

використовується широкий спектр сучасного обладнання, яке дозволяє з високою точністю і за незначний час проводити весь комплекс робіт, починаючи від вимірювань на місцевості до отримання їх результатів.

Література

1. «Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)». Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 р. № 56. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (Звернення 16.06.2020)
 2. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні : навч. посібник./ укл. М.П. Ранський. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 92 с.
 3. Геодезичні роботи при землеустрої: Навч. пос. / За ред. В.Б. Балакірського. Х.: Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2008. 226 ст.
 4. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 5-6, ст.46 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (Звернення 16.06.2020)
 5. Лазарева О. В. Організація і управління землевпорядним виробництвом : навч. посіб. для студентів галузі знань 19 «Архітектура та будівництво», спеціальність – 193 «Гео-дезія та землеустрій» / О. В. Лазарева. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2018. 160 с.
 6. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження Вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт» № 65 від 11,02,2014 р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0395-14#Text> (Звернення 16.06.2020)
 7. Awange J., Grafarend E., Palancz B., Zaletnyik P. Algebraic Geodesy and Geoinformatics. Springer, 2010. 384 p.
 8. Lu Z., Qu Y., Qiao S. Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Springer, 2014. 401 p
 9. Markoski B. Basic Principles of Topography. Springer, 2018. 229 p.
 10. Sansò F., Reguzzoni M., Barzaghi R. Geodetic Heights. Springer, 2019. 146 p.
- Матеріали надійшли до організаційного комітету конференції 19 червня 2020 р.*

УДК 528.235

ТОЧНІ ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ, ЯК ОСНОВА ВИВЧЕННЯ І ЗАСВОЄННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ ФАХІВЦІВ З ГЕОДЕЗІЇ І ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Коломієць Сергій Матвійович, к.т.н., доцент,

Леженкін Іван Олександрович, к.т.н., ст. викладач,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

***Анотація.** Розглянуто вплив точних інженерних наук на вивчення і засвоєння знань для фахівців з геодезії і землеустрою на ґрунті методик точних наук, що дозволяє вирішувати наукові і практичні завдання, які стоять перед державою.*

Для вивчення і засвоєння геодезії необхідні точні виміри різних параметрів і величин характеристик Землі. При цьому застосовуються методики, які використовуються в математиці, фізиці, астрономії. Дослідницькі методики

точних наук дозволяють отримувати точні кількісні характеристики поверхні Землі, враховувати вертикальні і горизонтальні тектонічні рухи материків, наслідки сейсмічної активності і діяльності людини.

Розвиток науки і техніки обумовлює підвищення точності вимірювань і вдосконалення методів обробки результатів. Якість геодезичних вимірювань пов'язана з використанням законів виникнення і дії малих і великих похибок, правил оцінки і розрахунку необхідної точності вимірювань, способів і методів обчислень.

Отримати найкращі результати геодезичних вимірювань прийнятною точності при найменших затратах можливе за рахунок використання методів математичної обробки вимірювань.

Якісне вирішення наукових проблем, які стоять перед геодезією, можливе за умови використання методів точних наук, що дозволить детальніше вивчити всесвіт і Землю, покращити умови існування людства на планеті.

Ключові слова: геодезія, вища геодезія, точні науки, земна поверхня, розміри і форма Землі, кривизна Землі, фігура Землі, планові державні геодезичні мережі.

Abstract. Influence of exact engineering sciences is considered on a study and mastering of knowledges for specialists on a geodesy and organization of the use of land on soil of methods of exact sciences, that allows to decide scientific and practical tasks which stand before the state.

For a study and mastering of geodesy the exact measurements of different parameters and sizes of descriptions of Earth are needed. Methods, which are used in mathematics, physics, astronomy, are thus used. The research methods of exact sciences allow to get exact quantitative descriptions of terrene, take into account vertical and horizontal tectonic motions of mainlands, consequences of seismic activity and activity of man.

Development of scitech is stipulated by the increase of exactness of measurements and perfection of methods of treatment of results. Quality of the geodesic measurements with the use of laws of origin and action of small and large errors, rules of estimation, the calculation of necessary exactness of measurements, methods and methods of calculations.

Development of scitech is stipulated by the increase of exactness of measurements and perfection of methods of treatment of results. Quality of the geodesic measurements with the use of laws of origin and action of small and large errors, rules of estimation, the calculation of necessary exactness of measurements, methods and methods of calculations.

The high-quality decision of scientific problems which stand before a geodesy is possible on condition of the use of methods of exact sciences, that will allow more detailed to learn an universe and Earth, improve the terms of existence of humanity on a planet.

Keywords: geodesy, higher geodesy, exact sciences, earthly surface, sizes and form of Earth, curvature of Earth, figure of Earth, planned state geodesic networks.

Постановка проблеми. Відмінність геодезії від інших наук про Землю, таких, як географія, геологія, геоморфологія полягає в тому, що вивчення і засвоєння предмета геодезії засноване на точних вимірах різних параметрів і величин, що характеризують Землю як вцілому, так і окремі її частини. Геодезичні виміри в сукупності з астрономічними спостереженнями дали можливість визначити розміри і форму Землі, дозволили визначити основну астрономічну одиницю, яка

використовується для визначення відстаней в космічному просторі, дозволили встановити одиницю виміру довжини в метричній системі.

Розвиток геодезії тісно взаємопов'язаний із розвитком точних наук – математики, фізики, астрономії. Завдяки використанню в геодезії методів точних наук стало можливим отримувати точні кількісні величини деформації частин земної кори, що відбувається як унаслідок вікових тектонічних вертикальних і горизонтальних рухів материків, так і зрушень окремих ділянок земної поверхні унаслідок сейсмічної активності і діяльності людини.

Тому, при підготовці фахівців з геодезії і землеустрою важливим є отримання майбутніми спеціалістами ґрунтовних базових знань з точних наук, які стануть фундаментом для засвоєння предметів циклу професійної підготовки і запорукою гарантованої затребуваності і конкурентоспроможності [1, 2].

Виклад основних матеріалів дослідження. Геодезія здавна справно служить людям. Ще в давньому Єгипті, Вавілоні, Індії, Китаї спостереження за космічними об'єктами – Сонцем і Місяцем дозволяли визначати пори року, встановлювати терміни проведення сільськогосподарських робіт, передбачати розливи річок, що грали величезну роль в житті народів, що жили на берегах Ніла, Тигра, Евфрата, Гангу, Ян-Цзи. Геодезичні виміри лежать в основі картографування країни – створення карт і планів місцевості. Вони лежать також в основі вивчення гравітаційного поля Землі.

Настання космічної ери, поява штучних супутників Землі і космічних апаратів було б неможливе без знання розмірів Землі і її гравітаційного поля. У вивченні фігури Місяця і планет Сонячної системи також бере участь геодезія.

Велике значення геодезії у військовій справі. Без неї неможлива дія артилерії, ракетних військ, оскільки розташування знарядь і ракет, відстані до цілей і їх положення на місцевості визначаються геодезичними методами. Ведення військових операцій, які спочатку розігруються на топографічних картах, що є «очима армії», і створюваних геодезистами, розташування протидіючих військ також пов'язані з геодезією.

У геодезії вивчаються невеликі ділянки земної поверхні, що приймаються як плоскі. При цьому досліджуються властивості різних геометричних фігур, з застосуванням формул тригонометрії, для їх використання при вирішенні різних завдань на місцевості. Розробляються також методи проведення топографічних зйомок, створення планів і карт, конструювання необхідних при цьому приладів.

На відміну від геодезії, у вищій геодезії вивчаються великі ділянки земної поверхні з врахуванням її кривизни і вся Земля вцілому. Саме розроблені у вищій геодезії методи дозволили вирішити одну з важливих проблем природознавства – визначити розміри і форму Землі, детально вивчити різні фізичні чинники, що визначають її життя як планети (зміна розмірів з часом, рух полюсів, зсув берегових ліній і частин земної поверхні, зміна рівнів морів і океанів). Методи створення планових державних геодезичних мереж служать основою при створенні карт і виборі місця для будівництва різних інженерних споруд. У вищій геодезії розробляються способи зображення опуклої поверхні Землі на площині.

Сучасна геодезія включає також ряд самостійних наукових напрямів, що розвиваються:

- радіогеодезію, що вивчає електронні методи точного визначення відстаней між пунктами на Землі і в просторі;
- теорію фігури Землі, яка становить наукові основи її вивчення;
- сфероїдальну геодезію, яка вирішує різні геодезичні завдання;
- геодезичну астрономію, що дозволяє визначати положення пунктів на Землі і орієнтувати лінії по спостереженню небесних світил;
- геодезичну гравіметрію, що вивчає гравітаційне поле Землі, знання якої необхідне для точного визначення координат пунктів на земній поверхні і поза нею, а також для розвитку геофізичних методів розвідки корисних копалин;
- картографію, яка розробляє способи зображення поверхні Землі у вигляді планів і карт;
- космічну геодезію, що займається вивченням космосу супутниками Землі і космічними апаратами, що запускаються до далеких планет, і використанням їх для визначення положення точок на земній поверхні і гравітаційного поля.

Важливу роль у всіх галузях техніки мають вимірювання. На їх ґрунті отримують вихідну інформацію точні науки. Вимірювання складають основний зміст усіх робіт, які виконуються з метою картографо-геодезичного вивчення земної поверхні. Методи і засоби вимірювань, які пов'язані з вивченням Землі, розробляються в геодезії, астрономії, гравіметрії, фотограмметрії, картометрії, космічній геодезії і інших науках.

Вимірювання розглядають з двох точок зору:

- кількісної, яка характеризує числове значення виміру;
- якісної, яка характеризує точність вимірювань.

З розвитком науки і техніки підвищується точність вимірювань і вдосконалюються методи математичної обробки. При проведенні вимірювань не повинно бути грубих помилок. Для їх виключення у геодезичній практиці проводять не менше двох вимірювань кожної величини, використовують математичні залежності між виміряними величинами.

Навіть самі ретельні повторні вимірювання постійної величини завжди дають декілька результатів, а результати вимірювань математично пов'язаних величин створюють нев'язки. Порядок величин нев'язок і розходжень між результатами повторних вимірювань повинен відповідати точності вимірювань. Це є ознакою відсутності грубих помилок у вимірюваннях [3].

За умови відсутності грубих помилок результати повторних вимірювань в деякій мірі різняться. Пояснюється це тим, що вимірювання завжди супроводжуються неминучими помилками – відхиленнями результатів вимірювань від точних значень вимірянних величин. Джерелом цих величин є неточності вимірювальних дій спостерігача, неточності виготовлення і юстування приладів, не врахування впливу умов вимірювань, які постійно змінюються, і ін.

Вивчення якості геодезичних вимірювань, законів виникнення і дії неминучих малих похибок, розробка правил оцінки і розрахунку необхідної точності вимірювань, методів і способів обчислень дозволяють отримувати при найменших затратах найкращі результати прийнятної точності. Ці питання розв'язуються методами математичної обробки геодезичних вимірювань (рис. 1).

Теорія ймовірності – математична дисципліна, яка вивчає кількісні закономірності масових випадкових явищ, які за умови багатократного проведення

одного і того самого досліду виникають кожен раз по іншому. Для дослідження різноманітних явищ реального світу проводяться спостереження, досліди і вимірювання.

Спостереження – основа всіх наукових досліджень. Ознаки об'єкта, за яким спостерігають, можуть бути як якісними, так і кількісними. Кількісні ознаки визначають або шляхом точного дискретного рахування, або шляхом вимірювань, які дають наближені результати.



Рис. 1. Методи математичної обробки геодезичних вимірювань

Теорія ймовірності досліджує не тільки випадкові події, але і випадкові величини. Випадковою називають величину, яка при досліді приймає значення, наперед невідоме і залежне від випадкових причин, які заздалегідь не можуть бути враховані. Окрім випадкових подій і випадкових величин теорія ймовірностей вивчає випадкові функції.

При вирішенні практичних геодезичних задач закони розподілу випадкових величин і параметри цих законів повністю відомі не завжди. Як правило, буває відомим тільки закон розподілу, а його параметри визначаються за результатами спостережень. Іноді за результатами спостережень доводиться визначати і закон розподілу.

Обидві задачі – визначення закону розподілу і визначення його параметрів – можливо вирішити точно, якщо отримані зі спостережень всі значення випадкової величини, які називають генеральною статистичною сукупністю. Для неперервних випадкових величин це принципово неможливо, а для дискретних величин у більшості випадків практично неможливо. Тому на практиці застосовують «вибірковий» метод. Суть цього методу полягає у тому, що на генеральній сукупності отримують тільки частину значень або роблять статистичну вибірку і на її основі вирішують задачу. При цьому отримують наближені результати.

Методами наближеного вирішення ймовірнісних задач на основі вибірки займається математична статистика. Вибірку роблять так, щоб вона розподілялася рівномірно по генеральній сукупності і, таким чином, найкращим чином відбивала властивості випадкової величини.

При математичній обробці результатів спостережень, які проводяться при дослідженні нових інструментів і методів роботи, а також при вирішенні низки інших науково-технічних задач іноді приходится встановлювати залежність отриманих результатів від якогось фактора або від головного джерела помилок. Якщо залежність між результатами спостережень встановлена і виражена залежністю, то її можна використати при обчисленні очікуємої точності досліджуємого приладу або для належної організації спостережень і обробки результатів. При цьому можуть зустрітися дві форми зв'язку між кількісними або якісними ознаками: функціональна і статистична [4].

Функціональним зв'язком називають такий, при якому кожному значенню однієї перемінної величини відповідає значення іншої перемінної величини.

Статистичним зв'язком між двома перемінними називають такий зв'язок, при якому кожному значенню однієї перемінної відповідає розподіл значень другої перемінної, який змінюється разом зі зміною першої перемінної.

Властивості випадкової величини можуть характеризуватися декількома параметрами. Найважливіші з них – математичне очікування випадкової величини, дисперсія і середнє квадратичне відхилення. Математичним очікуванням преривної випадкової величини називають суму добуток усіх можливих значень випадкової величини на відповідні їм ймовірності. Дисперсія, як одна з важливіших числових характеристик випадкової величини дає можливість оцінити розкид можливих значень випадкової величини навколо математичного очікування, що викликається властивостями випадкової величини або наявністю при досліді помилок спостережень, коливанням умов досліду і іншими факторами.

Майже усі випадкові величини, які зустрічаються в геодезії, підпорядковуються нормальному закону розподілу ймовірностей. Систему випадкових величин можна розуміти як сукупність випадкових величин, які визначають собою випадкове положення точки в просторі. Зокрема, двовимірна система визначає випадкове положення точки на площині, тривимірна – в просторі. Щільність розподілу системи випадкових величин дорівнює добутку щільностей розподілу окремих величин, які входять до системи.

Для обчислення ймовірності потрапляння точки в задану область довільної форми на площині або в задану просторову область повинні бути відомі межі цих областей у вигляді відповідних залежностей. У цьому випадку доведеться обчислювати кратні інтеграли з перемінними межами зміни границь інтегрування [5].

При рівномірному законі розподілу ймовірностей у всіх аргументів ймовірність потрапляння точки в область пропорціональна площі цієї області при двовимірному розподілі і пропорціональна об'єму – при тривимірному.

Теорія ймовірностей ґрунтується на математичній інтерпретації реальних властивостей масових випадкових явищ або статистичних закономірностей. Одним з важливіших математичних виразів цих закономірностей є закон великих чисел – середнє значення випадкової величини зі збільшенням кількості спостережень збігається по ймовірності з математичним очікуванням.

Для зменшення впливу систематичних помилок на практиці геодезичних вимірів найчастіше використовують наступні способи:

1) встановлюють закон появи систематичної помилки, після чого помилку зменшують введенням поправки в результати вимірів;

- 2) використовують відповідну методику вимірів, яка розрахована таким чином, щоб систематичні помилки діяли не односторонньо, а змінювали знаки;
- 3) використовують визначену методику обробки результатів вимірів.

Висновки. Не зважаючи на те, що вказані вище науки заглибилися в свої фундаментальні дослідження і віддалилися одна від одної настільки, що втратили тісний зв'язок між собою, все ж геодезія в цілому тісно взаємодіє з точними науками у вирішенні багатьох наукових і практичних завдань і їх застосуванні в у всіх сферах діяльності країни. Таким чином, спільне вирішення наукових проблем геодезією на ґрунті методик точних наук дозволяє пізнавати і глибше вивчати всесвіт і Землю, на якій ми живемо, і сприяти розвитку людства, як частини всесвіту.

Література

1. Олійник Я.Б., Федорищак Р.П., Шищенко П.Г. Загальні відомості про Землю: підручник. Київ, 2008. С. 89-120.
2. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Вивчення поверхні Землі: навч. посіб. для студ. ВНЗ. Київ, 2008. С. 12-23.
3. Денисов О., Тревого І. Про точність координат пункту при визначеннях азимута напряду: зб. наук. праць Західн. геодез. т-во УТГК. Львів, 2007. С. 55-56.
4. Марченко О.М., Кучер О.В., Марченко Д.О. Результати уточнення квазігеоїда УКГ2012 для території України. *Вісник геодезії та картографії*. 2013. № 3. С. 3-10.
5. Каблак Н.І., Савчук С.Г. Дослідження просторово-часової нестабільності атмосфери та її впливу на точність визначення координат у мережі активних референціальних станцій UA-EUPOS/ZAKPOS. *Вісник геодезії та картографії*. 2013. № 3. С. 19-24.

Матеріали надійшли до організаційного комітету конференції 21 червня 2020 р.

УДК 004.9

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТРУБОПРОВІДІВ

Дережа Олена Олександрівна, к.т.н., доцент,

Мовчан Сергій Іванович, к.т.н., доцент,

Дережа Сергій Володимирович, інженер,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Анотація. Розглянуто можливості комп'ютерного моделювання для використання фахівцями різних спеціальностей. Успіхи, досягнуті в останні роки в сфері використання обчислювальної техніки, математичного моделювання та методів оптимізації, відкривають нові можливості для здійснення високоефективної автоматизації робіт з проектування і моделювання елементів трубопроводів промислового водопостачання.

Ключові слова: водопостачання, трубопровід, комп'ютерне проектування, тривимірне моделювання.

Постановка проблеми. При розробці систем водопостачання та каналізації потрібно враховувати деякі моменти. В першу чергу відзначити потрібно, що всі