

УДК 528.34

Гравиметрия – наука о Земле – на занятиях научно-образовательного центра

Кузнецова Ю. А., группа НЗш-182,
Лавряшина Т.В., к.ф.-м.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одно из направлений Научно-образовательного центра прединженерной подготовки КузГТУ включает курс «Науки о Земле». В нём обсуждаются методы изучения поверхности Земли, основы геологии. Кузбасс является угольным регионом и поэтому полезны знания, связанные с комплексом горных наук, изучаемых в КузГТУ. Комплекс наук о Земле достаточно обширен, он включает в себя знания о форме, размерах, строении Земли, о процессах внутри и на её поверхности. Каждая наука изучает свой предмет, использует свои понятия, но все они связаны с геологией, пространственным описанием объекта, математикой, физикой.

В ходе изучения одной дисциплины трудно охватить все научные направления, связанные с Землей. Курс обучения помимо перечисленных дисциплин, включает изучение школьниками некоторых разделов физики, математики как базовых для инженерных специальностей. На занятиях по физике школьники изучают характеристики гравитационного, электрического, магнитного полей Земли в объёме, превышающем школьный курс, выполняют лабораторные работы по определению характеристик этих полей.

Гравитационное поле Земли – объект исследования, практическое значение которого имеет огромную важность. Характеристики гравитационного поля Земли, Луны и других планет Солнечной системы изучает гравиметрия [1]. Гравиметрические данные применяются в геодезии, геологии, физике Земли, навигации. Открытие закона гравитации приписывают знаменитому английскому физiku Исааку Ньютону, но о наличии гравитации задумывались ещё задолго до него философы и учёные древности, например, Эпикур. Однако именно Ньютон впервые описал гравитационное взаимодействие между физическими телами в рамках классической механики. Его теорию развил Альберт Эйнштейн, который в своей общей теории относительности более точно описал влияние гравитации в космосе.

Гравитационное поле – особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимное притяжение тел. Его можно определить как пространство, в котором действуют гравитационные силы, но при этом надо отчётливо представлять, что поле материально. Источники гравитационного излучения находятся в микроструктуре вещества. Гравитационное поле пред-

ставляет собой суммарное излучение микро гравитационных полей конкретного материального тела, оно сконцентрировано около объёма этого тела по аналогии с магнитным полем постоянного магнита. В соответствии с этим гравитационное поле имеет границы своего воздействия на другие материальные объекты. По мнению И. Ньютона это воздействие убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между объектами.

Гравитационное поле создается вокруг любого тела обладающего массой и действует на тела, обладающие массой. Основные характеристики гравитационного поля – напряжённость и потенциал – широко используются в гравиметрии. Они измеряются приборами, в принципе действия которых лежат физические законы. Принцип действия двух типов гравиметров – маятникового и баллистического – мы использовали для определения ускорения силы тяжести вблизи поверхности на широте г. Кемерово.

Маятниковый способ измерения ускорения g силы тяжести был единственным до конца 19 века. Он основан на использовании формулы Гюйгенса для определения периода колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}, \quad \text{из которой} \quad g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2},$$

где T – период колебаний математического маятника; ℓ – длина его нити.

Принцип действия абсолютного гравиметра для определения ускорения силы тяжести основан на использовании кинематического уравнения

$$h = \frac{g t^2}{2}, \quad \text{из которого} \quad g = \frac{2h}{t^2},$$

где h – расстояние, пройденное свободно падающим телом за время t .

При расчёте ускорения силы тяжести g_T учитывалась поправка на суточное вращение Земли [2]

$$g_T = g_0 \left(1 - \frac{\omega^2 R^3 \cos^2 \varphi}{GM} \right), \quad \text{где} \quad g_0 = G \frac{M}{R^2}.$$

В таблице приводятся результаты экспериментального определения ускорения силы тяжести на широте г. Кемерово ($\sim 55^\circ 20'$): g_T – теоретическое значение; $g_{\text{Э1}}$ – экспериментальное значение, определенное маятниковым способом; $g_{\text{Э2}}$ – экспериментальное значение, определенное при измерении времени свободного падения тела в высоты h ; $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – отклонение экспериментальных значений ускорения силы тяжести, измеренных указанными методами, от его теоретического значения.

Таблица

Результаты расчёта ускорения силы тяжести

$g_T, м/с^2$	$g_{Э1}, м/с^2$	$\varepsilon_1, \%$	$g_{Э2}, м/с^2$	$\varepsilon_2, \%$
9,806	9,524	2,9	9,602	2,1

Наши измерения, конечно, не претендуют на точность, даваемую современными маятниковыми гравиметрами, которые снабжены устройством для фотоэлектрической регистрации колебаний и автоматической системой цифровой обработки наблюдений, или гравиметрами, в которых измерение пути, пройденного падающим телом, осуществляется лазерным интерферометром, а мерой интервалов времени являются сигналы атомного стандарта частоты, но несомненно оказалось полезным знакомство с методами измерения важной для практического использования в гравиметрии характеристики – ускорение силы тяжести.

Список литературы

1. Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Механика / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 380 с.
2. Савельев, И. В. Курс физики : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. и технолог. направлениям и специальностям : в 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. – 4-е изд., стереотип. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 352 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=509