

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе №3 (вариант 33)  
по дисциплине: «Статистические исследования»

**Выполнил** студент группы Б22-911

*Мишинёв В.П..*

:

---

(подпись)

(Фамилия И.О.)

**Проверил:**

*Смирнов Д. С.*

---

(оценка)

(подпись)

(Фамилия И.О.)

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	<b>2</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<b>ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЦЕСС</b>	<b>5</b>
Оценка совокупных затрат на установку очистных сооружений	5
Анализ и оценка концентраций выбросов	5
Построение графиков распределения для веществ, которые не похожи на представленные законы распределения	8
Вероятность и значения штрафа для веществ при постоянном наиболее неблагоприятном ветре	10
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	<b>12</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>13</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Данная лабораторная работа по статистическим исследованиям посвящена изучению эмпирических функций, оценкам вероятностей и самостоятельной работе в среде разработки RStudio. В качестве данных для обработки были предложены 3 таблицы:

1. Первая таблица 3653x6 содержит 3653 строки со значениями выбросов сделанных промышленным предприятием за последние 10 лет. Представлены следующие химические вещества: Диоксид углерода, фосген, этиленоксид, бромметан, диоксид серы.
2. Вторая таблица 6x6 содержит 5 строк с изучаемыми веществами, для которых даны следующие данные: единицы измерения, ПДК(предельно допустимая концентрация), штраф за превышение ПДК, стоимость очистного оборудования, стоимость обслуживания очистного оборудования.
3. Третья таблица 8x2 содержит 8 строк со всевозможными направлениями света, во втором столбце указано количество дней в году с таким направлением ветра.

**ЦЕЛЬ:** На основе анализа существующих статистических данных и исследования влияния экологических норм, предложить обоснованные рекомендации по выбору стратегии минимизации затрат, вызванных усилением экологического контроля.

**ПРОБЛЕМА:** Усложнение экологических норм может привести компанию к выплатам больших штрафов, что является негативным аспектом для роста и развития фирмы.

### ЗАДАЧИ:

1. Оценить капитальные затраты на очистное оборудование.
2. Оценить насколько функции распределения выбросов различных веществ похожи на один из следующих законов распределения: нормальный, гамма, экспоненциальный, вейбулла.
3. Оценить вероятность штрафа и его значение при наиболее неблагоприятных условиях ветра.

4. Для веществ, штрафы которых превышают капитальные затраты на строительство очистного оборудования, оценить полную вероятность штрафа и его значение.
5. Сопоставить капитальные затраты и совокупный вероятностный штраф.
6. Сделать выводы и дать рекомендации для каждого вещества.

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЦЕСС

### Оценка совокупных затрат на установку очистных сооружений

В совокупные затраты входит стоимость установки очистных сооружений и стоимость обслуживания в течение 5 лет. Результаты представлены в таблице 1.

	Капитал. затраты, млн руб
Диоксид углерода	6.622
Фосген	12.92
Этиленоксид	8.178
Бромметан	11.84
Диоксид серы	7.92

Таблица 1, капитальные затрат на очистное оборудование

### Анализ и оценка концентраций выбросов

При помощи теста Колмогорова-Смирнова распределения концентраций выбросов каждого вещества были проверены на соответствие следующим законам распределения:

1. Нормальный
2. Гамма
3. Экспоненциальный
4. Вейбулла

Значения p-value приведены в таблице 2. (значения менее 0.001 округлены до 0).

	Нормальное	Гамма	Экспоненциальное	Вейбулла
Диоксид углерода	3.604e-25	4.02e-12	0	2.663e-48
Фосген	8.31e-20	1.8e-14	0	3.248e-56
Этиленоксид	4.784e-79	8.598e-28	0	2.787e-72
Бромметан	1.277e-11	0.7554	3.649e-259	0.0002734
Диоксид серы	1.08e-07	0.0003032	5.112e-180	0.9887

Таблица 2, значения  $p$ -value для каждого вещества

Исходя из значений  $p$ -value можно заметить, что:

1. Бромметан похож по распределению на закон Гамма-распределения (значение  $p$ -value = 0.7554).
2. Диоксид серы похож по распределению на закон распределения Вейбулла (значение  $p$ -value = 0.9887).

Таким образом были построены графики эмпирического и теоретического распределения для бромметана и диоксида серы.

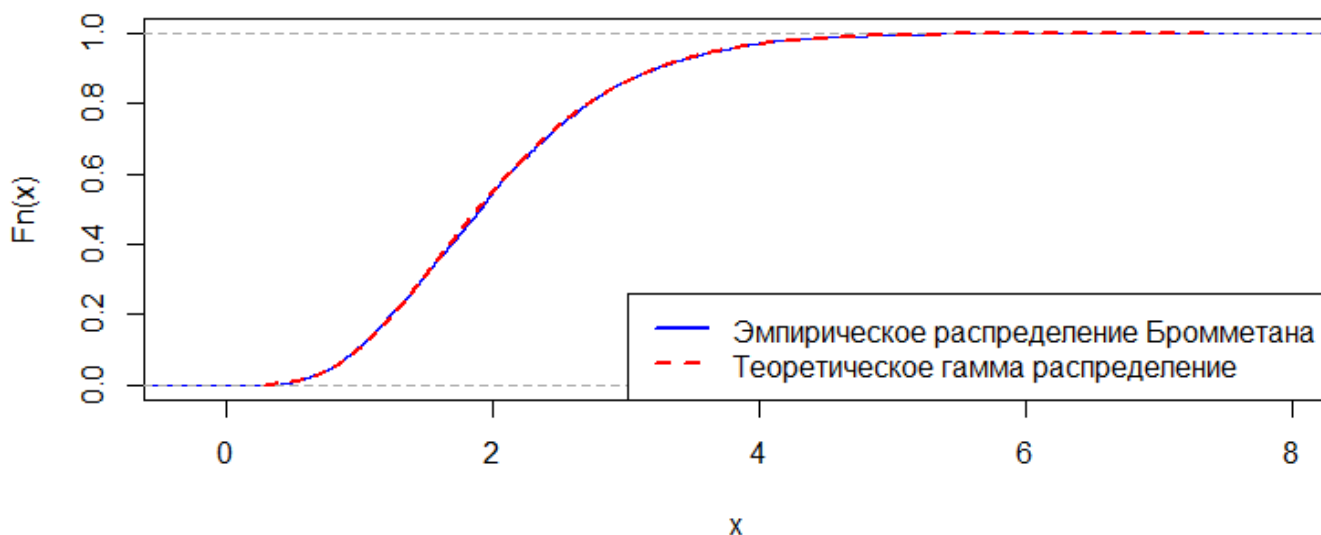


График 1, эмпирическая функция распределения бромметана и теоретическая функция гамма-распределения

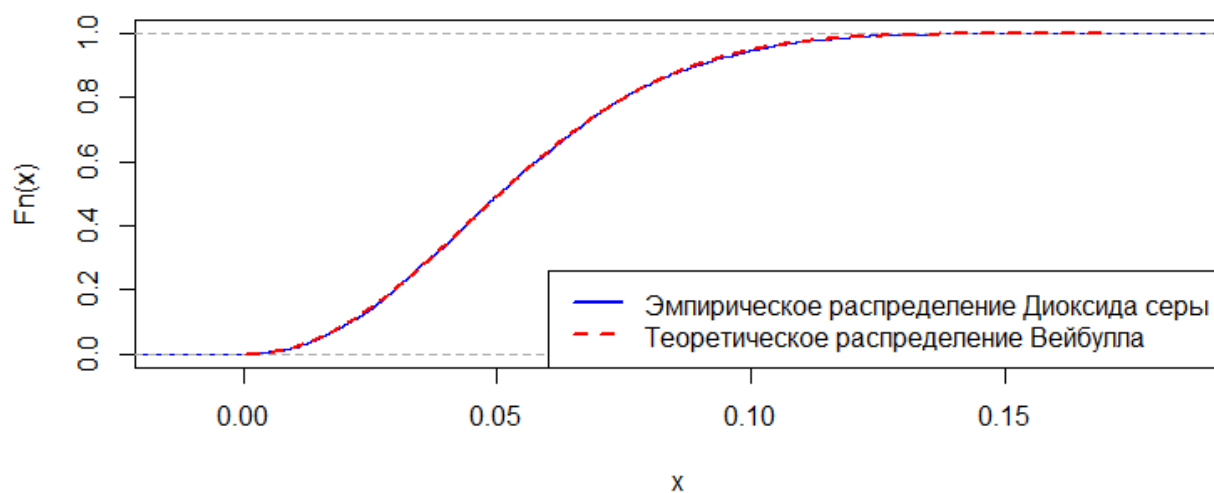


График 2, эмпирическая функция распределения диоксида серы и теоретическая функция распределения Вейбулла

Далее была построена гистограмма, поверх которой наложены функции плотности распределения изучаемых величин.

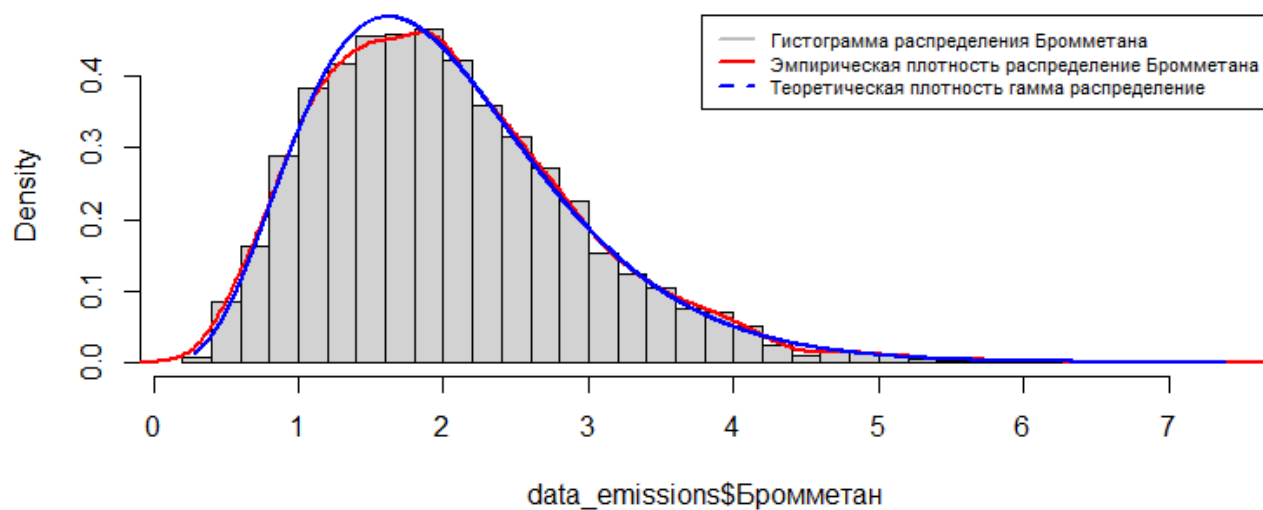


График 3, гистограмма, плотность распределения бромметана и функция плотности гамма-распределения

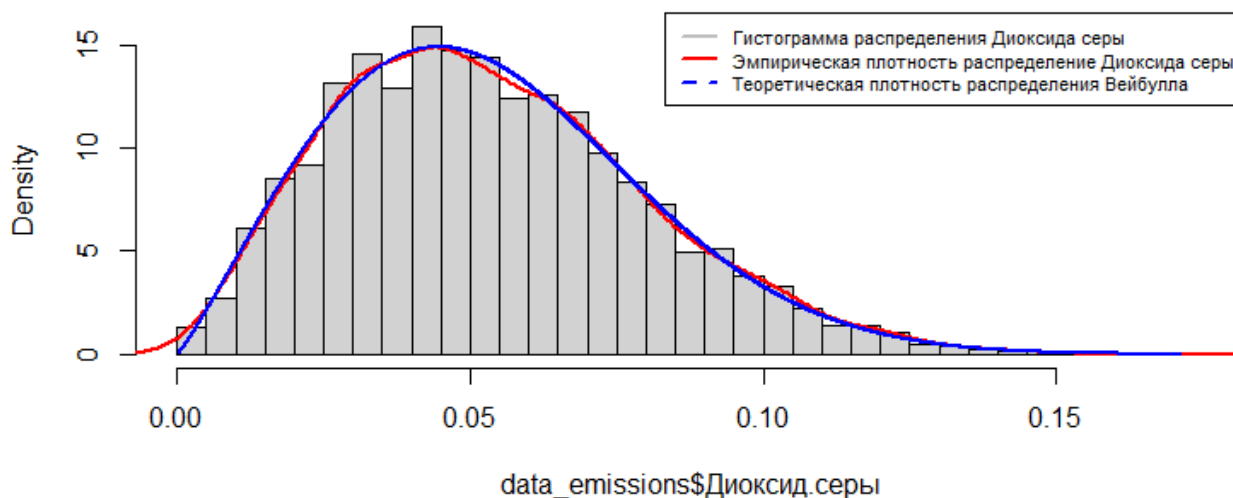


График 4, гистограмма, плотность распределения диоксида серы и функция плотности распределения Вейбулла

### Построение графиков распределения для веществ, которые не похожи на представленные законы распределения

Для оставшихся веществ были построены эмпирические функции распределения.

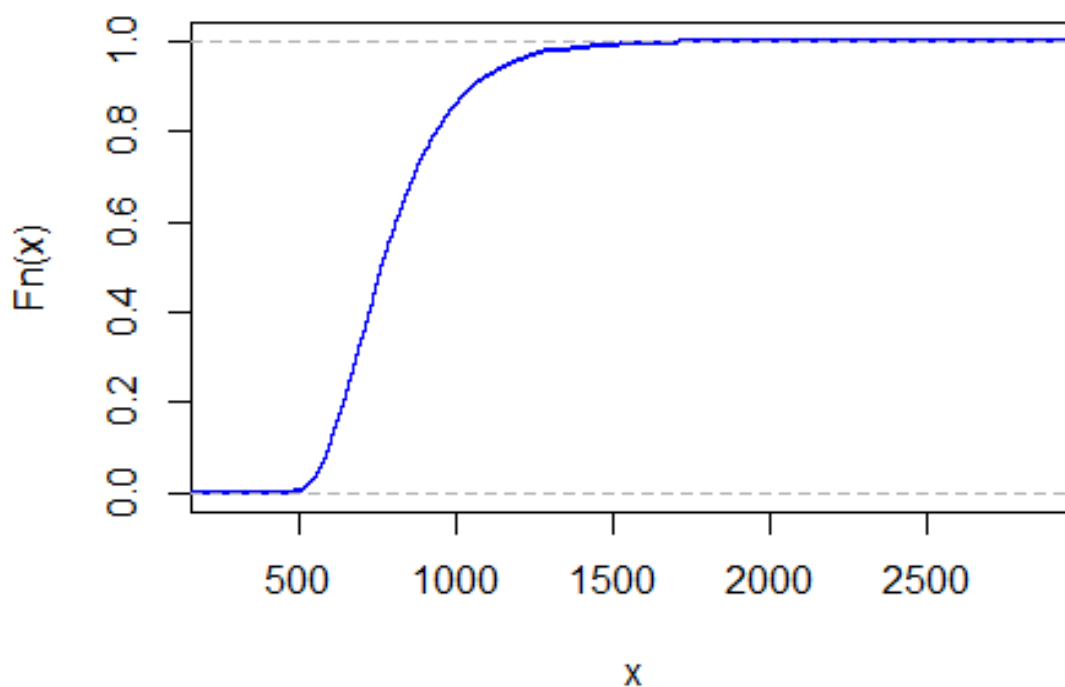


График 5, эмпирическая функция диоксида углерода



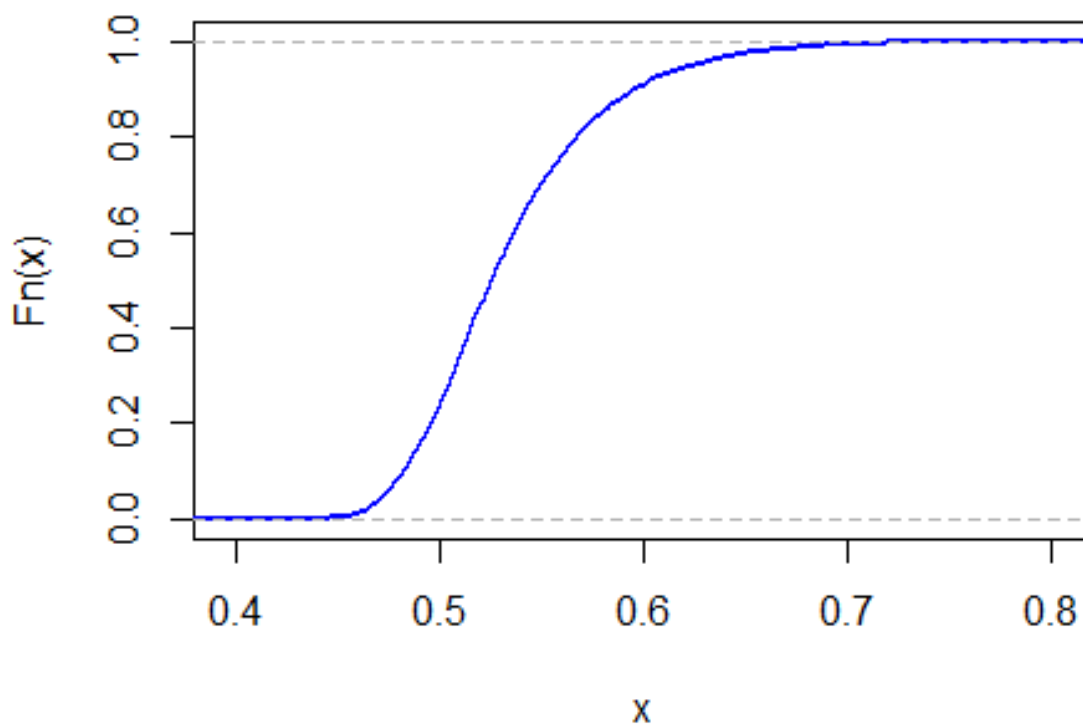


График 6, эмпирическая функция фосгена

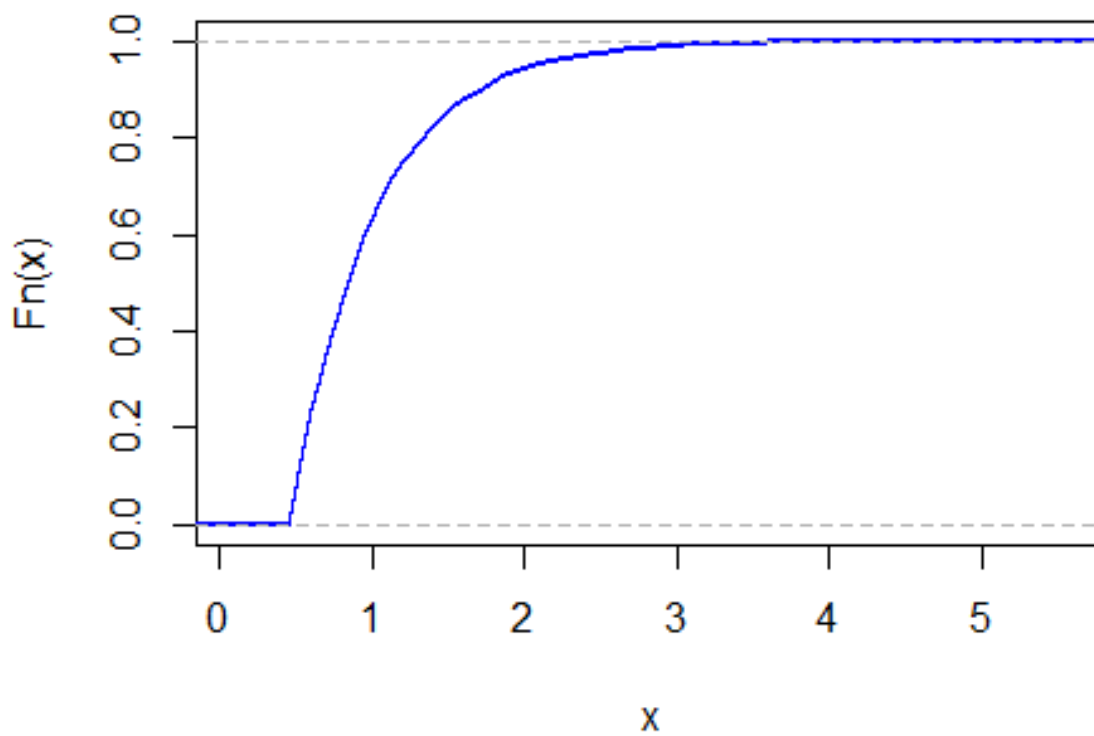


График 7, эмпирическая функция этиленоксида

**Вероятность и значения штрафа для веществ при постоянном наиболее неблагоприятном ветре**

Были рассчитаны значения вероятности, суммы штрафа при наиболее неблагоприятном ветре(направление юго-восток, оценка эффективности 0.9).

	Диоксид углерода	Фосген	Этиленоксид	Бромметан	Диоксид серы
<b>Вероятность</b>	0.4585	0.2647	0.2946	0.002163	0.4289
<b>Совокупный штраф, млн руб</b>	138.1	142.5	172	1.165	242.7
<b>Капитальные вложения, млн руб</b>	6.622	12.92	8.178	11.84	7.92

Таблица 3, показатели вероятности, штрафа и капитальных затрат для каждого вещества

Из таблицы 3 можно заметить, что совокупный штраф бромметана меньше, чем капитальные вложения на очистное оборудование. Значит, данное вещество можно отсеять, дав рекомендацию оплачивать штрафы за превышение ПДК бромметана.

**Полная вероятность и значения штрафа для веществ при различных направлениях ветра**

Были рассчитаны значения вероятности, суммы штрафа при различных направлениях ветра.

Направление ветра (В какую сторону дует ветер)	Оценка эффективности
Северо-Запад	0
Север	0
Северо-Восток	0.25
Восток	0.5
Юго-Восток	0.9
Юг	0.75
Юго-Запад	0.4
Запад	0.1

Таблица 4, оценки эффективности переноса веществ при различных направлениях ветра

Таким образом найдены значения полной вероятности и штрафа для каждого вещества, кроме бромметана, так как в предыдущем пункте значение

штрафа было меньше капитальный затрат на строительство очистного оборудования.

	Диоксид углерода	Фосген	Этиленоксид	Диоксид серы
<b>Вероятность</b>	0.08947	0.04694	0.07148	0.094459
<b>Совокупный штраф, млн руб</b>	26.94	25.27	41.75	53.44
<b>Капитальные вложения, млн руб</b>	6.622	12.92	8.178	11.84

*Таблица 5, показатели вероятности, штрафа и капитальных затрат для каждого вещества при различных направлениях ветра*

Из таблицы видно, что для оставшихся веществ совокупный штраф за 5 лет гораздо больше капитальных затрат на строительство очистного оборудования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования можно дать следующие рекомендации для компании:

1. Значение штрафа при наиболее неблагоприятном ветре за 5 лет из таблицы 3 составляет 1.165 млн. руб., когда капитальные затраты на строительство очистного оборудования и эксплуатацию в течение того же срока 11.84 млн. руб.. Таким образом рекомендация состоит в том, что стоит оплачивать штрафы.

2. Значение штрафа при условии полной вероятности за 5 лет из таблицы 5 составляет 26.94, 25.27, 41.75, 53.44 млн. руб для диоксида углерода, фосгена, этиленоксида и диоксида серы соответственно. Капитальные затраты на строительство очистного оборудования и эксплуатацию в течение того же срока составляют 6.622, 12.92, 8.178, 11.84 млн. руб соответственно. Таким образом рекомендация состоит в том, что стоит построить очистное оборудование для следующих веществ: диоксид углерода, фосген, этиленоксид и диоксид серы

При соблюдении данных рекомендаций общие затраты при условии, что общая вероятность для бромметана 0.0003875, а штраф 0.208 млн. руб., составят около 40 млн. руб.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Environmental Quality Statistics with R: An Introduction, Second Edition  
Электронный ресурс / Steven P. Millard. – 2013. – URL:  
<https://cran.r-project.org/web/packages/EnvStats/EnvStats.pdf>
2. 2. Международная химическая выставка "Химия-экспо-2019" Электронный ресурс //  
Химическая промышленность. – 2019. – URL:  
<https://www.chemistry-expo.ru/ru/ui/17145/>