

УДК 631.1.016:631.189

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ КВАДРАТИЧЕСКИХ ОШИБОК
АРГУМЕНТОВ ПО ЗАДАННОЙ ОШИБКЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ**

Смыкова Елена Николаевна

студентка

Корнеев Владимир Иванович

старший преподаватель

vkorneyv@mail.ru

Гостев Олег Николаевич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье раскрываются принципы определения геодезических параметров с заданной вероятностью. Такую методику можно использовать при геодезическом надзоре за сейсмической, ледовой и водной обстановкой, а так же при эксплуатации, потенциально опасных для людей, или требующих повышения норм безопасности, объектов.

Ключевые слова: геодезические измерения, теория вероятности, геодезический надзор, чрезвычайные ситуации, геодезические приборы, интервал, заданная ошибка измерений.

В геодезических измерениях часто применяется определение геодезических параметров с заданной вероятностью. Чаще всего такая методика используется в картографии. Мы предлагаем использовать её при геодезическом надзоре за сейсмической, ледовой и водной обстановкой, а также при эксплуатации, потенциально опасных для людей или требующих повышения норм безопасности, сооружений: мостов, эстакад и дамб.

В геодезии часто приходится определять средние квадратические ошибки аргументов по заданной средней квадратической ошибке. Если аргумент всего один, то решение задачи не представляет трудности. Если число аргументов t больше одного, то возникает задача, которую можно решить, применяя принцип равных влияний переменных величин:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_0^2 m_1^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_0^2 m_1^2 = \dots = \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_0^2 m_n^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_0^2 m_i^2.$$

Тогда:

$$m_F^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_0^2 m_i^2 n;$$

$$m_i = \frac{m_F}{\left|\frac{\partial f}{\partial x_i}\right| \cdot \sqrt{n}}$$

m_i - средняя квадратическая ошибка i -го аргумента.

Действительно, усложнение задачи оценки точности измерений при взаимном влиянии различных аргументов не должно сказываться на качестве наблюдений. Данную цель можно достичь с помощью принципа равных влияний [1-3, 5].

Во-вторых, если допустить, что средние квадратические ошибки аргументов равны между собой:

$m_1 = m_2 \dots = m_n = m$, то данную формулу можно представить в виде:

$$m = \frac{m_F}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_0^2}}$$

Этот принцип применяют тогда, когда измерения однородны – только углы или только длины линии (одного порядка). В данном случае становится возможным статистический, в том числе автоматический, анализ большого количества измерений, например, при использовании многоканального спутникового геодезического оборудовани [4, 7, 8, 10].

Систематические ошибки имеют определенную причину, направление и величину. Если источник систематической ошибки обнаружен и изучен, то можно получить формулу влияния этой ошибки на результат измерения и затем ввести в него поправку; это исключит влияние систематической ошибки. Пока источник какой-либо систематической ошибки не найден, приходится считать ее случайной ошибкой, ухудшающей качество измерений.

Формула $m = \sqrt{m_{\Delta}^2 + m_{\delta}^2} = \sqrt{m_{\Delta}^2 + \delta^2}$ характеризует совместное влияние случайных и систематических ошибок измерений.

Функция имеет вид: $c = \frac{s}{l}$

Частные производные от функции c по аргументам s и l :

$$\left(\frac{\partial c}{\partial l}\right)_0 = -\frac{s}{l^2}, \left(\frac{\partial c}{\partial s}\right)_0 = \frac{1}{l}$$

Средние квадратические ошибки аргументов определяем на основе принципа равных влияний по формулам:

$$m_l = \frac{m_c \cdot l^2}{s \cdot \sqrt{2}};$$
$$m_s = \frac{m_c \cdot l}{\sqrt{2}}.$$

Данный принцип можно использовать при применении различных геодезических датчиков, которым необходимо установить допуски на срабатывание. Границы допусков можно задавать в форме систематических ошибок по заданной величине и градиенту (направлению) [6].

Геодезические измерения с заданной вероятностью должны применяться при постоянных наблюдениях за ландшафтами и гидрологической обстановкой, в местах, опасных для пребывания людей, в районах лавин, ледников, разломов,

ущелий, водохранилищ, мостов, участков рек, опасных для наводнений, причем методика заданной вероятности позволяет предотвратить объявления ложной тревоги при различных допустимых колебаниях объекта. Она позволяет определить допуски, границы срабатывания датчиков смещение или наклона сооружений, движение ледников, подъема паводковых вод, сейсмических колебаний земной коры в критических точках [9].

Математический аппарат заданных средних квадратических ошибок аргументов можно запрограммировать в автоматическую систему управления датчиками слежения и в другие приборы, предназначенные для наблюдения за обстановкой и мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Список литературы:

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы для инженеров / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - М.: Высшая школа, 2014.
2. Иерархический анализ экспериментальных данных / Л.В. Бобрович, Н.В. Картечина, Н.В. Андреева, С.О. Чиркин // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 3. - С. 2.
3. Корнеев, В.И. Использование современных геодезических приборов в ландшафтном проектировании / В.И. Корнеев, О.И. Чернышова, В.А. Тычинина // Сб.: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Мичуринск, 2020. - С. 299-302.
4. Корнеев, В.И. Методические указания для выполнения лабораторно-практических и самостоятельных работ по теме: «Определение погрешностей геодезических измерений». – Мичуринск: Изд-во Мичуринского государственного аграрного университета, 2018.
5. Корнеев, В.И. Особенности применения геоинформационных систем в землеустройстве / В.И. Корнеев, Ю.В. Куксова, В.М. Мазепо // Сб.: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и

переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Мичуринск, 2020. - С. 302-304.

6. Маркузе, Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие / Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев. - М.: Академический проект, 2010. - 247 с.

7. Некоторые возможности применения mathcad для решения инженерных задач в АПК / О.С. Дьячкова, С.В. Дьячков, О.С. Картечина, Н.В. Картечина // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 4. - С. 203.

8. Смагин, Б.И. Математические методы и модели в аграрном секторе экономики / Б.И. Смагин // Актуальные проблемы науки и образования: сборник статей по итогам научно-исследовательской и инновационной работы Социально-педагогического института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ за 2017 год. - Мичуринск, 2017. - С. 225-235.

9. Соловьев, И.А. Прикладная математика. Численные методы: учебное пособие / И.А. Соловьев. - М.: Изд-во ГУЗ, 2017.

10. Сравнение нормального распределения и эмпирической функции распределения при статистической обработке результатов измерений / Н.В. Картечина, Л.В. Бобрович, Н.В. Пчелинцева, О.С. Картечина // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 3. - С. 20.

UDC 631.1.016:631.189

DETERMINATION OF THE AVERAGE SQUARE ERRORS OF ARGUMENTS FOR A GIVEN ERROR OF GEODETIC MEASUREMENTS

Smykova Elena Nikolaevna
student

Korneev Vladimir Ivanovich
Senior lecturer

vkorneyv@mail.ru

Gostev Oleg Nikolaevich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. This article describes the principles of determining geodetic parameters with a given probability. This technique can be used for geodetic supervision of seismic, ice and water conditions, as well as for the operation of objects that are potentially dangerous to people or require increased safety standards.

Key words: geodetic measurements, probability theory, geodetic supervision, emergency situations, geodetic instruments, interval, specified measurement error.