

Вертикальная планировка по результатам нивелирования на макете местности

В статье рассмотрена методика выполнения нивелирования по квадратам на учебном макете местности в лаборатории «Моделирование инструментальных съемок» кафедры «Инженерная геодезия» с целью составления проекта вертикальной планировки и подсчета объема земляных работ. Проект вертикальной планировки является одной из составных частей генерального плана застраиваемой территории. Согласно этому проекту естественный рельеф строительной площадки преобразуется в искусственный посредством выполнения ряда земляных работ. Нивелирование на макете местности выполняется мобильными лазерными приборами, сконструированными на кафедре. При разработке этих приборов за основу была взята модель нивелира с самоустанавливающейся линией визирования для наглядности освоения студентами принципа геометрического нивелирования на макете местности, что способствует приобретению студентами навыков работы в полевых условиях и улучшению качества работ непосредственно на строительной площадке. Используемый нами способ нивелирования по квадратам на макете позволяет получить топографический план местности. Предварительно при помощи лазерного построителя плоскости на макете наглядно демонстрируется, как должен отобразиться рельеф этой местности на будущем плане, т.е. показываются места проведения горизонталей. Преобразование существующей топографической поверхности в проектную осуществляется оформляющими плоскостями: горизонтальной либо наклонной площадками. Проектирование таких площадок связано с расчетами, а перенесение их на местность – с созданием насыпей и выемок. Высота насыпи и глубина выемки в каждой точке проекта характеризуются рабочей отметкой. Использование макета местности в образовательном процессе позволяет моделировать выполнение геодезических работ в лабораторных условиях, что способствует развитию пространственного мышления у студентов и повышает качество образования.

Ключевые слова: макет, нивелирование, рельеф, план, горизонталы.

Обучение геодезии основывается на оптимальном сочетании теории и практики, которое состоит в том, что каждый студент после теоретической подготовки работает с геодезическими инструментами, решая на местности конкретные инженерно-геодезические задачи, применяемые при строительных работах. Сокращение учебной нагрузки на полевую геодезическую практику значительно ухудшает процесс усвоения обучающимися теоретической части геодезии. Компенсировать это возможно внедрением в учебный процесс макета местности и мобильных лазерных приборов, используемых в лаборатории «Моделирование инструментальных съемок» кафедры «Инженерная геодезия». Выполнение разного рода геодезических задач на макете в лабораторных условиях способствует приобретению студентами навыков работы в полевых условиях, сокращению времени на полевые работы, повышает эффективность методики работы с геодезическими приборами

Макет дает наглядное представление о физической поверхности в уменьшенном виде. На нем смоделированы основные формы рельефа, гидрография, промоины, отдельно стоящие кустарники, крутые склоны [1]. Рельеф

представлен в масштабах: горизонтальный – 1 : 500, вертикальный – 1 : 100 [2].

Модель местности позволяет создать у студентов ряд образов, необходимых им для последующей работы и выполнения поставленной задачи в ходе проведения практических занятий по нивелированию поверхности на строительной площадке [3].

Вертикальная планировка производится с целью получения крупномасштабного топографического плана участка местности для детального изображения рельефа на строительных площадках, промплощадках предприятий, что позволит обеспечить минимизацию затрат на планировочные работы [4]. Этого можно достигнуть посредством нивелирования поверхности, при котором высотное положение местности определяется геометрическим нивелированием, а результаты съемки служат для составления планов и цифровых моделей местности, в том числе на макете местности.

В зависимости от характера рельефа, ситуации местности, требуемой точности, площади нивелируемой поверхности применяют различные способы нивелирования. Наиболее эффективным является способ нивелирования

по квадратам, применяемый при топографической съемке открытых участков местности со спокойным рельефом в крупных масштабах с малой высотой сечения рельефа в целях составления проекта вертикальной планировки и подсчета объема земляных работ. Для учебных целей на макете необходимо пронивелировать участок местности по вершинам квадратов и составить топографический план этой местности в масштабе 1 : 500 с высотой сечения рельефа горизонталями через 0,5 м [5].

Работа выполняется лазерным учебным нивелиром (ЛУН-1 или ЛУН-2) и односторонними рейками с миллиметровыми делениями [6]. При конструировании учебного нивелира за основу взята модель нивелира с самоустанавливающейся линией визирования, т.е. с наличием компенсатора. Работа с нивелиром такого рода достаточно наглядно показывает студентам принцип геометрического нивелирования. Взятие от-

счетов выполняется посредством лазерного луча. Реперная система закрепленных и пронумерованных точек на модели является геодезической сетью учебного макета.

Для нивелирования поверхности выбирают определенный участок макета, устанавливают горизонтально учебную рамку, представляющую собой сетку 4×4 квадрата со стороной 10 см (рис. 1). При масштабе 1 : 500 стороны сетки соответствуют квадрату 50×50 м на местности [7]. Разбивку сети квадратов продолжают передвижением рамки вправо или вниз по макету, на котором равнинные участки чередуются с пересеченными участками местности.

Одновременно с разбивкой квадратов производится съемка ситуации линейными промерами от сторон квадратов до характерных точек контуров и местных предметов. Результаты съемки заносят в абрис (рис. 2).

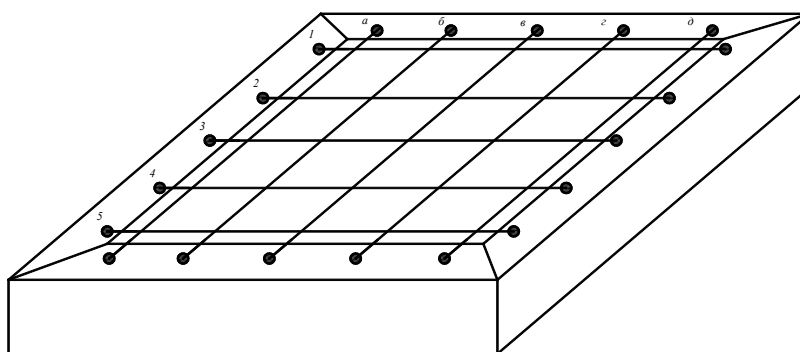


Рис. 1. Учебная рамка для нивелирования поверхности по квадратам

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м
1	0154	0505	0673	0755	0907	1193	1325	1337	1273	1261	1214	
2	0159	0484	0705	0793	0965	1253	1462	1565	1481	1478	1297	
3	0245	0402	0673	0795	0997	1301	1572	1695	1611	1618	1361	
4	0294	0490	0725	1007	1092	1273	1540	1667	1670	1684	1441	
5	0455	0663	0860	1082	1265	1502	1746	1852	1704	1692	1545	
6	0733	0905	1073	1165	1260	1537	1793	1845	1780	1756	1445	
7												

Рис. 2. Фрагмент абриса

На участках со спокойным рельефом нивелирование выполняют с одной станции, последовательно устанавливая рейку в вершинах квадратов макета (рис. 3). На пересеченной местности нивелирование вершин квадратов производят с нескольких станций. Последовательно передвигая рамку, нивелир и рейку, нивелируют вершины смежных квадратов согласно обозначениям линий сетки.

Вычисленные превышения позволяют, помимо передачи отметок на связующие точки, выполнить контроль полевых измерений. При допустимой невязке превышения в нивелир-

ном ходе уравнивают, затем вычисляют отметки связующих и промежуточных точек [8]. Вычисленные отметки точек поверхности макета выписывают на план в вершинах квадратов и характерных точках из абриса.

По результатам вычисления отметок составляют топографический план с высотой сечения рельефа горизонталями через 0,5 м в масштабе 1 : 500 с помощью компьютера. Система точек с координатами, образуя цифровую модель местности, позволяет рассчитать и построить план местности (рис. 4). Предварительно при помощи лазерного построителя

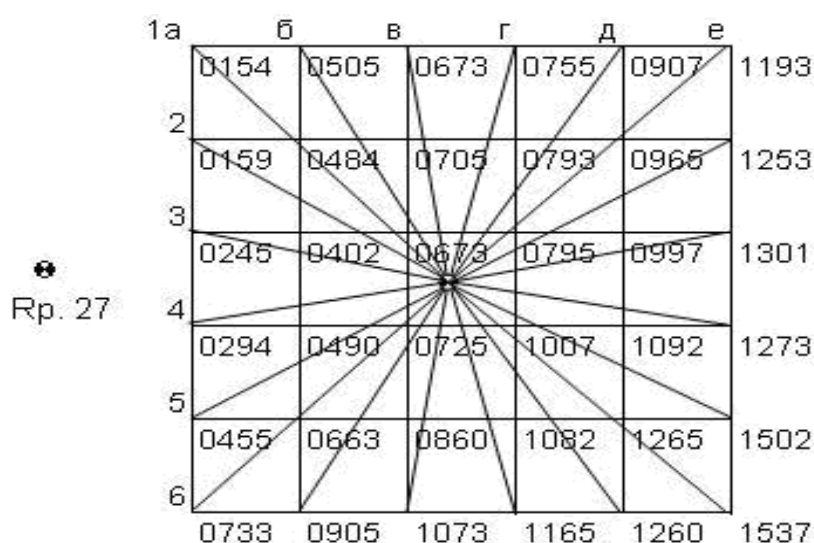


Рис. 3. Схема нивелирования вершин квадратов с одной станции

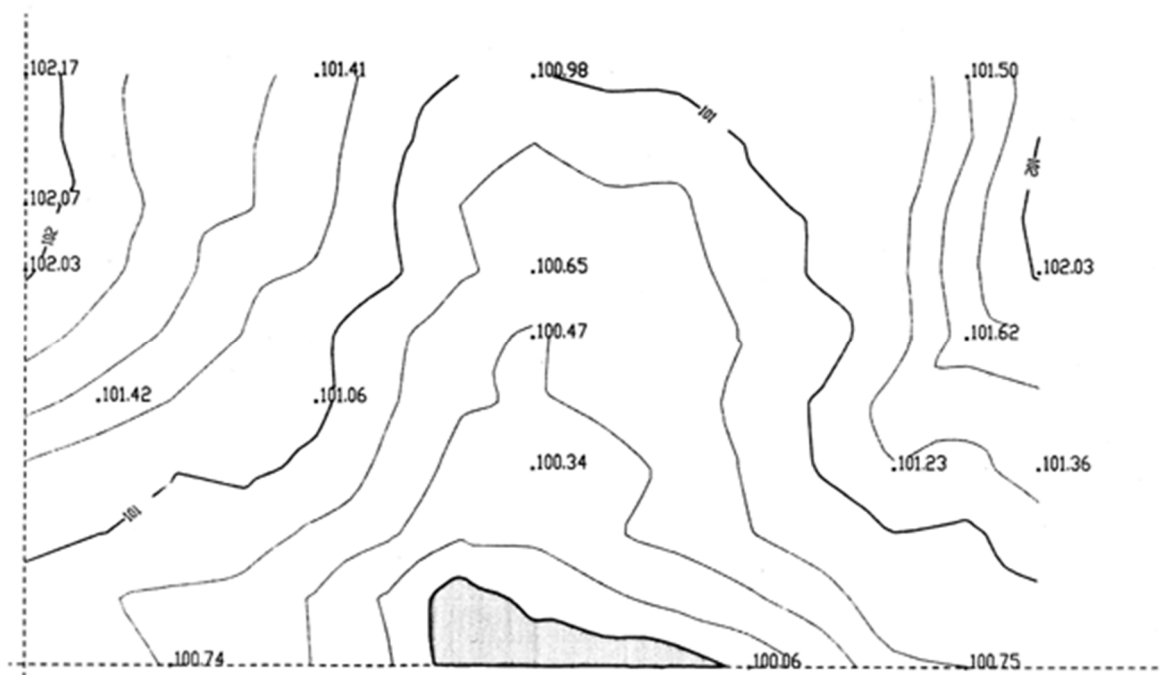


Рис. 4. Цифровая модель местности

плоскости на макете можно наглядно продемонстрировать одно из пространственных понятий – горизонтالي. В любом месте сфокусированные лазерные лучи прибора плоского проектирования (ПЭТРИ) производят секущие плоскости, оставляя на поверхности модели макета линии, соединяющие точки с одинаковыми отметками, т.е. горизонтали, тем самым показывая, как должен будет выглядеть рельеф этой местности на топографическом плане [6].

Обработав материал по нивелированию вершин квадратов, определяют отметки земли каждой вершины H_3 . Заданная проектная отметка горизонтальной площадки $H_{пр}$, вычисленная проектная отметка наклонной площадки H_i и отметка земли позволяют найти рабочую отметку [9]:

$$h_p = H_{пр} - H_3.$$

По рабочим отметкам составляют картограмму земляных работ. В зависимости от местонахождения точек линии нулевых работ различают типы квадратов: полные и неполные.

Квадраты полные, если во всех вершинах квадратов знаки рабочих отметок одинаковые. В этих случаях точки нулевых работ на сторонах квадратов отсутствуют, а по всему квадрату расположены либо насыпи, либо выемки. Для таких квадратов объем выемок или насыпей находится следующим образом [10]:

$$V_{h,b} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} S = h_{ср} S,$$

где S – площадь отдельного квадрата; $h_{ср}$ – среднее арифметическое из рабочих отметок четырех углов фигуры.

Квадраты называются неполными, если в них имеются как насыпи, так и выемки, т.е. знаки рабочих отметок в вершинах разные. Объем земляных работ в таких квадратах вычисляют по формулам

$$V_b = \frac{(\sum h_b)^2}{4(\sum |h_b| + \sum |h_H|)} S;$$

$$V_H = \frac{(\sum h_H)^2}{4(\sum |h_b| + \sum |h_H|)} S,$$

где $\sum h_b$ – сумма рабочих отметок по выемке; $\sum h_H$ – сумма рабочих отметок по насыпи; $\sum |h_b| + \sum |h_H|$ – сумма абсолютных величин всех рабочих отметок в данном квадрате.

Нивелирование поверхности на учебном макете способствует гораздо лучшему пониманию процесса выполнения работ для определения высот точек земной поверхности в полевых условиях и построения топографического плана местности.

Для развития у студентов пространственного мышления и получения навыков работы с геодезическими приборами необходимо использовать в образовательном процессе макеты-модели (материальные и информационные средства обучения) для выполнения разного рода геодезических работ в лабораторных условиях. Применение на лабораторных занятиях макетов, тренажеров и стендов позволяет за счет более высокоинтенсивного обучения студентов и реальности процесса измерений повысить эффективность обучения, в какой-то степени компенсировав сокращение учебной нагрузки на полевую геодезическую практику.

Библиографический список

1. Попов Г.В. Моделирование и расчеты при трассировании линейных сооружений: Учеб. пособие по инженерной геодезии для студентов трансп. вузов. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. 92 с.
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000, 1 : 500. М.: Недра, 1982. 120 с.
3. Щербачев В.В., Андреев А.В. Моделирование инструментальных съемок // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2010. Вып. 22. 196 с.
4. Справочник геодезиста / В.Д. Большаков, Г.П. Левчук, Г.В. Багратуни, В.Г. Селихонович. М.: Недра, 1985. 450 с.
5. Ганьшин В.Н., Косыков Б.И., Хренов Л.С. Справочное руководство по крупномасштабным съемкам. М.: Недра, 1977. 120 с.
6. Грузинов В.В., Коугия В.А. Лазерные геодезические приборы в строительстве. М.: Недра, 1995. 98 с.
7. Хренов Л.С. Постоянное планово-высотное съемочное обоснование. М.: Недра, 1982. 85 с.

8. Визгин А.А. Геодезические расчеты при вертикальной планировке: Метод. указ. для студентов строит. спец. по выполнению расч.-граф. работ. Новосибирск, 1991. 16 с.
9. Визгин А.А., Коугия В.А., Хренов Л.С. Практикум по инженерной геодезии. М.: Недра, 1989. 283 с.
10. Маслов А.В. Способы и точность определения площадей. М.: Геодезиздат, 1975. 68 с.

G.V. Popov, O.N. Lysko

Vertical Land Leveling Based on Layout-Area Leveling Results

Abstract. The article describes a technique for performing training area layout leveling by squares at the “Simulation of Instrumental Surveys” Laboratory, Department of Engineering Geodesy, for the purpose of drafting the grading and evaluating the volume of required earthworks. A grading project is an integral part of the general building-area plan. Under such a project, the natural construction-site topography is transformed into some artificial topography by performing a certain amount of earthwork. Leveling is performed on a layout area using compact laser instruments designed at the Department around a model level with self-leveling sight line. This helps students in mastering the principle of geometric leveling on a layout area, which in turn helps them to acquire field skills and improves the work quality at the construction site. The used method of leveling by squares on a layout area allows one to obtain a topological terrain plan. A pre-builder using a layout laser plane shows how the terrain should be reflected in the future plan, with the location of contour lines displayed. Transformation of the available topographic surface into a project surface is performed using basic planes, namely, horizontal or inclined areas. Designing of such areas necessitates calculations and, also, transfer of calculation results onto the terrain with the assumed formation of mounds and hollows. The mound height and the digging depth at each project point are defined by working marks. Using the layout area in the educational process permits simulation of geodesic works under laboratory conditions; the latter in turn promotes the development of spatial reasoning in students and improves the education quality.

Key words: *layout; terrain leveling; plan; contour lines; relief.*

Попов Геннадий Васильевич – старший преподаватель кафедры «Инженерная геодезия» СГУПС. E-mail: kov@stu.ru

Лыско Ольга Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия» СГУПС. E-mail: Olyal@list.ru