

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ, НА ТЕМУ**  
**«ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ**  
**УСЛОВИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПАСНЫХ**  
**ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕМ ПРОСТРАНСТВЕ»**

**МАГИСТРАНТ КАФЕДРЫ**  
**ПРОМЫШЛЕННОЙ**  
**БЕЗОПАСНОСТИ:**  
**ХИСМАТУЛЛИНА А.Ф.**  
**РУКОВОДИТЕЛЬ:**  
**ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ П.Б.**  
**ГАСИЛОВ В.С.**

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ



ТОКСИЧНЫЕ И ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ВЫДЕЛЯЯСЬ В ОКРУЖАЮЩЕЕ ПРОСТРАНСТВО, ПРЕДСТАВЛЯЮТ ОПРЕДЕЛЕННУЮ ОПАСНОСТЬ, КАК С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗАГАЗОВАННОСТИ ПРОСТРАНСТВА ТОКСИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ, ОКАЗЫВАЮЩЕЙ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, ТАК И СОЗДАНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ НА ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ.



# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИССЕРТАЦИИ

ЦЕЛЬЮ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ЯВЛЯЕТСЯ ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ (РАСПРОСТРАНЕНИЯ) ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПРИМЕСЕЙ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (СКОР

## ЗАДАЧИ:

- ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС РАССЕЙВАНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ;
- ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИК ПО РАСЧЕТУ ЗОН ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ (НКПР( %), ВКПР(%)) ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ.



# НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Научная новизна данной диссертационной работы заключается в анализе существующих методик по определению радиусов НКПР и концентраций в атмосферном воздухе опасных веществ, а также в выявлении максимально приближенных результатов расчета к экспериментальным данным, выработке рекомендаций по выбору методик для расчета зон НКПР (%) в окружающем пространстве при аварии на ОПО с точки зрения использования указанных расчетов АСФ при ликвидации аварий.



- В РЕЗУЛЬТАТЕ ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЗОРА ВЫЯВЛЕНО, ЧТО В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В РФ ДЛЯ РАСЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕМ ПРОСТРАНСТВЕ НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДИКИ:
- **РД 52.04.253-90** «МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАСШТАБОВ ЗАРАЖЕНИЯ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИМИ ЯДОВИТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ АВАРИЯХ (РАЗРУШЕНИЯХ) НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ТРАНСПОРТЕ»;
- МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ РАССЕИВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ (ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ) ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ (**ВЗАМЕН ОНД-86**).
- МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ (МЕТОДИКА «**ТОКСИ-2**». РЕДАКЦИЯ 2.1);
- МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ (МЕТОДИКА «**ТОКСИ-3**». РЕДАКЦИЯ 3.1) ;

# РД 52.04.253-90 «МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАСШТАБОВ ЗАРАЖЕНИЯ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИМИ ЯДОВИТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ АВАРИЯХ (РАЗРУШЕНИЯХ) НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ТРАНСПОРТЕ»

Методика рекомендуется для расчетов рассеивания при выбросах сжиженных и сжатых газов из емкостей и трубопроводов.

## **Достоинства:**

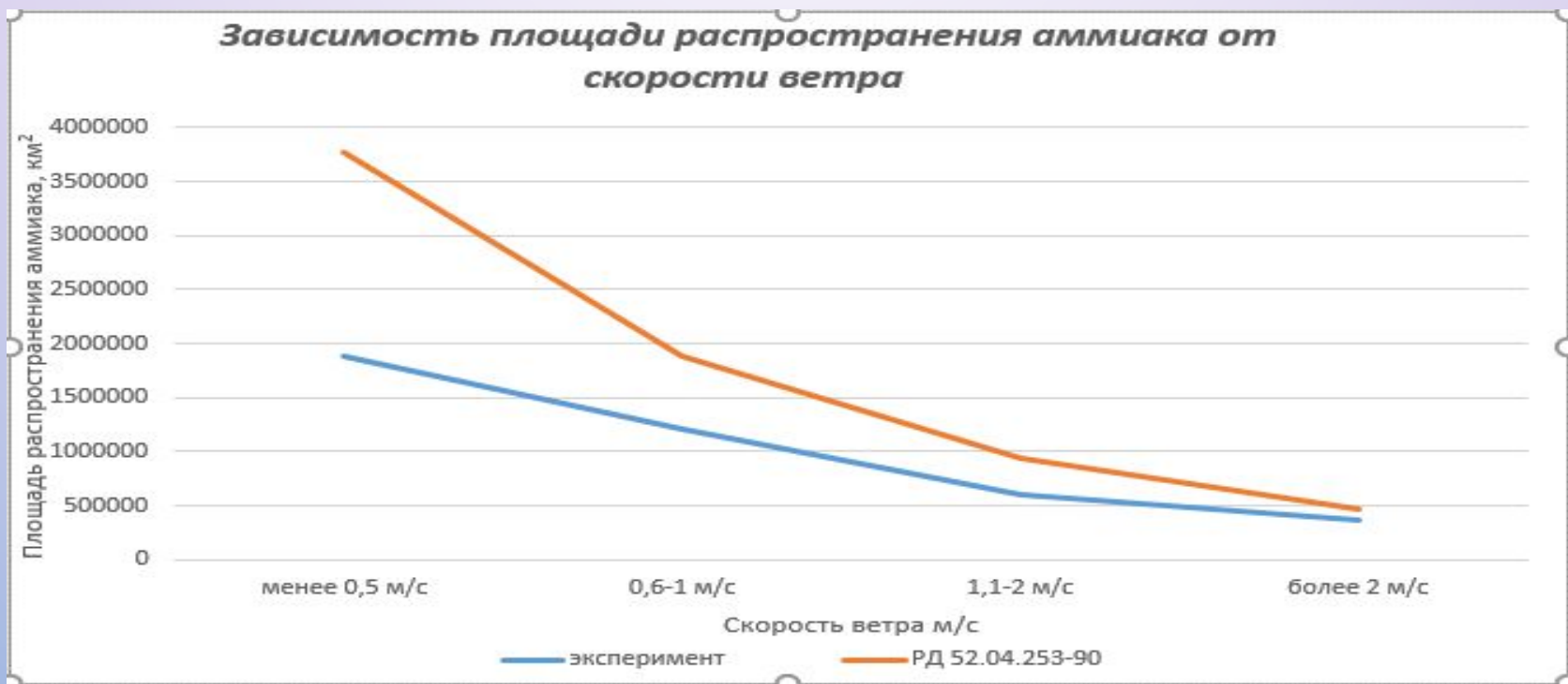
- простота в обращении.

## **Недостатки:**

- дает завышенную оценку;
- усредненно учитывает влияние застройки;

*скорости ветра*

*Зависимость площади распространения аммиака от*



## 2. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ РАССЕИВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ (ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ) ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ (ВЗАМЕН ОНД-86).

Метод применяется для выполнения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе в двухметровом слое над поверхностью земли на расстоянии не более 100 км от источника выброса, а также вертикального распределения концентраций ЗВ.

### **Достоинства:**

- применяется для выбросов из крупномасштабных источников (например: выбросы из крупных ТЭЦ);
- учитывает распространение примесей на значительные территории;
- учитывает изменение метеорологических условий;
- учитывает влияния рельефа местности и застройки, но по результатам расчетов облако газа имеет концентрацию существенно выше реальной концентрации.

### **Недостатки:**

- дает завышенные результаты;
- концентрация опасного вещества существенно выше ПДК.



# 1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ (МЕТОДИКА «ТОКСИ-2». РЕДАКЦИЯ 2.1

Данная методика предназначена для оценки масштабов поражения при промышленных авариях с выбросом опасных химических веществ.

Границы зон химического заражения опасного вещества рассчитываются по смертельной и пороговой токсидозам при ингаляционном воздействии на организм человека.

## Достоинства:

- наиболее адекватно описывает процесс;
- результаты максимально приближены к экспериментальным данным;
- Учитывает изменение метеопараметров.

## Недостатки:

- методика принимаема только для «легких» газов;
- результаты расчетов следует принимать как завышенную оценку, поскольку «легкие» газы будут подниматься вверх и рассеиваться с более высокой отметки,

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ

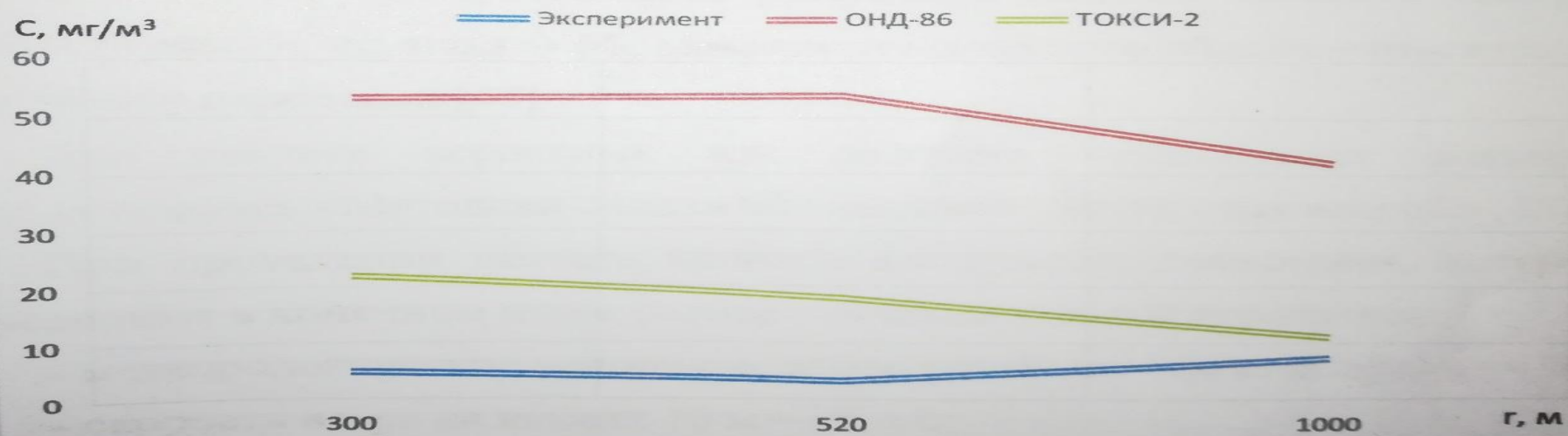


Рис. 2. График, иллюстрирующий изменение концентрации метана в зависимости от расстояния

# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ (МЕТОДИКА «ТОКСИ-3». РЕДАКЦИЯ 3.1)

Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ предназначена для оценки зон распространения опасных веществ (ОВ) при промышленных авариях.

## **Достоинства:**

- Наиболее адекватно описывает процесс;
- результаты максимально приближены к экспериментальным данным;
- методика принимается и для «тяжелых» газов;
- учитывает изменение метеопараметров.

Номер опыта	Объем выброса, м <sup>3</sup>	Объемная доля фреона, %	Скорость ветра, м/с	Стабильность атмосферы по Паскаилу
007	2000	24,0	3,4	<i>E</i>
008	2000	19,7	2,4	<i>D</i>
017	1700	100,0	5,0	<i>D/E</i>

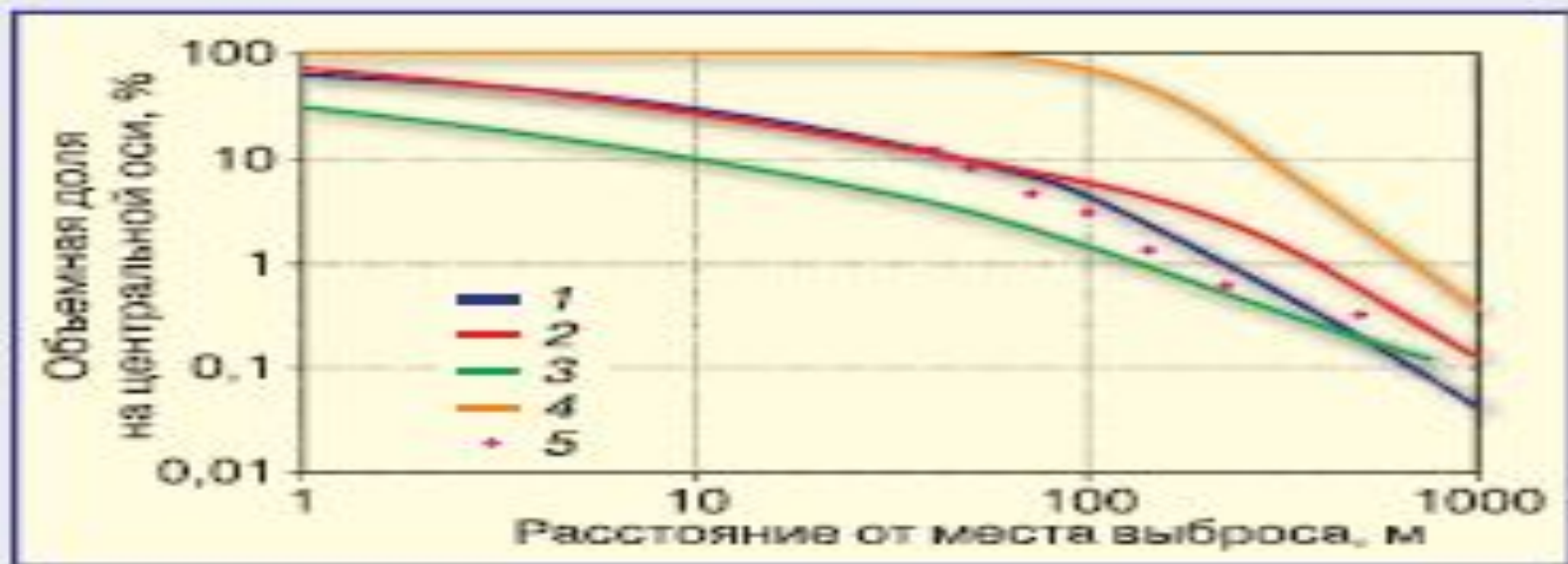


Рис. 3. Результаты расчетов, выполненных по методикам PHAST 6.1 (1), «Токси-3» (2), HGSYSTEM (3), «Токси-2» (4), и экспериментальные данные (5)

**УЧЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПРИ РАССМОТРЕНИИ  
ВЛИЯНИЯ СЛЕДУЮЩИХ ФАКТОРОВ:**

- 1) СКОРОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА В  
ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА;**
- 2) СТЕПЕНЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
ВОЗДУХА;**

# СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ $R_{НКПР}$ ДЛЯ ПРОПАНА И ТПО ТОКСИ-3

Скорость ветра	ТОКСИ-3
1 м/с	465 м
2 м/с	453 м
3 м/с	455 м
4 м/с	464 м
5 м/с	440 м

# СТЕПЕНИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВОЗДУХА

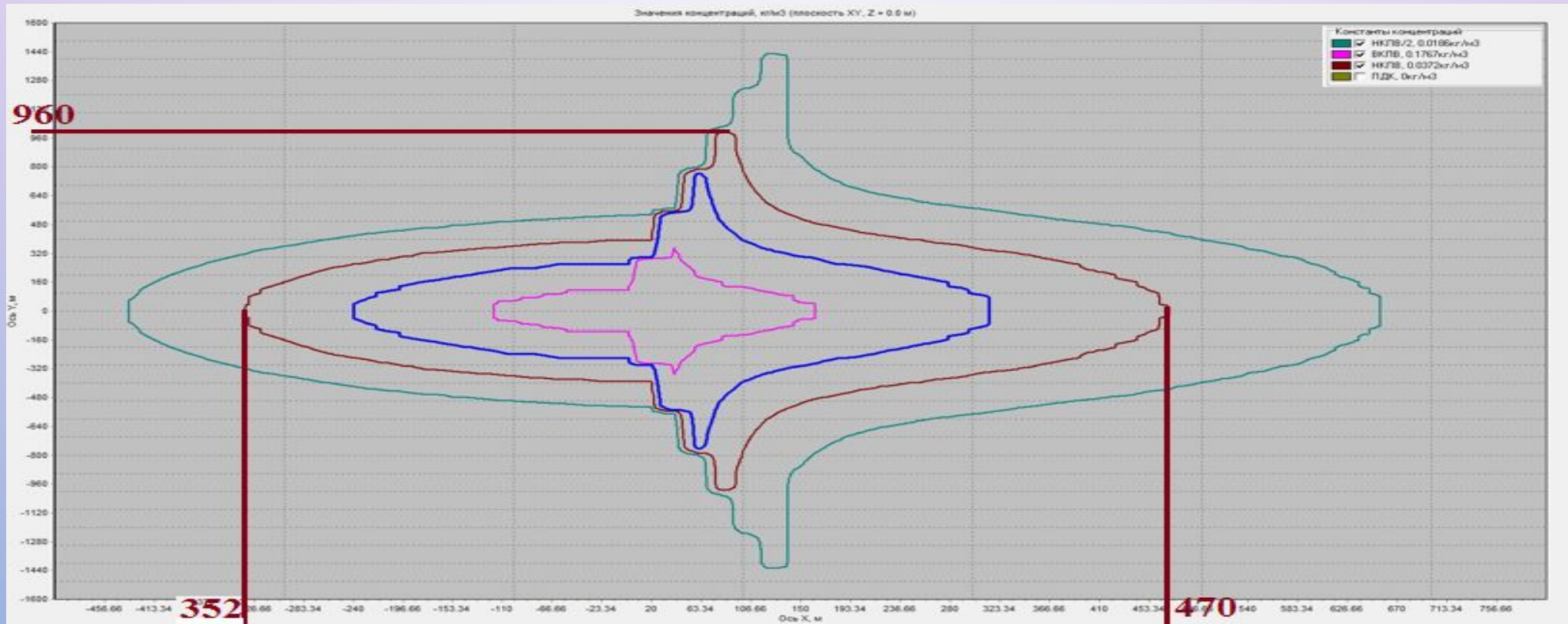
## 1. ИНВЕРСИЯ

Состояние приземного слоя воздуха, при котором температура поверхности почвы меньше, чем температура воздуха на высоте 2 м над земной поверхностью. Инверсия наблюдается при ясной, безоблачной погоде при небольшой (до 4 м / с) скорости ветра; ее возникновения следует ожидать в вечернее время (примерно за 1:00 до захода солнца).

При инверсии имеет место повышение температуры воздуха с увеличением высоты вместо обычного понижения ее в этом слое атмосферы. Поскольку нижние слои воздуха холоднее чем верхние, это препятствует рассеиванию воздуха по высоте - поэтому создаются благоприятные условия для сохранения высоких концентраций загрязненного воздуха вблизи места аварии.

# СТЕПЕНИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВОЗДУХА

## 1. ИНВЕРСИЯ

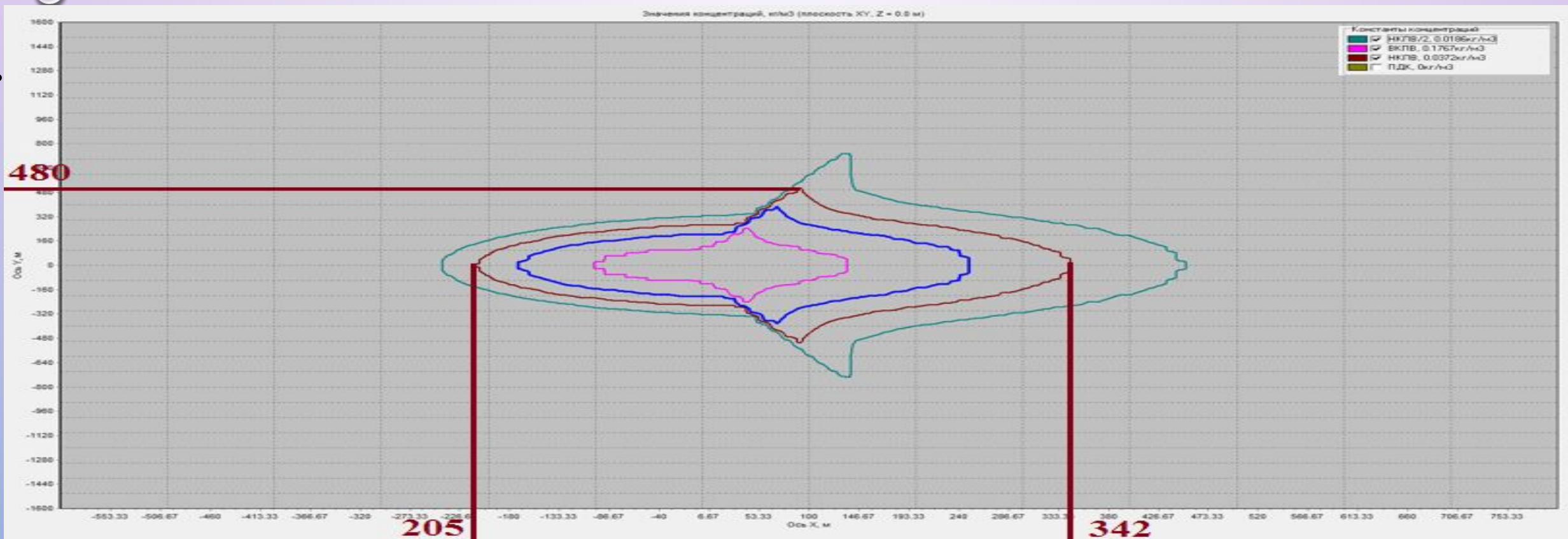




## 2. ИЗОТЕРМИЯ

Состояние приземного слоя воздуха, при котором температура поверхности почвы является такой же, как температура воздуха на высоте 2 м над земной поверхностью. Изотермия наблюдается в пасмурную погоду, при тумане и при снежном покрове. При изотермии температура воздуха в пределах 20 ... 30 метров от земной поверхности почти одинаковой. Условное постоянство температуры воздуха в приземном слое противодействует рассеиванию воздуха по высоте - поэтому создаются условия, являются благоприятными для длительного застоя загрязненного воздуха.

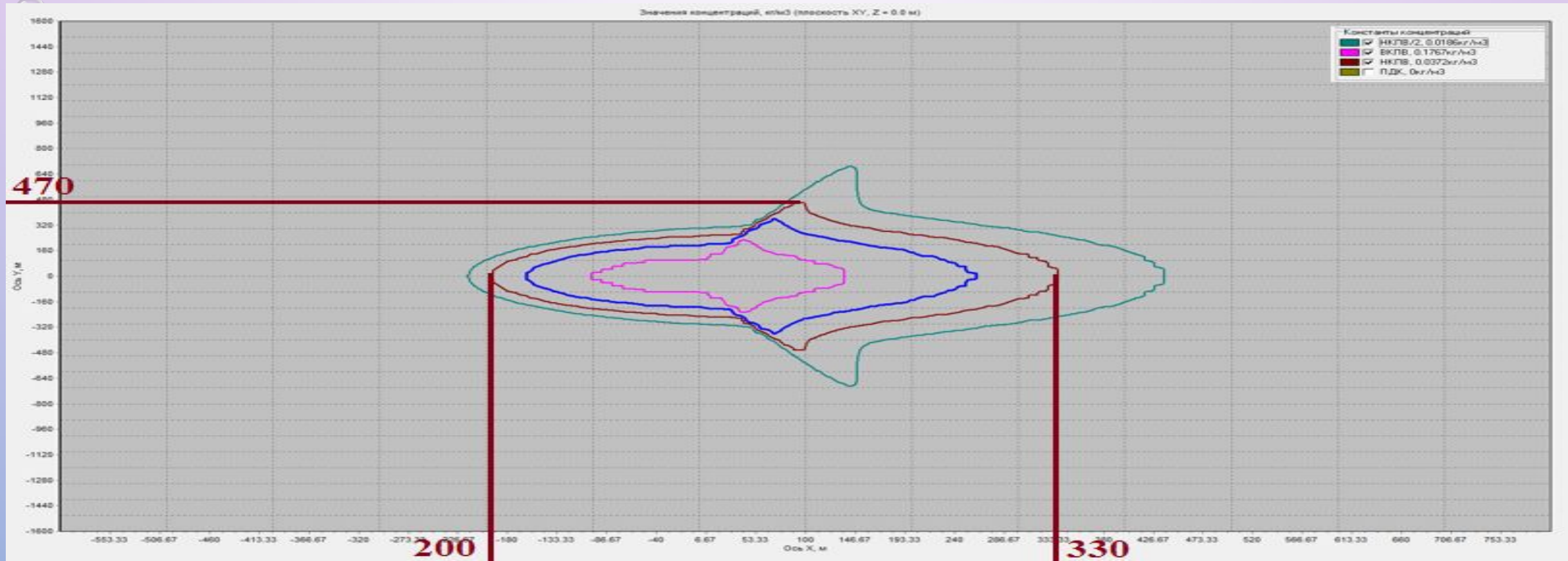
## 2. ИЗОТЕРМИЯ



### 3. КОНВЕКЦИЯ

Состояние приземного слоя воздуха, при котором температура поверхности почвы является большей температуры воздуха на высоте 2 м над земной поверхностью. Конвекция наблюдается при ясной, безоблачной погоде при небольшой (до 4 м / с) скорости ветра; ее возникновения следует ожидать в утреннее время (примерно через 2:00 после восхода солнца), по 2 ... 2,5 часа до захода солнца конвекция исчезает. При конвекции нижние слои воздуха нагреваются сильнее, чем верхние, и это способствует быстрому рассеиванию загрязненного воздуха - поражающее действие опасных химических веществ при этом уменьшается.

# 3. КОНВЕКЦИЯ



# СП 12.13130.2009 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ»

Горизонтальные размеры зоны  $R_{НКПР}$  (М), ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени вычисляются по формулам:

- для горючих газов:

$$R_{НКПР} = 7,8 \cdot \left( \frac{m_{г}}{\rho_{г} C_{НКПР}} \right)^{0,333}$$

- для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей:

$$R_{НКПР} = 3,1501 \cdot \sqrt{K} \left( \frac{P_{н}}{C_{НКПР}} \right)^{0,813} \cdot \left( \frac{m_{п}}{\rho_{п} P_{н}} \right)^{0,333}$$

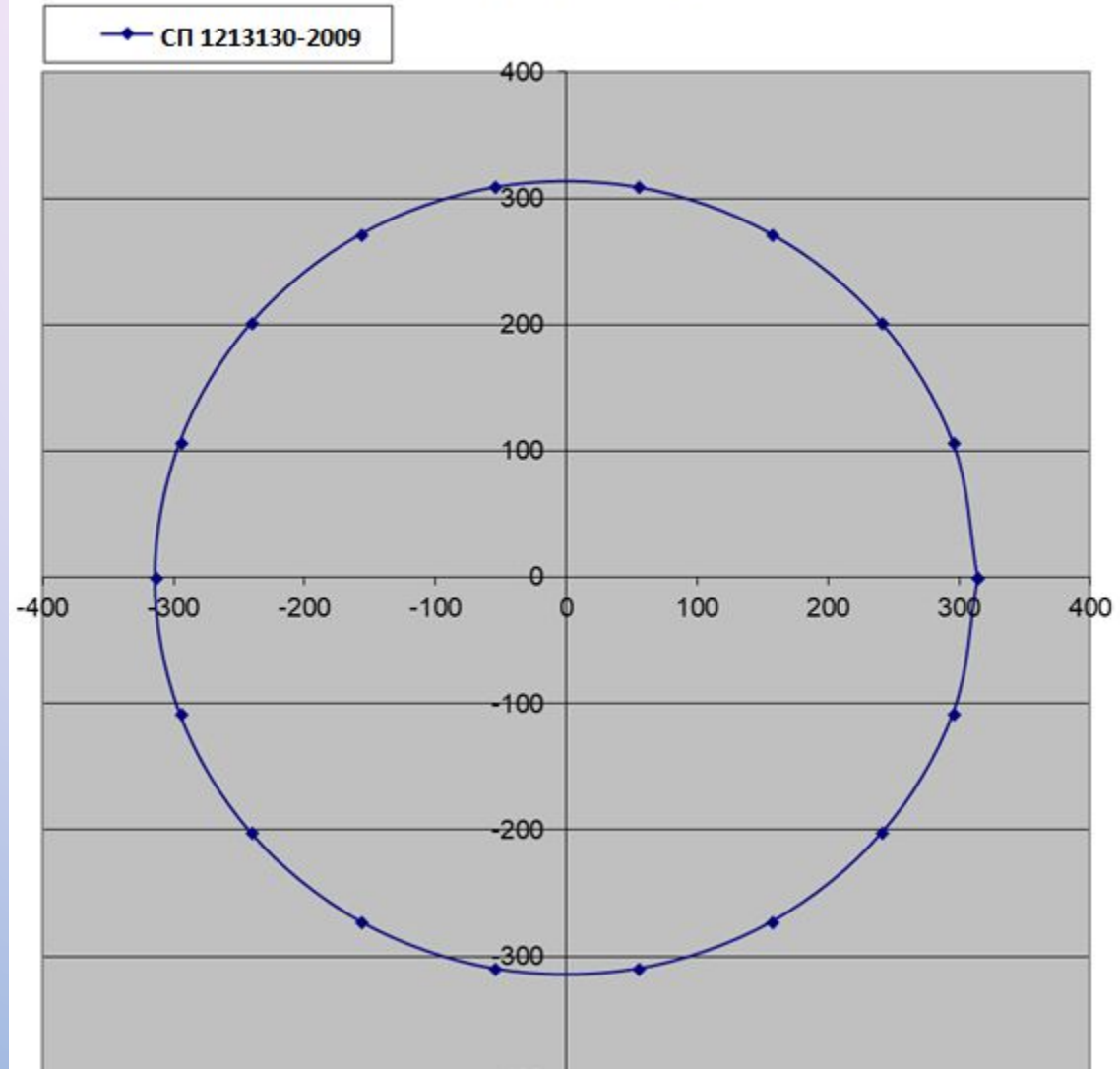
## Достоинства:

- простота расчетов.

## Недостатки:

- не учитывает (усредненно учитывает) влияние застройки;
- не учитывает изменение метеопараметров.

СП 1213130-2009

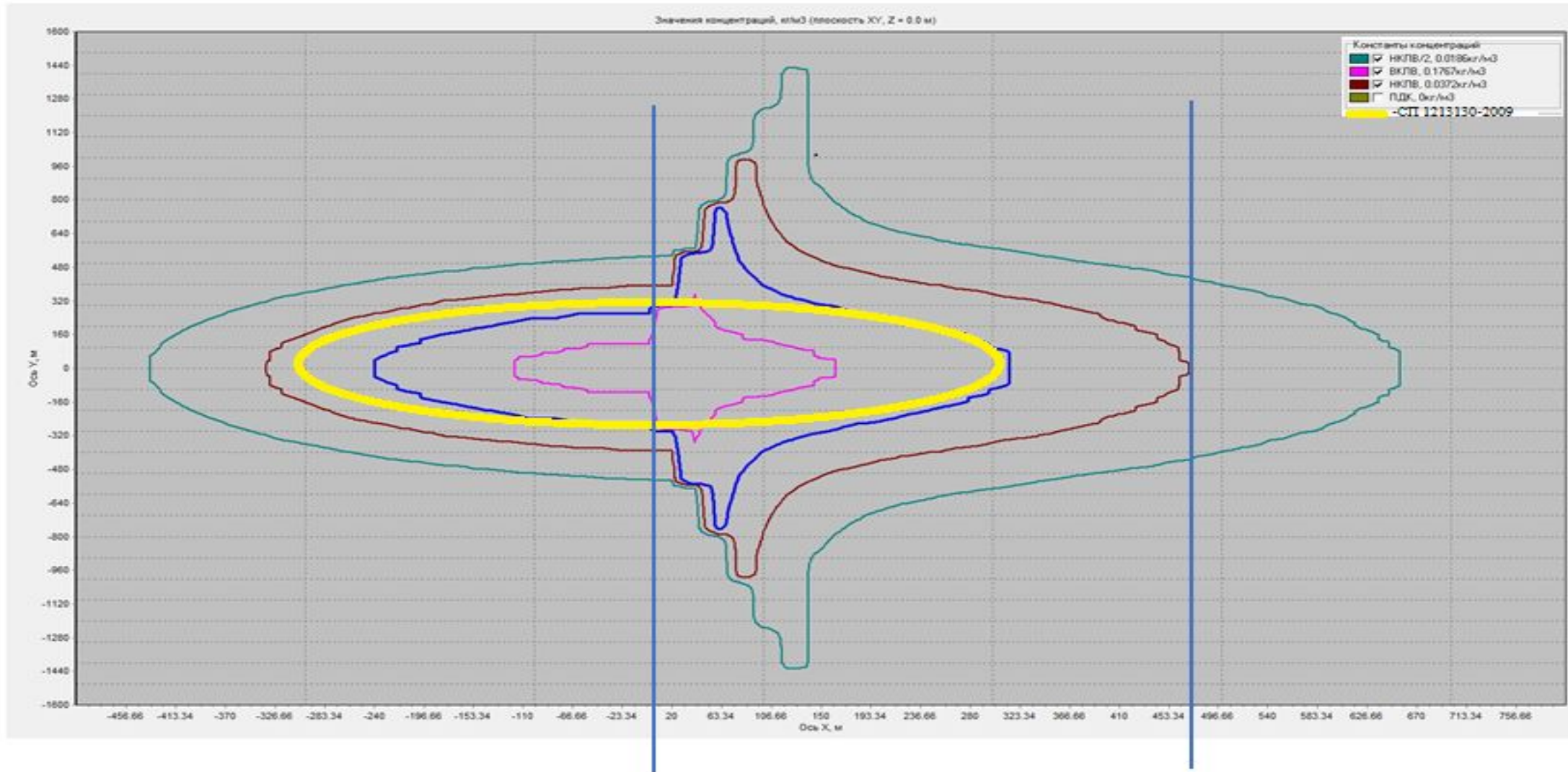


# СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ $R_{НКПР}$ ДЛЯ ПРОПАНА ПО ТОКСИ-3 И СП 1213130-2009

Скорость ветра	ТОКСИ-3	СП 1213130-2009
1 м/с	465 м	314 м

# СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ Р<sub>НКПР</sub> ДЛЯ ПРОПАНА И ТОКСИ-3 И СП1213130-2009

Пропан 1м/с, 39С, с площади 1200м<sup>2</sup>, объем 600м<sup>3</sup> (заполнение 0,8)





# ВЫВОДЫ

- ПРОВЕДЕН СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ПО РАСЧЕТУ ПОЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В НЕЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ. СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ РАСЧЕТНЫМ ПУТЕМ, ПО АНАЛИЗИРУЕМЫМ В ДИССЕРТАЦИИ МЕТОДИКАМ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ.
- РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРИМЕНЯТЬ РАСЧЕТНУЮ МЕТОДИКУ «ТОКСИ-3». РЕДАКЦИЯ 3.1 ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНОВ МЕРОПРИЯТИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ОПО, ЧТО ПОМОЖЕТ ПРИБЛИЗИТЬ РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ К РЕАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ И, КАК СЛЕДСТВИЕ, ПОВЫСИТЬ ОПЕРАТИВНОСТЬ РЕАГИРОВАНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧС.

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***









