

### 1. Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника

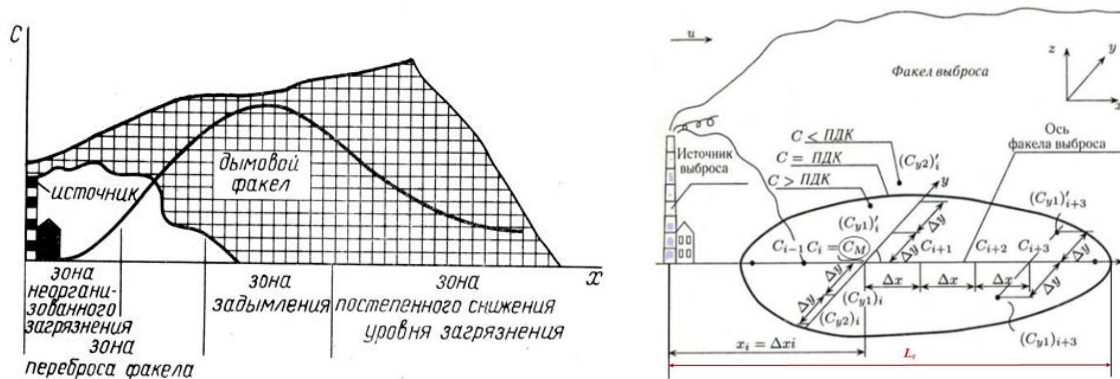


Рис. 2. Распределение приземной концентрации загрязняющего вещества в атмосфере на оси факела выброса точечного источника.

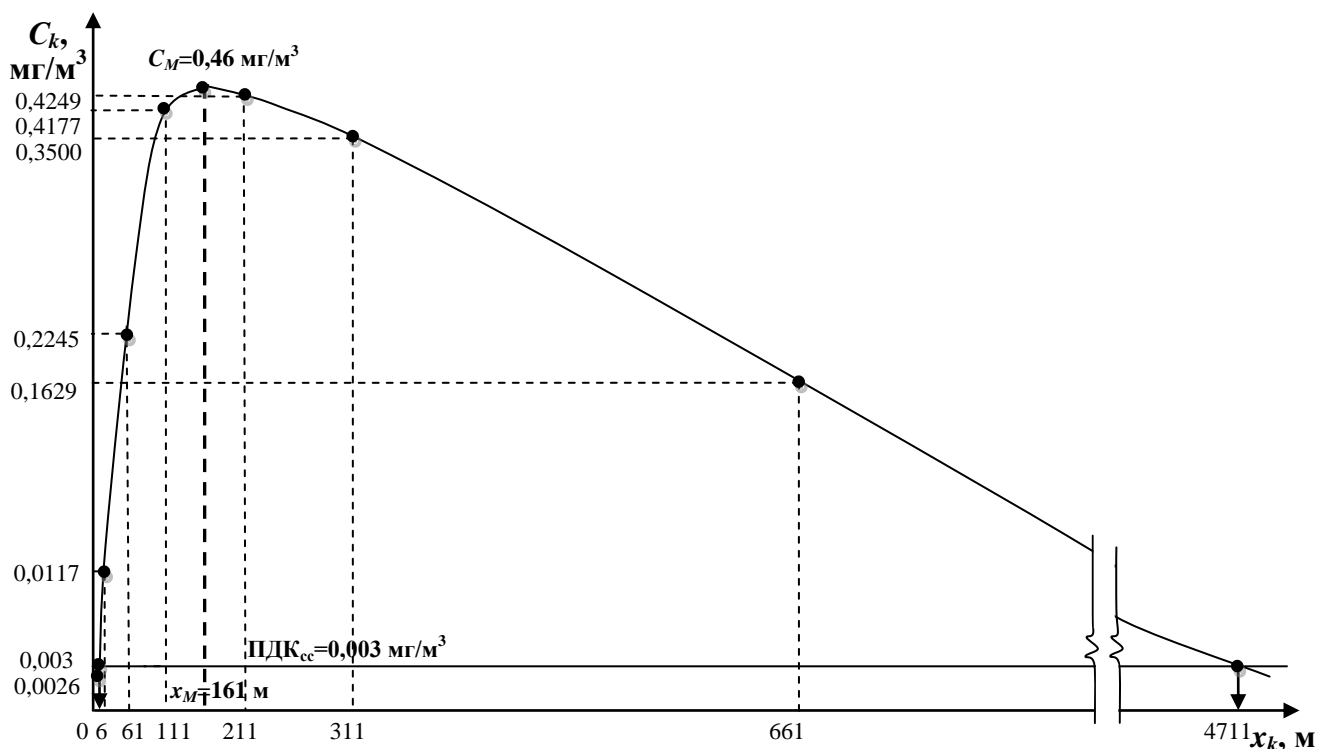


Рис. 3. График зависимости концентрации загрязняющего вещества в атмосферном воздухе от расстояния на котором она достигается в границах санитарно-защитной зоны промышленного предприятия (пример).

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $C_m$  (мг/м³) при выбросе нагретой смеси ЗВ с воздухом из одиночного точечного источника (труба с круглым устьем) при неблагоприятных метеорологических условиях (штиль, слабая скорость ветра, неустойчивая стратификация атмосферы, инверсия) на расстоянии  $x_m$  (м) от источника определяется по формуле:

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

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, соответствующий неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна (табл. 1);

$M$  – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (табл. 2), г/с;

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

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

$H$  (м) – высота источника выброса над уровнем земли;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $\eta = 1$  (табл.1);

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_g$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_b$ , °С. Значение температуры окружающего атмосферного воздуха  $T_b$  и температуры выбрасываемой в атмосферу газовой смеси  $T_g$  для выполнения расчета принимают по табл. 1.;

$V_1$  – расход газовой смеси, м³/с, определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0, \quad (2)$$

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

$\omega_0$  – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение безразмерного коэффициента  $F$  принимаем:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) – 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п. 5а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов **не менее 90 %** – 2; от 75 до 90 % – 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.



Значения коэффициентов  $m$  и  $n$  определяем в зависимости от параметров  $f$ ,  $v_m$ ,  $v'_m$  и  $f_e$ .

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} ; \quad (3)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}} ; \quad (4)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} ; \quad (5)$$

$$f_e = 800(v'_m)^3 . \quad (6)$$

Коэффициент  $n$  определяем в зависимости от  $f$  по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 ; \quad (7)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100 . \quad (8)$$

Если  $f_e < f < 100$ , то значение коэффициента  $m$  вычисляем при  $f = f_e$ .

Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяем в зависимости от  $v_m$  по формулам

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2 ; \quad (9)$$

$$n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2 ; \quad (10)$$

$$n = 4,4 v_m \quad \text{при } v_m < 0,5 . \quad (11)$$

Расстояние  $x_m$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c$  (мг/м<sup>3</sup>) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $c_m$ , определяется по формуле

$$x_m = \frac{5 - F}{4} d H , \quad (12)$$

где безразмерный коэффициент  $d$  при  $f < 100$  находится по формулам:

$$d = 2,48 \left( 1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e} \right) \quad \text{при } v_m \leq 0,5 ; \quad (13)$$

$$d = 4,95 v_m \left( 1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2 ; \quad (14)$$

$$d = 7 \sqrt{v_m} \left( 1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \quad \text{при } v_m > 2 . \quad (15)$$

При  $f > 100$  или  $\Delta T \approx 0$  значение  $d$  находится по формулам:

$$d = 5,7 \quad \text{при } v'_m \leq 0,5 ; \quad (16)$$

$$d = 11,4 v'_m \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2 ; \quad (17)$$

$$d = 16 \sqrt{v'_m} \quad \text{при } v'_m > 2 . \quad (18)$$

Значение опасной скорости  $u_m$  (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ  $c_m$ , в случае  $f < 100$  определяется по формулам:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v_m \leq 0,5 ; \quad (19)$$

$$u_m = v_m \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2 ; \quad (20)$$

$$u_m = v_m (1 + 0,12 \sqrt{f}) \text{ при } v_m > 2. \quad (21)$$

При  $f > 100$  или  $\Delta T \approx 0$  значение  $u_m$  вычисляем по формулам:

$$u_m = 0,5 \text{ при } v'_m \leq 0,5; \quad (22)$$

$$u_m = v'_m \text{ при } 0,5 < v'_m \leq 2; \quad (23)$$

$$u_m = 2,2 v'_m \text{ при } v'_m > 2. \quad (24)$$

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $c_{mi}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра  $u$  ( $\text{м}/\text{с}$ ), отличающейся от опасной скорости ветра  $u_m$  ( $\text{м}/\text{с}$ ), определяем по формуле

$$c_{mi} = r c_m, \quad (25)$$

где  $r$  - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения  $u/u_m$  по формулам:

$$r = 0,67(u/u_m) + 1,67(u/u_m)^2 - 1,34(u/u_m)^3 \text{ при } u/u_m \leq 1; \quad (26)$$

$$r = \frac{3(u/u_m)}{2(u/u_m)^2 - (u/u_m) + 2} \text{ при } u/u_m > 1. \quad (27)$$

Расстояние от источника выброса  $x_{mi}$  ( $\text{м}$ ), на котором при скорости ветра  $u$  и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения  $c_{mi}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), определяем по формуле:

$$x_{mi} = p x_m, \quad (28)$$

где  $p$  - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $u/u_m$  по формулам:

$$p = 3 \text{ при } u/u_m \leq 0,25; \quad (29)$$

$$p = 8,43(1 - u/u_m)^3 + 1 \text{ при } 0,25 < u/u_m \leq 1; \quad (30)$$

$$p = 0,32 u/u_m + 0,68 \text{ при } u/u_m > 1. \quad (31)$$

При опасной скорости ветра  $u_m$  приземная концентрация вредных веществ  $c$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях  $x$  ( $\text{м}$ ) от источника выброса (см. рис. 2) определяем по формуле

$$c = s_1 c_m, \quad (32)$$

где  $s_1$  - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $x/x_m$  и коэффициента  $F$  по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \text{ при } x/x_m \leq 1; \quad (33)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_m \leq 8; \quad (34)$$

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,58(x/x_m)^2 - 35,2(x/x_m) + 120} \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } x/x_m > 8; \quad (35)$$

$$s_1 = \frac{1}{0,1(x/x_m)^2 + 2,47(x/x_m) - 17,8} \text{ при } F > 1,5 \text{ и } x/x_m > 8. \quad (36)$$

Максимальная концентрация  $c_{mx}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), достигающаяся на расстоянии  $x$  от источника выброса из оси факела при скорости ветра  $u_{mx}$ , определяем по формуле

$$c_{mx} = s'_1 c_m, \quad (37)$$

где безразмерный коэффициент  $s'_1$  находится в зависимости от отношения  $x/x_m$  по формулам:

$$s'_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \text{ при } x/x_m \leq 1; \quad (39)$$

$$s'_1 = \frac{1,1}{0,1(x/x_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8 ; \quad (40)$$

$$s'_1 = \frac{2,55}{0,13\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 1} \quad \text{при } 8 < \frac{x}{x_m} \leq 24 ; \quad (41)$$

$$s'_1 = \frac{x/x_m}{4,75\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 140\frac{x}{x_m} + 1435} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_m} \leq 80 ; \quad F \leq 1,5 ; \quad (42)$$

$$s'_1 = \frac{2,26}{0,1\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 7,41\frac{x}{x_m} - 160} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_m} < 80 ; \quad F > 1,5 ; \quad (43)$$

$$s'_1 = \frac{x/x_m}{3,58\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 35,2\frac{x}{x_m} + 120} \quad \text{при } \frac{x}{x_m} > 80 ; \quad F \leq 1,5 ; \quad (44)$$

$$s'_1 = \frac{1}{0,1\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 2,47\frac{x}{x_m} - 178} \quad \text{при } \frac{x}{x_m} > 80 ; \quad F > 1,5 . \quad (45)$$

Расчеты концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, выполненные по формулам (32) и (37) необходимо представить в таблице (см. ниже).

Скорость ветра  $u_{мх}$  при этом рассчитываем по формуле

$$u_{мх} = f_1 u_m, \quad (46)$$

где безразмерный коэффициент  $f_1$  определяем в зависимости от отношения  $x/x_m$  по формулам:

$$f_1 = 1 \quad \text{при } x/x_m \leq 1; \quad (47)$$

$$f_1 = \frac{0,75 + 0,25 x/x_m}{1 + (x/9 x_m)^3} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8 ; \quad (48)$$

$$f_1 = 0,25 \quad \text{при } 8 < x/x_m < 80; \quad (49)$$

$$f_1 = 1,0 \quad \text{при } x/x_m \geq 80. \quad (50)$$

Для каждого источника радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника  $x_1$  и  $x_2$ , где  $x_1 = 10x_m$ , а величина  $x_2$  определяется как расстояние от источника, начиная с которого  $\leq \text{ПДКсс}$ .

Делаем вывод о величине максимальной приземной концентрации и сравниваем с предельно-допустимой концентрацией и возможные последствия для населения проживающего в зоне загрязнения.

## 2. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий

Размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ)  $l_0$  (м), установленные в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий, должны проверяться расчетом загрязнения атмосферы в соответствии с требованиями ОНД с учетом перспективы развития предприятия и фактического загрязнения атмосферного воздуха.

Полученные по расчету размеры СЗЗ должны уточняться отдельно для различных направлений ветра в зависимости от результатов расчета загрязнения атмосферы и среднегодовой розы ветров района расположения предприятия по формуле

$$l = L_0 \frac{P}{P_0}, \quad (51)$$

где  $l$  – расчетный размер СЗЗ, м;

$L_0$  – расчетный размер участка местности в данном направлении, где концентрация вредных веществ (с учетом фоновой концентрации от других источников) превышает ПДК, м;

$P$  – среднегодовая повторяемость направления ветров рассматриваемого румба, %;

$P_0$  – повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров, %.

Например, при восьми румбовой розе ветров  $P_0 = \frac{100}{8} = 12,5\%$ . Значения  $l$  и  $L_0$  отсчитываются от границы источников.

### Оформление курсовой работы

Курсовая работа выполняется на листах формата А4 в **рукописном** виде.

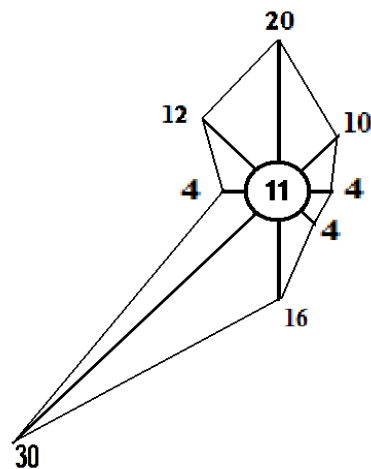
Расчеты максимальной приземной концентрации и расстояния, на которых она достигается выполняются для каждого вещества.

Значения концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на различных расстояниях от источника выброса, выполненные по формулам (32) и (37) необходимо представить в таблице:

Вещество X			Вещество Y			Вещество Z		
$x_i$ , м	$s_1$	$c_j$ , мг/м <sup>3</sup>	$x_i$ , м	$s_1$	$c_j$ , мг/м <sup>3</sup>	$x_i$ , м	$s_1$	$c_j$ , мг/м <sup>3</sup>

Построить график зависимости концентрации загрязняющего вещества (для каждого из трех веществ на миллиметровой бумаге с заданным самостоятельно масштабом) в атмосферном воздухе от расстояния на котором она достигается в границах санитарно-защитной зоны промышленного предприятия (рис. 3).

Построить розу ветров по данным из таблицы 3.



Нанести на план предприятия (табл. 4, приложение) рассчитанную границу санитарно-защитной зоны. Масштаб на плане предприятия необходимо задать самостоятельно.

### Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

Для успешного выполнения курсовой работы необходимо пользоваться материалами лекций и практических занятий по дисциплине «Экология», а также следующей учебной, учебно-методической и нормативной литературой:

1. Исаева Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – 301 с.
2. Инженерная защита окружающей среды в примерах и задачах. Под редакцией О.Г. Воробьева. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 288 с.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Ленинград. Гидрометеоздат. 1997.
4. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Режим доступа: [http://snipov.net/c\\_4819\\_snip\\_106868.html](http://snipov.net/c_4819_snip_106868.html).

### ТЕРМИНЫ

**ПДК** – предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни. Величины ПДК приведены в мг/м<sup>3</sup>.

**ПДК<sub>мр</sub>** – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация при вдыхании в течение 20-30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

**ПДК<sub>сс</sub>** – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

**Класс опасности** – условная величина, предназначенная для упрощенной классификации потенциально опасных веществ.

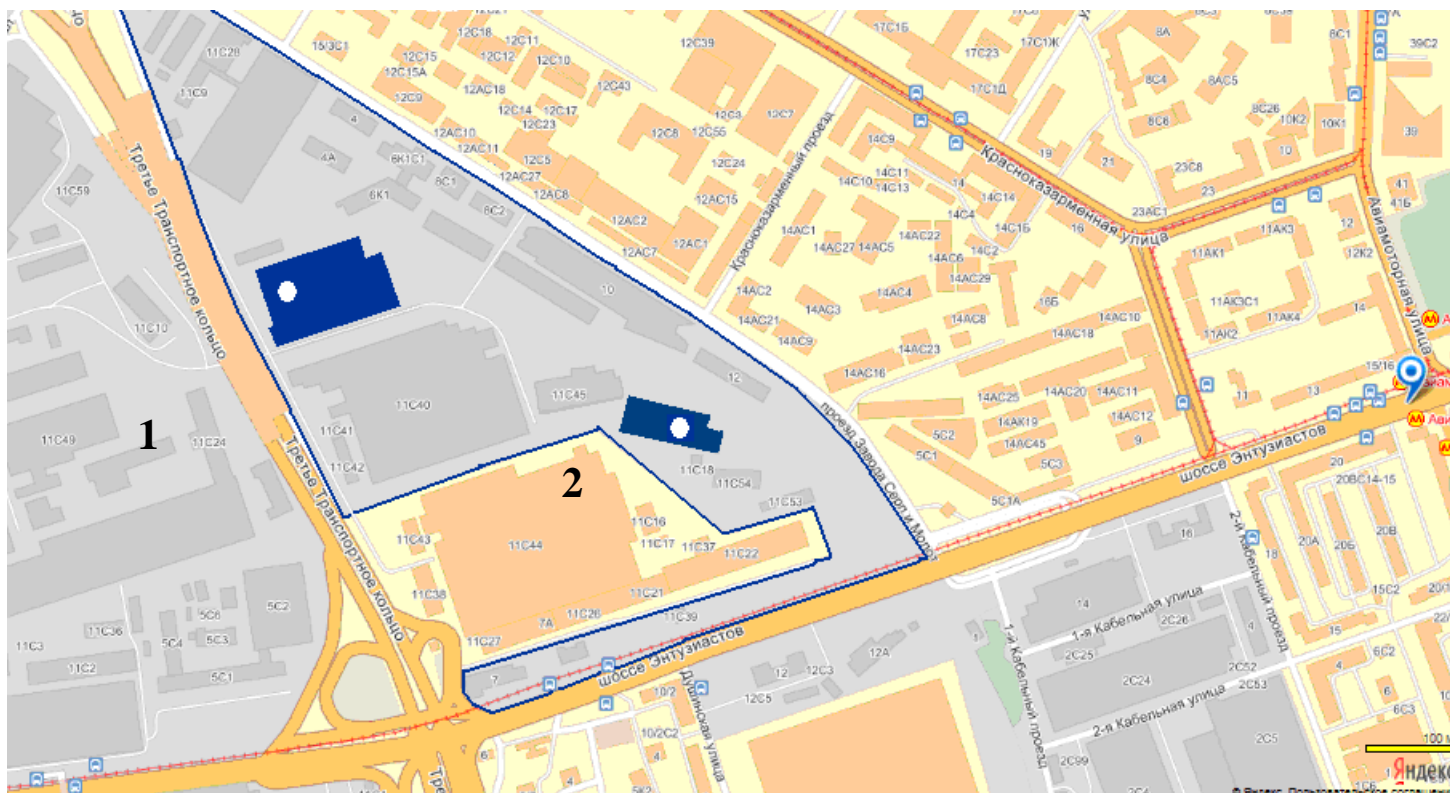


Схема 1

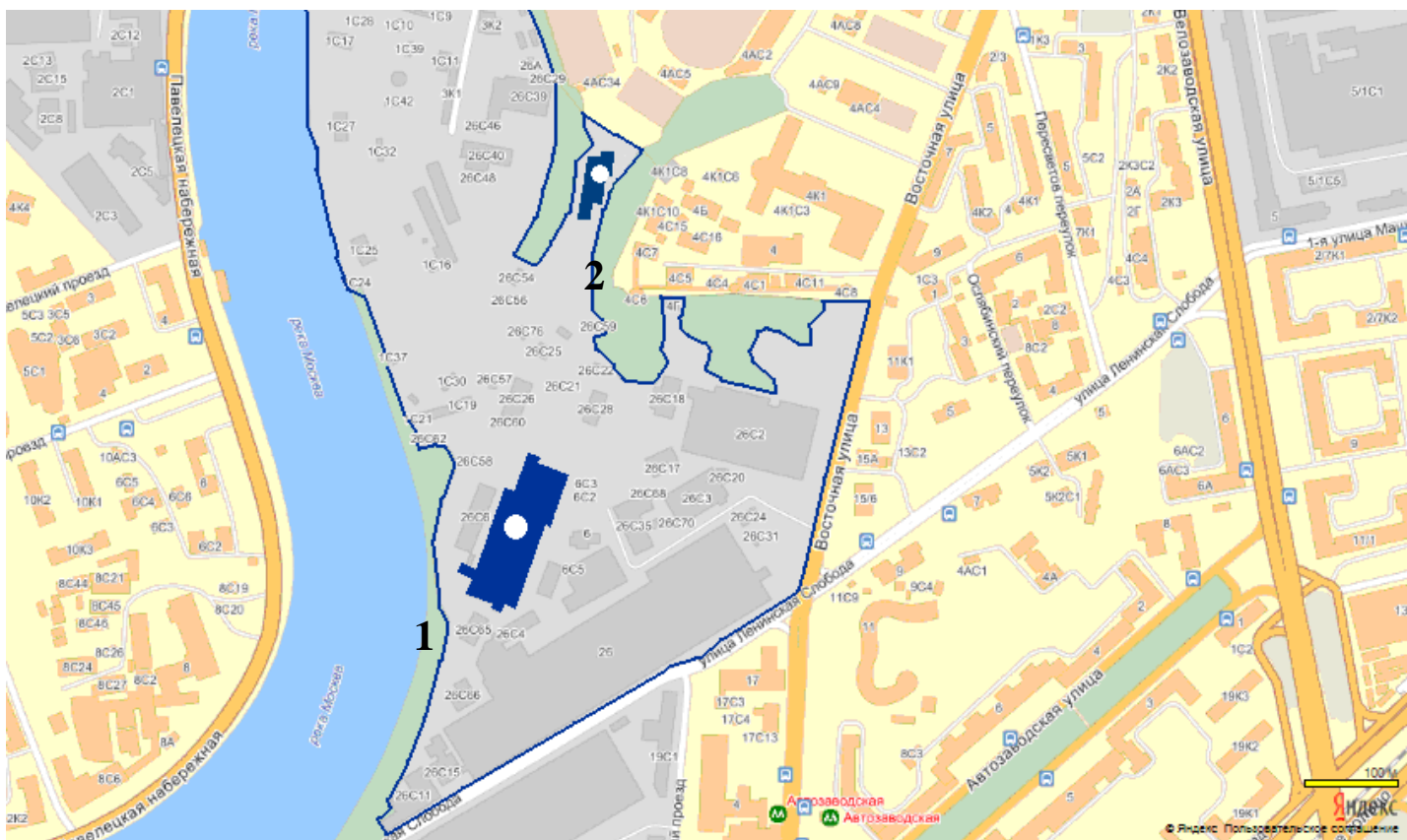


Схема 2

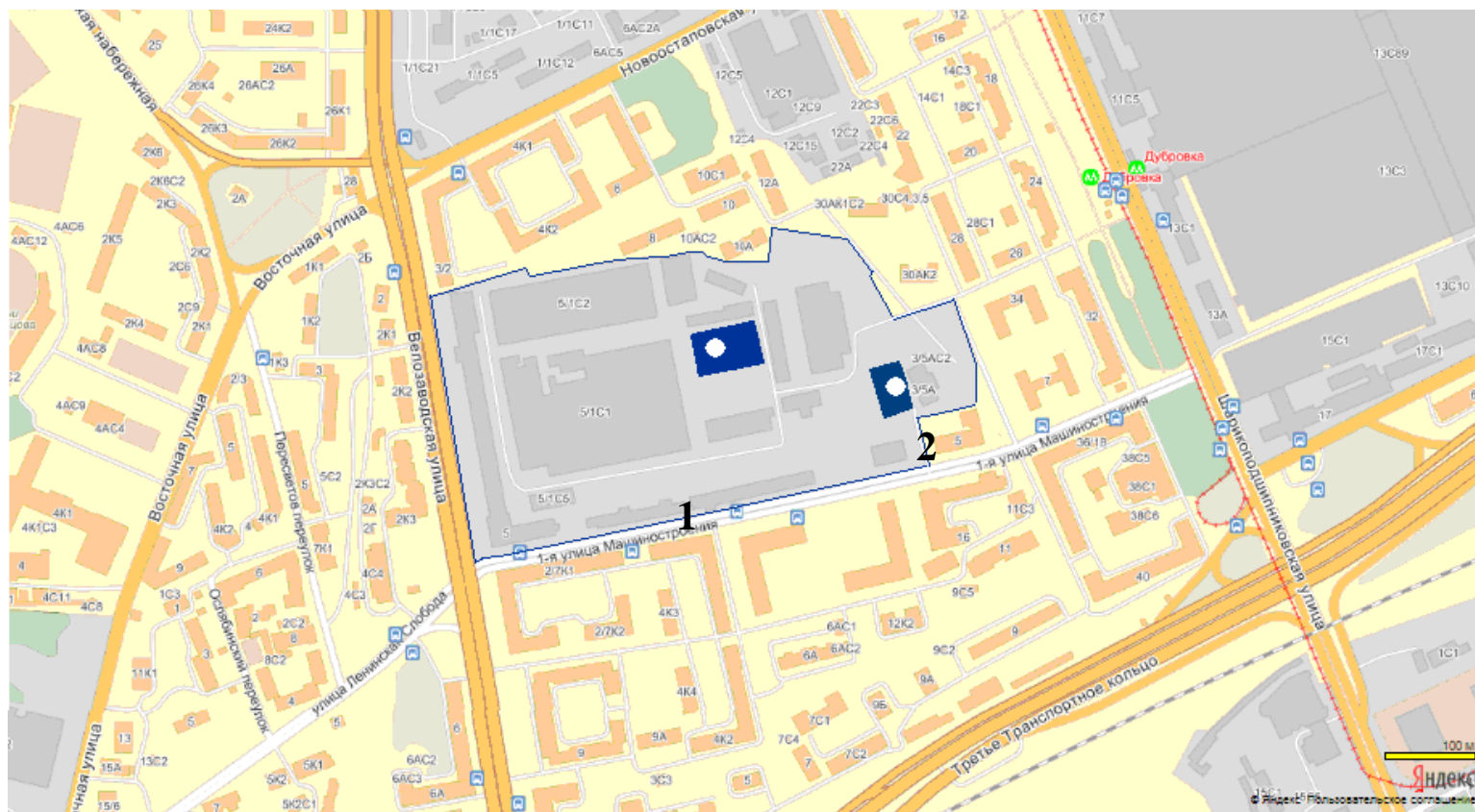


Схема 3



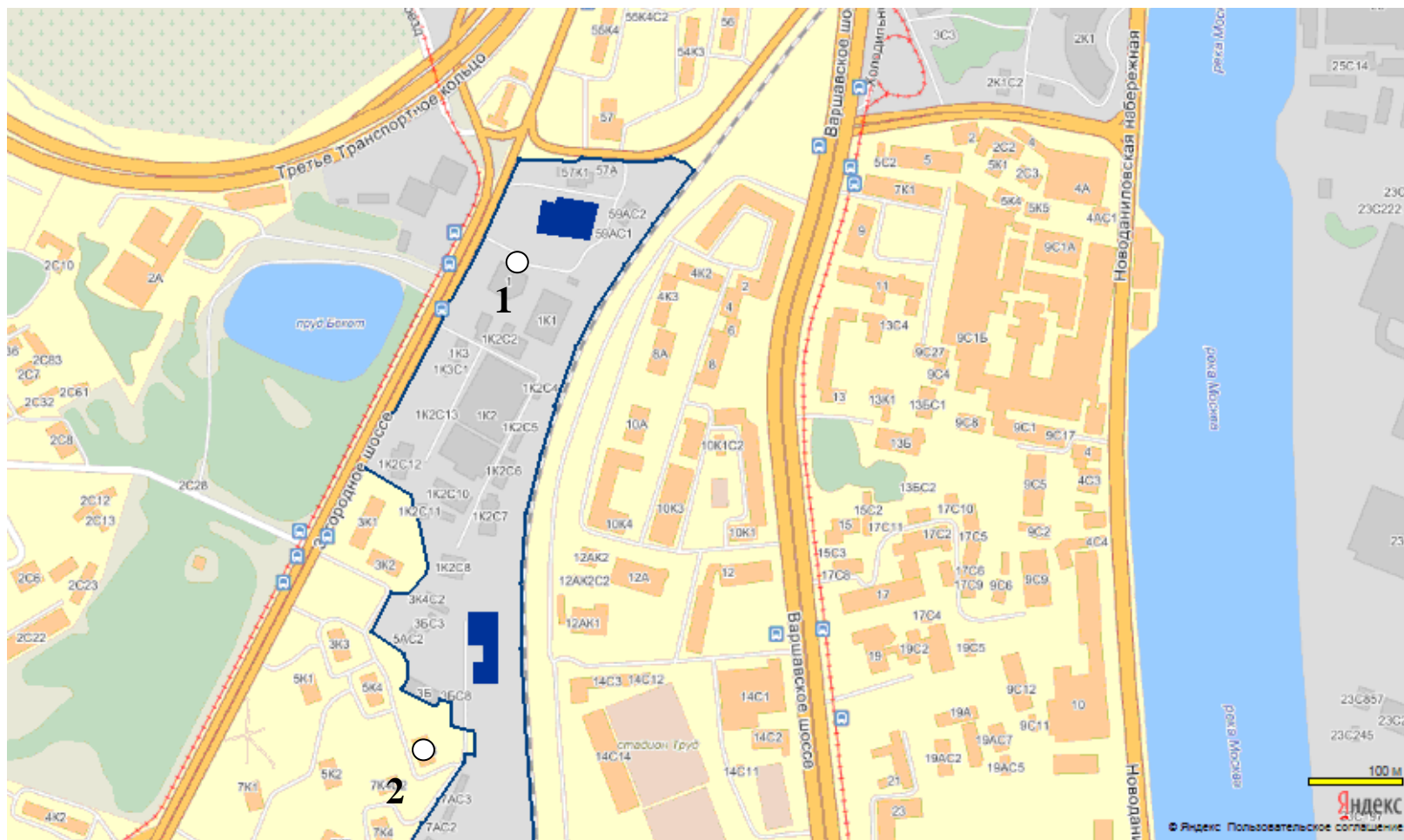


Схема 4

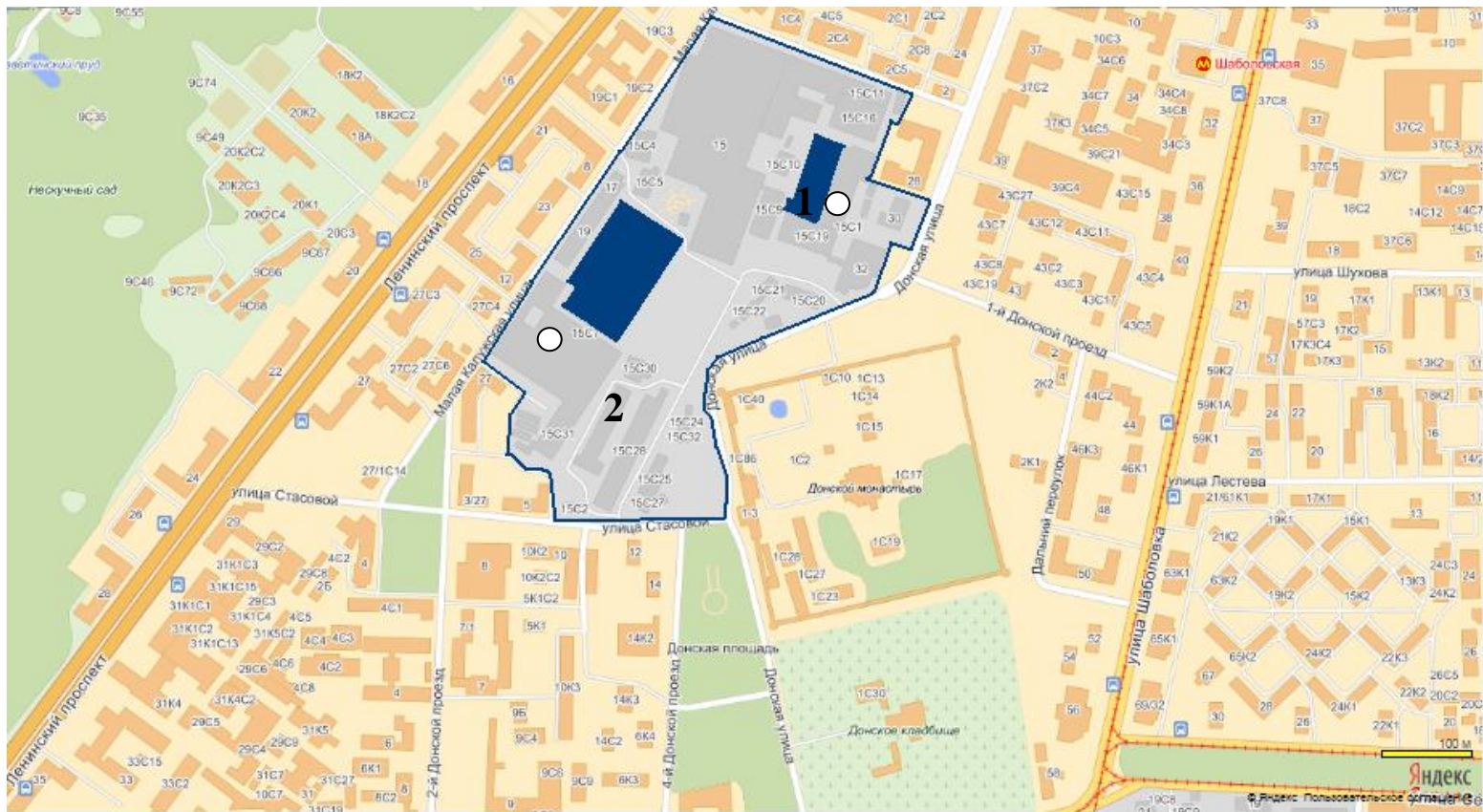


Схема 5