



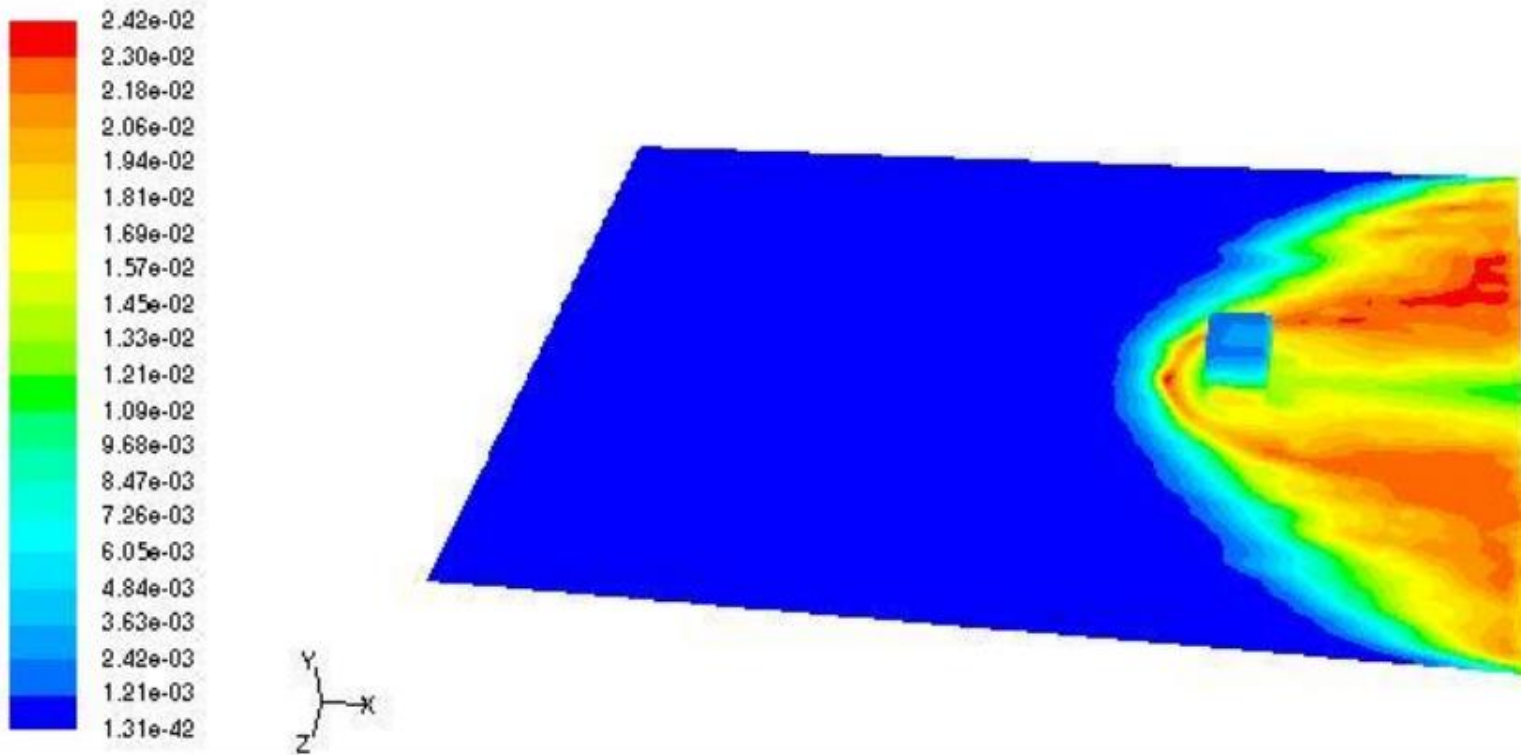
**Сибирский государственный университет науки и
технологий имени М.Ф. Решетнева**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАЗОВЫХ
ВЫБРОСОВ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ
КАТАСТРОФАХ**

Доцент, к.т.н. Владимир Сергеевич Фаворский

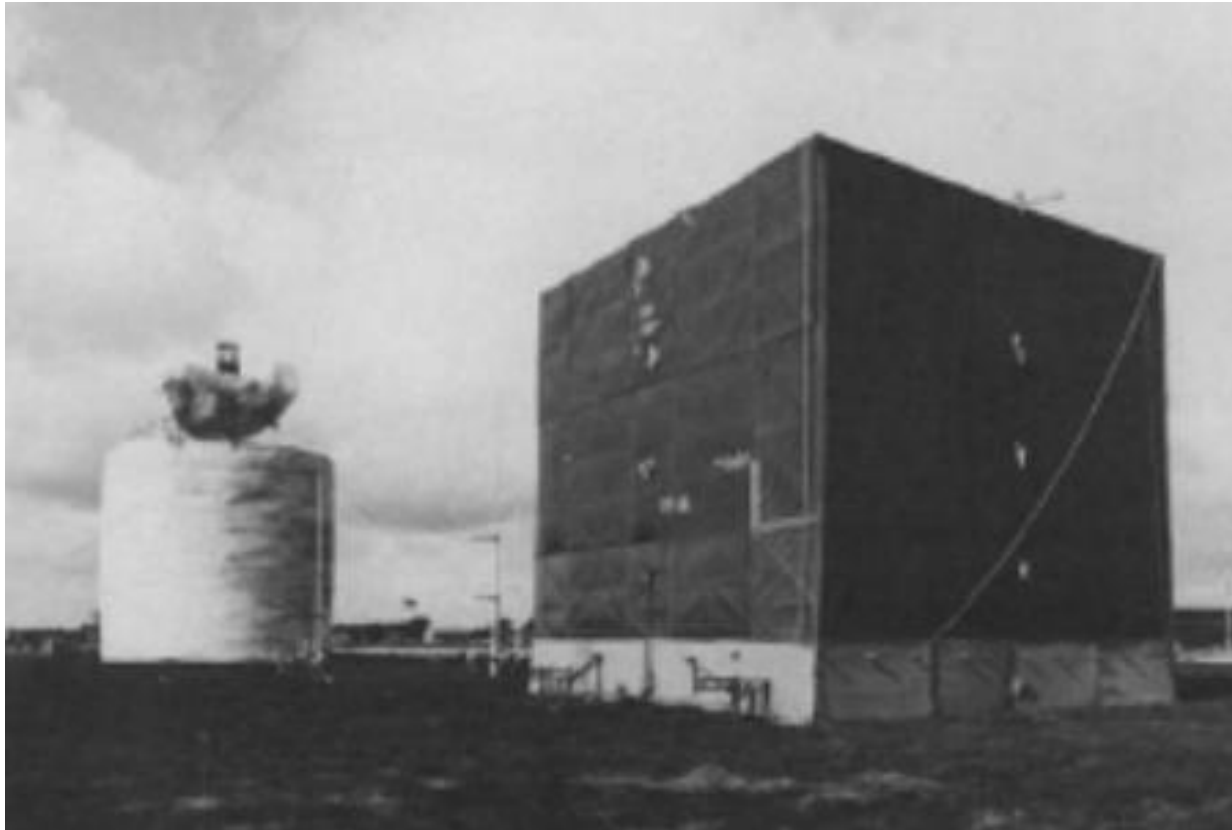
Бердск 2023

Распространение загрязнения при выбросе



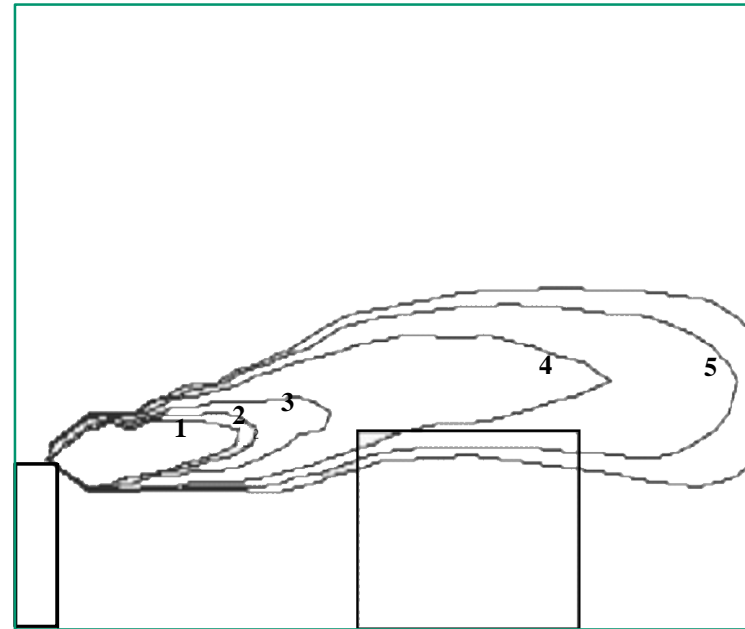
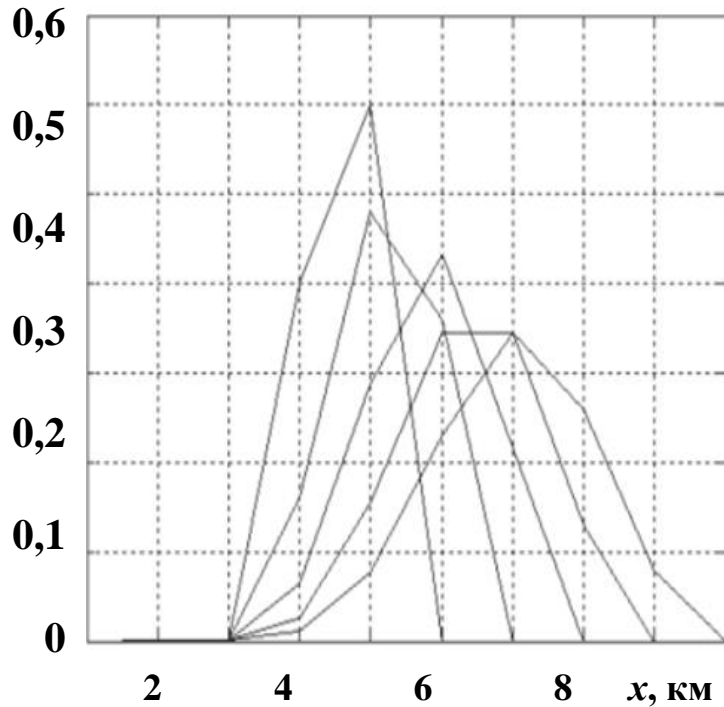
**Процент объемной концентрации газа через 35 секунд от начала
рассеивания
при скорости 5м/с и устойчивом состоянии атмосферы [1].**

Натурный эксперимент при обтекании строения после выброса газа



Натурный эксперимент на острове Тони по исследованию распределения концентрации при обтекании строения после выброса газа из верхнего люка цилиндрического хранилища [1].

Изменение концентрации и размеров облака вредного выброса



Зависимость концентрации кг/м^3 и размеров облака вредного выброса от расстояния до места аварии в различные моменты времени [2].

Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения

В качестве исходных данных для прогнозирования масштабов заражения АХОВ используются следующие параметры:

- общее количество АХОВ на объекте. Данные по размещению их запасов в емкостях и технологических трубопроводах;
- количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», «в поддон», или «обваловку»);
- высота поддонов или обваловки складских емкостей;
- метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, степень вертикальной устойчивости воздуха.

Состояния турбулентности атмосферы

Степень вертикальной устойчивости воздуха в зависимости от метеорологических условий

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность
< 2	ИН	ИЗ	ИЗ	ИЗ	К	ИЗ	ИН	ИЗ
2...4	ИН	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ
> 4	ИН	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ

Примечание: ИН – инверсия; ИЗ – изотермия; К – конвекция

Структура слоев атмосферы

По характеру движения воздушных масс атмосферу делят на слои:

- 1) приземный слой (высота 50-100 м, турбулентность ограничивается процессами трения о поверхность Земли, зависит от ее состава, рельефа и застройки);
- 2) пограничный слой высотой до 1000-1500 м;
- 3) свободная атмосфера.

Наибольший вертикальный градиент скорости ветра наблюдается в нижнем 200-метровом слое (1-1,5 м/с на каждые 100 м высоты).

Факторы, влияющие на формирование турбулентности в атмосфере

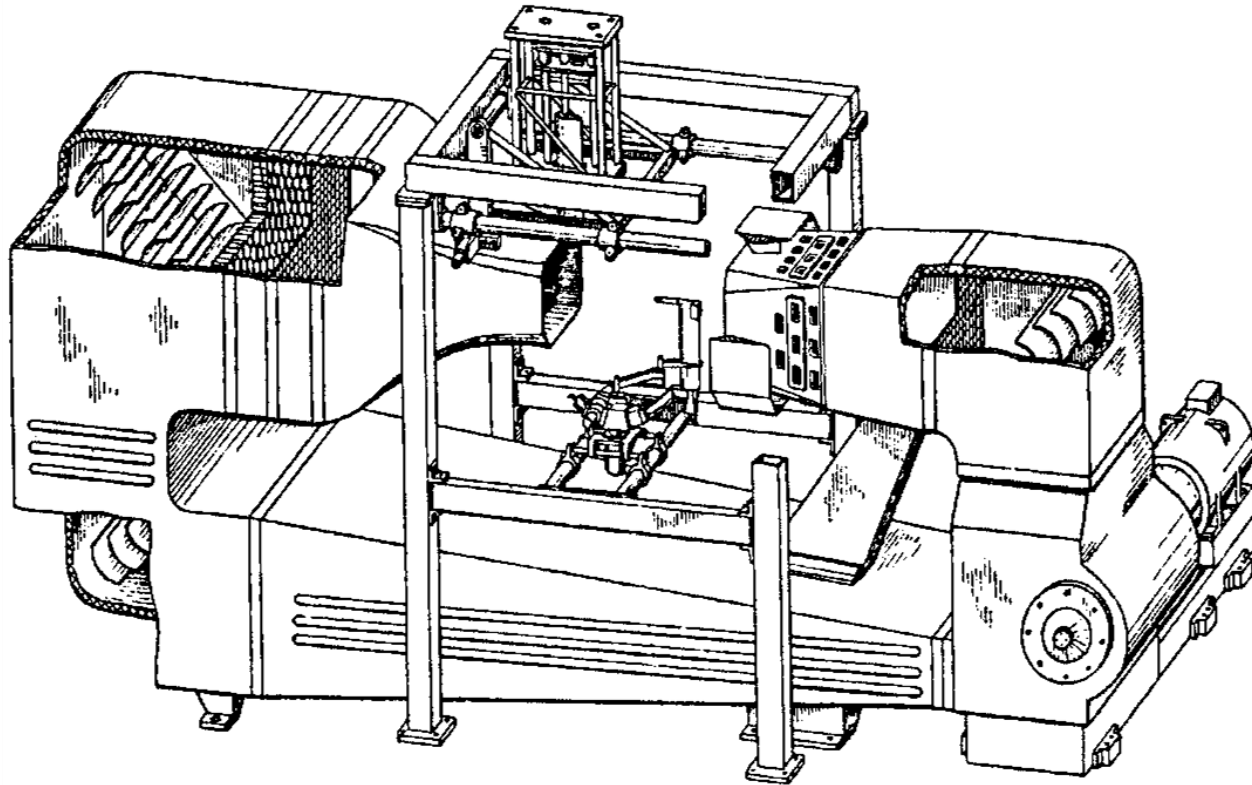
Самопроизвольное развитие турбулентности в атмосфере связано с гравитационной устойчивостью атмосферы. Процессы стратификации атмосферы характеризуются величиной критерия Ричардсона.

Тепловая турбулентность связана с наличием флуктуаций тепловых потоков. Облачный покров уменьшает или увеличивает потери тепла, способствуя стабилизации приземного слоя атмосферы.

Сильные ветры также способствуют нейтральной устойчивости.

Ночью при ясном небе и слабом ветре атмосфера становится устойчивой, в то время как в дневное время параметры атмосферы становятся нестабильными.

Экспериментальная установка



Аэродинамический комплекс УЛАК-1:

1 – направляющие лопатки; 2 – хонейкомб; 3, 7 – сетки; 4 – сопло; 5 – координатное устройство; 6 – диффузор; 8 – электродвигатель; 9 – вентиляторная установка; 10 – α -, β -механизм для изменения угла атаки и угла скольжения; 11 – воздушный канал

Характеристики экспериментальной установки

Для проведения экспериментальных исследований используется аэродинамический комплекс УЛАК-1 :

- Скорость потока до 60 м/;
- Размеры рабочей части аэродинамической трубы 400х600х800 мм;
- Диапазон изменения угла атаки от -10 до +18 градусов;
- Диапазон изменения угла скольжения от -10 до +10 градусов;
- Точность измерения скоса потока пятиствольным приемником ЦАГИ
+/- 0,5 градуса.

Постановка задачи

Эффекты сопротивления турбулентному потоку, создаваемого различными препятствиями, обычно учитываются через длину шероховатости. Такое моделирование эффективно для многих приложений, но имеет свои ограничения. Во-первых, этот метод не дает информации о характеристиках потока между отдельными элементами застройки. Во-вторых, этот параметр определяется только в случае логарифмического профиля ветра над застройкой, а в других условиях определить размер параметра шероховатости однозначно довольно сложно. Поэтому для характеристики сильно неоднородной территории, какой является городская застройка, используется параметр сопротивления среды «городской застройки»

$$K_f = \sqrt{\left[C_{ds} + 0.5 C_{dh}(1 - \eta) P_B \sum \frac{h}{b} \right]}$$

Суммирование в формуле выполняется для всех строений на окружающей каньон территории. $C_{ds}=0.6$ и $C_{dh}=0.003$ определены с помощью экспериментов в аэродинамической трубе.

Методика оценки проницаемости городской застройки

Методика оценки проницаемости городской застройки при распространении облака загрязнения АХОВ позволяет прогнозировать масштабы зон поражения при авариях на технологических емкостях и хранилищах, при транспортировке железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта, а также в случае разрушения химически опасных объектов.

Методика распространяется на случаи выброса АХОВ в атмосферу в газо-, парообразном и аэрозольном состоянии. При этом масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния рассчитывают по первичному и вторичному облаку, например для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку; для сжатых газов – только по первичному облаку, для ядовитых жидкостей, кипящих при температуре окружающей среды и только по вторичному облаку [3].

Заключение

- С помощью экспериментов в аэродинамической трубе планируется уточнить экспериментальные значения $C_{ds}=0.6$ и $C_{dh}=0.003$.
- Применение методики оценки коэффициента продуваемости городской застройки позволяет повысить точность оценки уровня загрязнения при техногенных выбросах.

Библиографические ссылки

[1] Davies M.E. Singh S. The Phase II Trail: A data set the effect of obstructions // Journal of Hazardous Materials, V. 11, 1985, P. 301-323.

[2] Ортина М.Н., Купцов А.И., Гимранов Ф.М. Математическое моделирование рассеивания облаков тяжелых газов в условиях промышленной застройки: влияние метеоусловий // Вестник технологического университета, 2017. № 10. С. 115-118.

[3] Захаров Ю.В., Михайлюта С.В. Суховольский В.Г., Тасейко О.В. Техногенное загрязнение атмосферы, моделирование и идентификация источников // Труды VII Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых. Современные методы математического моделирования природных и антропогенных катастроф. Красноярск, 13-17 окт. 2003 г. - Красноярск: ИВМ СО РАН, 2003. - С.124-125.

[4] ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации.

[5] ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

[6] А. И. Купцов, Д. Я. Исламхузин, Ф. М. Гимранов Экспериментальная установка для имитации процессов распространения облаков газов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №11. — С. 166-168.

[7] Ф.Т.М. Ньюстадт, Х. Ван Доп, Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей. Гидрометеиздат, Л. 1985. 350с.

[8] Raupach, M.R. Simplified expressions for vegetation roughness length and zero-plan displacement height as functions of canopy height and area index // Boundary-Layer Meteorology. 1994. - № 71. - P. 211 - 216.

Библиографические ссылки (продолжение)

8. *Ledig C., Theis L., Huszar F., Caballero J., Aitken A., Tejani A., Totz J., Wang Z., Shi W.* Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. IEEE: Honolulu, HI, USA. P. 105-114.

9. *Hou B., Liu Q., Wang H., Wang Y.* From W-Net to CDGAN: Bi-temporal change detection via deep learning techniques // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2020. V. 58. N. 3. P. 1790-1802.

10. *Salgueiro L., Marcello J., Vilaplana V.* SEG-ESRGAN: A multi-task network for super-resolution and semantic segmentation of remote sensing images // Remote Sensing. 2022. V. 14. N. 22. P. 5862.1-5862.28.

11. *Zhang Y., Yu X., Lu X., Liu P.* Pro-UIGAN: Progressive face hallucination from occluded thumbnails // IEEE Transactions on Image Processing. 2022. V.31. P. 3236-3250.

12. *Muzahid A.A.M., Wanggen W., Sohel F., Bennamoun M., Hou L., Ullah H.* Progressive conditional GAN-based augmentation for 3D object recognition // Neurocomputing. 2021. V. 460. P. 20-30.

13. *Zhou, Q., Yin, H.* A U-Net based progressive GAN for microscopic image augmentation // In: Yang, G., Aviles-Rivero, A., Roberts, M., Schönlieb, CB. (eds) Medical Image Understanding and Analysis. 2022. Springer: Cham. LNCS, V. 13413. P. 458-468.

14. *Wang X., Yu K., Wu S., Gu J., Liu Y., Dong C., Qiao Y., Loy C.C.* ESRGAN: Enhanced super-resolution generative adversarial networks // In: Leal-Taixé, L., Roth, S. (eds) Computer Vision – ECCV 2018 Workshops. 2019. Springer, Cham. LNCS, V. 11133. P. 63-79.

Библиографические ссылки (продолжение)

- [9] Воронцов П.А. Турбулентность и вертикальные токи в пограничном слое атмосферы / П.А. Воронцов. Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 296 с.
- [10] Анализ процессов и явлений при распространении газовых выбросов в атмосфере
- [11] Афанасьев Ю. А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб, пособие: в 2 ч. /Ю. А. Афанасьев [и др.]. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998.
- [12] Фаворский В.С. Исследование аэродинамических характеристик модели перспективного самолета на УЛАК-1 // Тезисы Решетневских чтений, СибГУ, 2022, с.36-37.
- [13] Газоанализатор взрывоопасных газов и паров многоканальный Сигма-1М. руководство по эксплуатации. ООО «Политехформ-М», Москва 2010. 35с.

Спасибо за внимание
Ваши вопросы