

Для проведения оценки влияния промышленных взрывов на здания и сооружения в г. Микашевичи был выбран способ критических горизонтальных скоростей колебаний для различной степени повреждения разных типов зданий согласно данным работы [3].

За «представительные» здания принимались объекты, соответствующие параметрам этажности, материала и близости расположения к станции. В качестве «представительного» одноэтажного кирпичного здания было выбрано здание ДОСААФ, находящееся в 190 метрах от станции МКЕЕ. Здание Церкви в два этажа подходит под параметры «представительного» многоэтажного кирпичного здания и располагается в 285 метрах от станции МКЕЕ. Выбор двухэтажного здания в качестве «представительного» многоэтажного обусловлен жилой застройкой города вблизи карьера.

Для «представительного» здания Церкви (многоэтажное кирпичное здание) все взрывы со скоростями смещения грунта выше 0,3 см/с, но ниже 0,6 см/с будут вызывать легкие повреждения в 5% случаев. За весь период наблюдений таких взрывов было зафиксировано 12. Следовательно, взрывы, которые могут вызвать легкие повреждения у данного «представительного» здания при однократном воздействии, составят 18% от общего числа анализируемых взрывов.

Для «представительного» здания ДОСААФ (одноэтажное кирпичное здание), при воздействии скорости смещения грунта выше 0,5 см/с будут возникать легкие повреждения в 5% случаев. За весь период наблюдений было зафиксировано два таких взрыва со скоростью смещения грунта выше 0,5 см/с. Таким образом, взрывов, которые могут вызвать легкие повреждения у данного «представительного» здания при однократном воздействии, будет всего 3% от общего числа анализируемых взрывов.

Представленный анализ на возможное возникновение повреждений здания отражает однократное воздействие на здания и сооружения. Вероятность повреждения возрастает при повторяющихся воздействиях. Кроме того, вероятность повреждения здания увеличивается при ухудшении его технического состояния из-за постоянных легких повреждений. При этом осыпание побелки, тонкие трещины в штукатурке, в стыках плит перекрытия, в отопительных печах, откалывание небольших кусков штукатурки и др. могут привести к более значительным повреждениям (массовые трещины в кирпичных стенах; трещины в стыках плит перекрытий; повреждение каркасов щитовых зданий; перекосы оконных и дверных коробок и др.).

Литература

1. Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences and gempa GmbH. The SeisComP seismological software package // GFZ Data Services, 2008.
2. Nakamura, Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface / Y. Nakamura // Q. Rep. Railway Tech. Res. Inst. – 1989. – Vol. 30, № 1. – P. 25–33.
3. Адушкин, В.В. Подземные взрывы / В.В. Адушкин, А.А. Спивак; Рос. акад. наук, Ин-т динамики геосфер. – Москва: Наука, 2007. – 579 с.

ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПОЧВ

Е.А. Архипов

**Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград,
Российская Федерация, egor.arhipov2000@gmail.com**

Настоящие материалы посвящены рассмотрению особенностей статистической обработки результатов геоэкологического опробования почв, проведенного на территории города Хабаровск. Для анализа были использованы данные, полученные

в результате отбора 76 проб почвы, целью которого было определение содержания тяжелых металлов и мышьяка.

Опробование почвы проводилось в различных зонах города, что обеспечило репрезентативность выборки. Каждая проба была взята на глубину 0–20 см с использованием метода «конверта», из пяти точечных образцов объединялись в одну смешанную пробу, что позволило минимизировать влияние внешних факторов на результаты [1]. Исключая вторичное загрязнение при полевых работах, пробы были транспортированы в лабораторию, где были проведены анализы на содержание валовых форм тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть, цинк, никель и медь) и мышьяка с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии.

Предварительная обработка геоэкологических данных о содержании тяжелых металлов и мышьяка, включает в себя построение ранжированных рядов и группировка данных. В целях достоверного определения закона распределения необходимо использовать обширные выборки по исследуемым параметрам, поэтому искомые значения будут иметь элемент случайности [2].

Для описания распределения содержания тяжелых металлов и мышьяка в почве были вычислены следующие статистические показатели:

1) стандартное отклонение (σ) – использовалось для определения вариативности данных и степени разброса значений вокруг среднего;

2) медиана (M_e) – это значение, которое делит упорядоченный набор данных на две равные части, оценивает центральные тенденции, особенно в случае асимметричных распределений;

3) мода (M_o) – это абсцисса максимума кривой распределения, выражающая наиболее часто встречаемое содержание в пробах исследуемой выборки;

4) коэффициент асимметрии (A) – величина характеризующая асимметрию выборки, позволил оценить симметричность распределения данных, что важно для понимания характера загрязнения.

Для проведения статистического анализа использовались программные продукты MS Excel «Пакет анализа», что обеспечивало высокую точность расчетов и удобство в обработке больших объемов данных. Применение упомянутой методологии статистической обработки данных позволяет получить более достоверные результаты геоэкологического опробования.

В ходе предварительной статистической обработки было выявлено, что исследуемые выборки ($n=76$) имеют асимметрию, в данном случае преобладание проб с пониженной концентрацией определяемых компонентов. В целях описания закона распределения были рассчитаны статистические характеристики необходимые для расчёта коэффициентов асимметрии и сведены в таблицу.

Таблица – Статистические характеристики исследуемой выборки

Показатель	Cd	Cu	As	Ni	Hg	Pb	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8
Стандартное отклонение (σ)	0,31	14,78	2,91	15,59	0,058	19,24	85,34
Мода (M_o)	0,35	11,30	5,70	11,90	0,029	11,40	52,90
Медиана (M_e)	0,29	17,30	6,00	18,15	0,033	22,90	75,08
Коэффициент асимметрии (A)	0,04	0,69	0,37	0,57	0,43	0,94	0,58

Интерпретация коэффициента асимметрии:

- $A=0$, если распределение симметрично;
- $A>0$, если распределение имеет асимметрию с вершиной, сдвинутой вправо (мода меньше медианы);
- $A<0$, если распределение имеет асимметрию с вершиной, сдвинутой влево (мода больше медианы) [2].

Отрицательные значения коэффициента асимметрии в исследуемых выборках отсутствуют.

Выборка по содержанию кадмия в почвенных пробах характеризуется минимальным из исследованных коэффициентом асимметрии, близком к 0. В данном случае это может говорить об отсутствии значительных зон загрязнения и преобладания проб с более низкой концентрацией кадмия в почвенных образцах, так как среднее $+ \sigma$ находится ниже предельно допустимых концентраций, установленных в РФ СанПиН 1.2.3685-21 для суглинистых и глинистых почв.

Положительная асимметрия определяет наличие большего количества проб с низким содержанием по сравнению со средней величиной по выборке, что может говорить лишь о локальных участках загрязнения почвенного покрова на территории города. Наибольший коэффициент асимметрии выявлен для выборок по свинцу, цинку, меди и никелю. Идентификация локальных участков загрязнения почвенного покрова должна происходить с применением ГИС-технологий для визуализации и анализа пространственных данных, с помощью чего возможно предположить источники негативного воздействия на почвенный покров.

После определения приоритетных загрязняющих веществ необходимо установление системы регулярного мониторинга состояния почвы и эффективности принятых мер по очистке. На основе собранных данных и уточнения оценок возможна разработка плана действий по очистке загрязненных участков, включая методы биоремедиации, рекультивации, физической очистки и другие подходы.

Статистические характеристики показывают, что в почве города Хабаровска наблюдаются различные уровни загрязнения тяжелыми металлами, с высокой вариативностью для меди, никеля, свинца и цинка. Наиболее характерной особенностью данных геоэкологического опробования почв на территории города является асимметричное распределение с вершиной, сдвинутой вправо. Положительные значения коэффициента асимметрии для большинства элементов указывают на наличие проб с высокими концентрациями, что требует дальнейшего изучения и мониторинга. Это подтверждает необходимость комплексного подхода к решению проблемы устойчивости урбанизированных территорий и обеспечения экологической безопасности.

Литература

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2017 г. N 52: дата введения 2019-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 10 с.

2. Беус, А.А. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах / А.А. Беус, С.В. Григорян, М.Т. Ойзерман, П.Г. Чолакян, А.А. Стояновский. – 1-е изд. – М.: Недра, 1965. – 118 с.