

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 09:50:35

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a50be91

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

по дисциплине

Инженерное обеспечение строительства (геодезия)

для студентов заочной формы обучения

Направление подготовки

Профиль

08.03.01 Строительство

Городское строительство и хозяйство

Пятигорск 2021 г.

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия) » рассмотрены и утверждены на заседании кафедры строительства протокол № « » _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой строительства
к.т.н, доцент

подпись

Щитов Д.В.

Содержание

Введение	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1.	5
Тема. Математическая обработка теодолитного хода.	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	18
Тема. Обработка результатов нивелирования IV класса.	18
Общие указания	32

Введение

Геодезия – одна из древнейших наук. Слово «геодезия» образовано из двух слов – «земля» и «разделяю», а сама наука возникла как результат практической деятельности человека по установлению границ земельных участков, строительству оросительных каналов, осушению земель. Современная геодезия – многогранная наука, решающая сложные научные и практические задачи. Это наука об определении формы и размеров Земли, об измерениях на земной поверхности для отображения ее на планах и картах, а также для создания различных инженерных сооружений. Задачи геодезии решаются на основе измерений, выполняемых геодезическими инструментами и приборами. В геодезии используют положения математики, физики, астрономии, картографии, географии и других научных дисциплин. Геодезия подразделяется на высшую геодезию, геодезию, космическую и спутниковую геодезию, радиогеодезию, картографию и топографию, фотограмметрию и инженерную (прикладную) геодезию. Каждый из этих разделов имеет свой предмет изучения, свои задачи и методы их решения, т.е. является самостоятельной научно-технической дисциплиной.

Несмотря на многообразие инженерных сооружений, при их проектировании и возведении решаются следующие общие задачи: получение геодезических данных при разработке проектов строительства сооружений (инженерно-геодезические изыскания); определение на местности основных осей и границ сооружений в соответствии с проектом строительства (разбивочные работы); обеспечение в процессе строительства геометрических форм и размеров элементов сооружения в соответствии с его проектом, геометрических условий установки и наладки технологического оборудования; определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных (исполнительные съемки); изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате действия человека.

Методические указания разработаны для студентов заочной формы обучения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1.

Тема. Математическая обработка теодолитного хода.

Цель работы.

Получить общие сведения о порядке обработки геодезических измерений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- основные понятия и терминологию, связанную с методикой выполнения геодезических работ при выполнении инженерных изысканий и сопровождения строительства, обустройства и охраны водных объектов;
- основные принципы ведения геодезических работ;
- планировать и организовывать работы по разбивки строительной площадки;
- выбирать методику, состав, порядок проведения геодезических работ;
- составлять отчет по результатам проведения геодезических работ.
- навыками работы с геодезическими приборами;
- пользования нормативно-технической документацией, применяемой в строительстве;
- методами и средствами инженерной геодезии.

Формируемые компетенции: ОПК-4; ОПК-5 или их части:

Код	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы

Для обеспечения строительных площадок, территорий застройки и пр. производятся полевые геодезические измерения по созданию планового и высотного съемочного обоснования с целью достижения необходимой плотности пунктов геодезических сетей. Основным методом построения планового обоснования является проложение теодолитных ходов с последующим вычислением координат точек. Высотное съемочное обоснование создается методом геометрического нивелирования, для чего, определяются отметки высот точек существующего планового съемочного обоснования. Теодолитные ходы представляют собой системы ломаных линий, в которых измеряются горизонтальные углы на поворотных точках хода и длины линий между этими точками. При углах наклона линий по отношению к горизонтальной плоскости более $1,5^\circ$ измеряются вертикальные углы для введения поправок за наклон линий и вычисляются их горизонтальные проложения. Теодолитные ходы прокладываются между геодезическими пунктами с известными координатами, которые служат исходными пунктами. В случае отсутствия исходных геодезических пунктов на участки местности площадью до 1 км^2 могут создаваться самостоятельные съемочные сети в своей условной системе координат.

Различают следующие виды теодолитных ходов:

- **Разомкнутый ход**, начало и окончание которого опираются на два исходных пункта;
- **Замкнутый ход** представляет собой многоугольник, опирающийся на один исходный пункт;
- **Висячий ход**, один из концов которого примыкает к пункту геодезического обоснования.

Проложение висячих теодолитных ходов допускается лишь в отдельных случаях, когда необходимо создать обоснование для съемки неотчетливых объектов.

Подтемами данной практической работы предусматривается выполнение следующих заданий:

- Обработка журнала измерений горизонтальных углов и длин линий.
- Решение обратной геодезической задачи.
- Составление схемы теодолитных ходов.
- Предварительное вычисление измеренных углов.
- Вычисление дирекционных углов и румбов.
- Определение приращений координат.
- Уравнение приращений координат.
- Вычисление относительной и абсолютной невязки хода.
- Вычисления координат точек теодолитного хода.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ (к образцу).

*Таблица 1
(ОБРАЗЕЦ)*

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

(Координаты исходных пунктов выдаются преподавателем каждому студенту индивидуально)

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	$X_1 = 6\ 169\ 296,04$	$Y_1 = 7\ 298\ 028,61$	
п. тр. Город	$X_2 = 6\ 168\ 122,10$	$Y_2 = 7\ 297\ 779,90$	
п. тр. Северный	$X_3 = 6\ 167\ 161,23$	$Y_3 = 7\ 297\ 670,62$	
п. тр. Бештау	$X_4 = 6\ 165\ 570,99$	$Y_4 = 7\ 297\ 494,64$	

Таблица 2.

ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕК ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

НОМЕР ТОЧКИ ТЕОДОЛ ИТ-НОГО ХОДА	УГЛЫ (В)		ДИРЕКЦИ ОННЫЕ УГЛЫ (А)	ГОРИЗО Н- ТАЛЬН ОЕ ПРОЛО ЖЕНИЕ (S, М)	ПРИРАЩЕНИЯ КООРДИНАТ, М				КООРДИНАТЫ, М		НОМЕР ТОЧКИ ТЕОДО ЛИТНО ГО ХОДА
	ИЗМЕРЕН НЫЕ	ИСПРАВЛ ЕННЫЕ			ВЫЧИСЛЕННЫЕ		ИСПРАВЛЕННЫЕ				
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ β _{измер.} =				S=							

$\sigma \beta_{теор.} = \alpha_{нач.} - \alpha_{кон.} + 180^{\circ} \cdot n$	$\Delta x =$	$\Delta y =$	$f_{абс} = \pm \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ $f_{отн.} = \frac{f_{абс.}}{\sum S} = \frac{1}{\sum S / f_{абс.}}$
$f_{\beta} = \sigma \beta_{измер.} - \sigma \beta_{теор.} =$			
$f_{\beta_{доп}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{n} =$			

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ.

1. Обработка журнала измерений горизонтальных углов и длин линий.

Проложение теодолитного хода заключается в измерении горизонтальных углов и длин линий этого хода.

Измерение углов при вершинах хода выполняется способом приемов при двух положениях вертикального круга - "круге лево" (КЛ) и "круге право" (КП). Разность двух значений угла, полученных в полуприемах, не должна превышать $\pm 1.0'$.

Измерения длин линий производятся стальной двадцатиметровой лентой дважды: в прямом и обратном направлениях. Разность значений длин в двух измерениях не должна превышать 1/2000 этой длины. Результаты угловых и линейных измерений приведены в журнале теодолитной съемки задания (табл.3 и 4). Для измерения угла с вершиной например в точке п.тр. Город, теодолит центрируют над этой точкой. При КЛ снимают отсчеты по горизонтальному кругу теодолита последовательно на предыдущую (заднюю – отсчет b) точку (п.тр. Окраина) и последующую (переднюю – отсчет a) точку (т.1) и записывают в журнал (Таблица 3). Затем переводят трубу через зенит и измеряют тоже угол при КП в обратной последовательности (передняя точка (a) – задняя точка (b)) также записывая отсчеты в журнал (табл. 3).

В Журнале вычисляем значение горизонтального угла измеренного при КЛ и при КП по отдельности и записываем в соответствующие графы.

Значения горизонтальных углов вычисляют по формуле:

$$\beta = a - b$$

где a - отсчет на переднюю точку;

b - отсчет на заднюю точку.

Данный порядок наблюдений производим на каждой последующей точке теодолитного хода. В соответствии с заданием на: т.1, т.2, т.3 и п.тр. Северный.

Вычисленные значения горизонтальных углов заносим в графу 2 табл. 2. В графе 1 табл. 2 выносим названия точек теодолитного хода, в том числе и названия исходных направлений (опорной геодезической сети).

В графу 5 табл. 2 переносят значения измеренных горизонтальных направлений по линиям теодолитного хода.

Таблица 3

ЖУРНАЛ

измерения горизонтальных углов теодолитного хода от п.тр. Город до п. тр. Северный

Дата _____ . Теодолит _____ № _____ .

Наблюдал _____

Видимость _____ .

Вычислял _____

Точки		Положение вертикального круга	Отсчет по горизонтальному кругу	Значение горизонтального угла в полуприеме	Значение горизонтального угла в приеме	Среднее
Стояния	Наблюдения					
п. тр. Город	п.тр. Окраина	КЛ	0°02,4'			
	т.1		162°15,6'			
	п.тр. Окраина	КП	180°13,0'			
	т.1		342°25,8'			
т.1	п. тр. Город	КЛ	0°21,5'			
	т.2		198°24,5'			

	п. тр. Город	КП	180°24,5'			
	т.2		18°25,5'			
т.2	т.1	КЛ	0°01,5'			
	т.3		177°52,5'			
	т.1	КП	180°02,0'			
	т.3		357°53,4'			
т.3	т.2	КЛ	0°06,5'			
	п. тр. Северный		175°02,5'			
	т.2	КП	180°05,0'			
	п. тр. Северный		355°01,3'			
п. тр. Северный	т.3	КЛ	0°08,0'			
	п. тр. Бештау		181°24,9'			
	т.3	КП	180°09,5'			
	п. тр. Бештау		1°24,4'			

Таблица 4.

Таблица горизонтальных проложений теодолитного хода.

№№ п.п.	Название направления (линии)	Горизонтальное проложение S (м)
1	п.тр. Город – т.1	152,0
2	т.1 – т.2	183,0
3	т.2 – т.3	341,9
4	т.3 – п.тр. Северный	295,8

2. Решение обратной геодезической задачи.

Обратная геодезическая задача в данном задании заключается в определении начального дирекционного угла направления (п.тр. Город (X_2 , Y_2) – п.тр. Окраина (X_1 , Y_1)), **анач** и конечного дирекционного угла направления (п.тр. Северный (X_2 , Y_2) – п.тр. Бештау (X_2 , Y_2)), **акон**.

Начальный дирекционный угол **анач** и конечный дирекционный угол **акон** необходимы для вычисления дирекционных углов всех сторон разомкнутого теодолитного хода и последующего получения координат вершин теодолитного хода.

Решение обратной геодезической задачи может выполняться на микрокалькуляторе или геодезических программах, например CREDO.

Для решения обратной геодезической задачи и вычисления румба начального направления применяются формулы:

$$\Delta X_{1,2} = X_2 - X_1;$$

$$\Delta Y_{1,2} = Y_2 - Y_1;$$

$$\text{tg } r_{1,2} = \Delta Y_{1,2} / \Delta X_{1,2}$$

Для решения обратной геодезической задачи и вычисления румба конечного направления применяются формулы:

$$\Delta X_{3,4} = X_4 - X_3;$$

$$\Delta Y_{3,4} = Y_4 - Y_3;$$

$$\text{tg } r_{3,4} = \Delta Y_{3,4} / \Delta X_{3,4}$$

Для перехода от румба к дирекционному углу необходимо учитывать четверть в которой он расположен.

Для вычисления румба $r_{1,2}$ направления 1-2 (п.тр. Город – п.тр. Окраина) необходимо учитывать знаки приращений $X_{1,2}$ и $Y_{1,2}$ (рис.1).

Для вычисления румба $r_{3,4}$ направления 3-4 (п.тр. Северный – п.тр. Бештау) необходимо учитывать знаки приращений $X_{3,4}$ и $Y_{3,4}$ (рис.1).

IV	$+\Delta X$ $-\Delta Y$ $r = 360^\circ - \alpha$		$+\Delta X$ $+\Delta Y$ $r = \alpha$	I
III	$-\Delta X$ $-\Delta Y$ $r = \alpha - 180^\circ$		$-\Delta X$ $+\Delta Y$ $r = 180^\circ - \alpha$	II

Рис. 1.

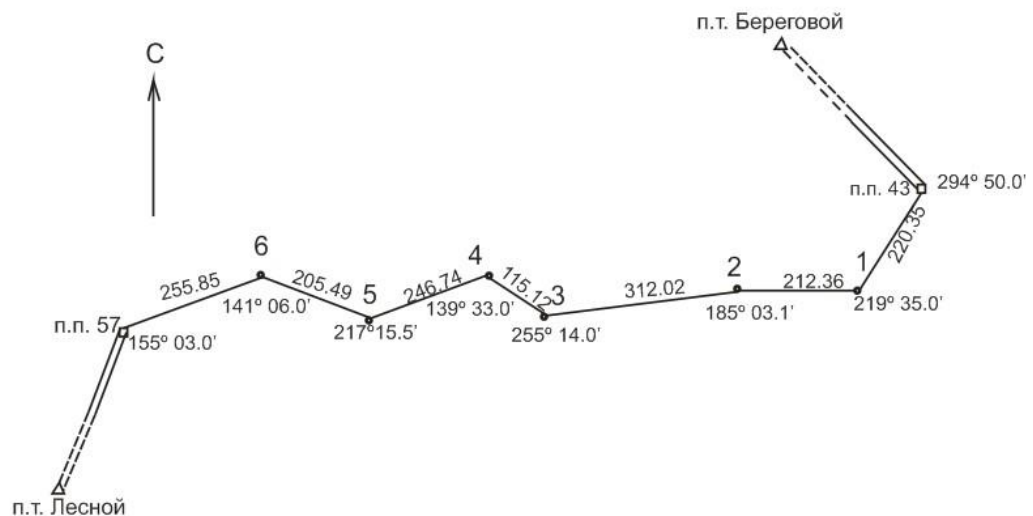
По заданию пункт **1** соответствует **п.тр. Окраина**, а пункт **2** – **п.тр. Город** (координаты взять из Табл. 1 индивидуального задания).

Результаты вычислений начального и конечного дирекционных углов занести в графу 4 таблицы 2 напротив соответствующих сторон названий исходных пунктов опорной геодезической сети.

3. Составление схемы теодолитных ходов.

Для наглядности и для исключения грубых ошибок вычислений из «Журнала измерения горизонтальных углов теодолитного хода от п.тр. Город до п. тр. Северный» (Таблица 2) и результатов решения обратной геодезической задачи, на отдельном листе вычерчивается схема теодолитного хода, на которой указываются исходные пункты опорной геодезической сети и точки теодолитного хода I, 2, 3. Измеренные левые по ходу горизонтальные углы и длины линий между точками теодолитного хода выписываются из табл. 3 и табл. 4.

ОБРАЗЕЦ
схемы теодолитного хода.



4. Предварительное (приближенное) вычисление измеренных углов.

1. Уравнивание измеренных углов состоит из:

- вычисления суммы измеренных углов $\sum \beta_{\text{изм.}}$;
- определения теоретической суммы углов по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = (\text{анач.} - \text{акон.}) + 180^\circ \cdot n, \text{ где } n - \text{число измеренных углов в ходе}$$

- вычисления фактической угловой невязки по формуле $f_\beta = \sum \beta_{\text{изм.}} - \sum \beta_{\text{теор.}}$;

• определения величины допустимой угловой невязки согласно формуле $f_{\beta \text{ доп.}} = \pm 1,5' \sqrt{n}$, где n – число измеренных углов в ходе.

Вычисленная фактическая угловая невязка не должна быть больше допустимой. В противном случае, если фактическая угловая невязка превышает значение допустимой

невязки, то проверяются все вычисления. Если вычисления верны, то ошибка была допущена при измерении углов в полевых условиях. Необходимо вторично измерить углы в которых имеются короткие линии хода, а затем углы, которые измерялись в неблагоприятных условиях.

Фактическая невязка распределяется с обратным знаком в виде поправок в измеренные значения углов. Вначале вводятся поправки в углы, имеющие доли минут, округляя их до целых минут. Большие поправки необходимо вводить в углы с короткими сторонами. Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком. Исправленные значения углов получают прибавлением поправок к измеренным углам и заносим в колонку 3 табл.4.

Контролем уравнивания служит получение теоретической суммы углов хода.

5. Вычисление дирекционных углов (α) и румбов (r).

В рассматриваемом примере начальный дирекционный угол (*анач*) и конечный дирекционный угол (*акон*) вычислены студентом в разделе «Решение обратной геодезической задачи».

Дирекционные углы всех остальных сторон хода вычисляем по формуле:

$$\alpha_{\text{посл.}} = \alpha_{\text{пред.}} + \beta_{\text{испр.}} - 180^\circ$$

То есть, дирекционный угол направления *п.тр.Город – т.1* будет равен значению дирекционный угол предыдущего направления (*п.тр. Окраина – п.тр. Город*) плюс исправленный угол между направлением *п.тр. Окраина* и *т.1* и минус 180° .

Также производим вычисления остальных сторон теодолитного хода используя вычисленное значение дирекционного угла предыдущего направления и измеренный уравниваемый горизонтальный угол на следующую точку.

Контролем вычислений дирекционных углов является получение значения дирекционного угла конечного направления (*акон*).

6. Определение приращений координат.

Следующим этапом обработки является вычисление приращений координат каждой передней вершины линии относительно задней. Приращения координат ΔX и ΔY вычисляют с помощью микрокалькулятора с точностью 0.01 м по формулам:

$$\Delta X = S \cdot \cos \alpha, \quad \Delta Y = S \cdot \sin \alpha;$$

или:

$$\Delta X = \pm S \cdot \cos r, \quad \Delta Y = \pm S \cdot \sin r;$$

Приращения координат записывают с их знаками в графы 6 и 7 (табл.2) на одной строке с соответствующим горизонтальным проложением S и дирекционным углом α . Знак приращения координат определяют по направлению румба по (табл.4.)

Таблица 5.

Приращение	СВ (I четв.)	ЮВ (II четв.)	ЮЗ (III четв.)	СЗ (IV четв.)
Знак ΔX	+	–	–	+
Знак ΔY	+	+	–	–

7. Уравнение приращений координат.

Далее вычисляют алгебраические суммы ΔX и ΔY , которые характеризуют удаление конечного пункта теодолитного хода по соответствующим осям относительно начального пункта.

В разомкнутом теодолитном ходе алгебраические суммы приращений координат должны равняться разности координат исходных пунктов опорной геодезической сети (конечного и начального). В данном задании теоретическая сумма приращений будет равна:

$$\sum x_{\text{теор.}} = X_{\text{п.тр.Северный}} - X_{\text{п.тр.Город}};$$

$$\sum y_{\text{теор.}} = Y_{\text{п.тр.Северный}} - Y_{\text{п.тр.Город}};$$

8. Вычисление относительной и абсолютной невязки хода.

Вследствие погрешностей при определении S эти суммы отличаются от нуля, образуя *линейные невязки* приращений координат Δx и Δy .

$$\Delta x = \sum x_{\text{прак.}} - \sum x_{\text{теор.}}$$

$$\Delta y = \sum y_{\text{прак.}} - \sum y_{\text{теор.}}$$

Прежде чем распределять эти невязки, надо убедиться в их допустимости, для чего необходимо вычислить абсолютную невязку длины теодолитного хода.

Абсолютную линейную невязку вычисляют по формуле

$$F_{ABC} = \pm \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Абсолютная невязка характеризует точность выполненных полевых работ, ее величина не должна превышать допустимую $f_{\text{абс.}} \leq f_{\text{абс. доп.}} = 0,6 \text{ мм } M$, где M – знаменатель масштаба съемки.

Для определения допустимости абсолютной невязки и оценки точности выполненных полевых работ вычисляют также относительную невязку, т.е. отношение абсолютной невязки $f_{\text{абс.}}$ к длине теодолитного хода:

$$f_{\text{отн.}} = \frac{f_{\text{абс.}}}{\sum S} = \frac{1}{\sum S / f_{\text{абс.}}}$$

Допустимость невязки определяется заданной точностью и условиями местности и изменяется от 1/1000 – при неблагоприятных условиях измерений; 1/2000 – при средних условиях и 1/3000 – при благоприятных условиях измерений.

В случае допустимости полученной фактической абсолютной невязки, величины невязок f_x и f_y распределяются с обратным знаком **пропорционально длинам сторон** теодолитного хода. Для этого определяют долю поправки на каждые 100 м периметра полигона. Каждую из невязок f_x и f_y делят на значение длины полигона в сотнях метров и вычисляют поправки в каждое приращение пропорционально длине соответствующей линии. То есть в более длинную линию будет вводиться поправка, имеющая большее значение. Поправки вводят со знаком обратным знаком невязки. Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

Поправки вводят в вычисленные приращения с обратным знаком и получают исправленные приращения координат. Контроль уравнивания приращений в замкнутом теодолитном ходе производится по формулам:

$$\sum \Delta x_{\text{уравн.}} = 0; \quad \sum \Delta y_{\text{уравн.}} = 0.$$

9.Вычисления координат точек теодолитного хода.

Для вычисления координат точек разомкнутого теодолитного хода необходимо знать координаты исходных пунктов (начального и конечного). Координаты начального пункта (п.тр. Город) и конечного (п.тр. Северный) взять из табл. 1 индивидуального задания.

Координаты остальных точек теодолитного хода вычисляются в следующем порядке: координата последующей точки равна координате предыдущей точки плюс исправленное приращение между этими точками:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta x_{n-(n+1)}; \quad Y_{n+1} = Y_n + \Delta y_{n-(n+1)}.$$

Контролем вычисления координат в разомкнутом теодолитном ходе является получение координат конечного исходного пункта опорной геодезической сети.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Практическая работа имеет 18 вариантов. Выбор варианта производится в соответствии с суммой последних двух цифр шифра зачетной книжки студента.

Например: шифр зачетной книжки студента П 125216. Следовательно, номер варианта будет (1 + 6 = 7), т.е. №7.

Или, шифр зачетной книжки студента П 125289. Следовательно, номер варианта будет (8 + 9 = 17), т.е. №17.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

Таблица 1
ВАРИАНТ 1

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	X ₁ = 6 169 296,04	Y ₁ = 7 298 028,61	
п. тр. Город	X ₂ = 6 168 122,10	Y ₂ = 7 297 779,90	
п. тр. Северный	X ₃ = 6 167 161,23	Y ₃ = 7 297 670,62	
п. тр. Бештау	X ₄ = 6 165 570,99	Y ₄ = 7 297 494,64	

Таблица 1
ВАРИАНТ 2

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	X ₁ = 6 169 397,37	Y ₁ = 7 298 129,94	
п. тр. Город	X ₂ = 6 168 223,43	Y ₂ = 7 297 881,23	
п. тр. Северный	X ₃ = 6 167 262,56	Y ₃ = 7 297 771,95	
п. тр. Бештау	X ₄ = 6 165 672,32	Y ₄ = 7 297 595,97	

Таблица 1
ВАРИАНТ 3

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	X ₁ = 6 169 447,53	Y ₁ = 7 298 180,10	

п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 273,59$	$Y2 = 7\ 297\ 931,39$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 312,72$	$Y3 = 7\ 297\ 822,11$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 722,48$	$Y4 = 7\ 297\ 646,13$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 4.

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	$X1 = 6\ 169\ 346,20$	$Y1 = 7\ 298\ 078,77$	
п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 172,26$	$Y2 = 7\ 297\ 830,06$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 211,39$	$Y3 = 7\ 297\ 720,78$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 621,15$	$Y4 = 7\ 297\ 544,80$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 5

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	$X1 = 6\ 169\ 601,09$	$Y1 = 7\ 298\ 333,66$	
п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 427,15$	$Y2 = 7\ 298\ 084,95$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 466,28$	$Y3 = 7\ 297\ 975,67$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 876,04$	$Y4 = 7\ 297\ 799,69$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 6

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	$X1 = 6\ 169\ 307,15$	$Y1 = 7\ 298\ 039,72$	
п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 133,21$	$Y2 = 7\ 297\ 791,01$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 172,34$	$Y3 = 7\ 297\ 681,73$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 582,10$	$Y4 = 7\ 297\ 505,75$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 7

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	$X1 = 6\ 169\ 284,93$	$Y1 = 7\ 298\ 017,50$	
п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 110,99$	$Y2 = 7\ 297\ 768,79$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 150,12$	$Y3 = 7\ 297\ 659,51$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 559,88$	$Y4 = 7\ 297\ 483,53$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 8

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	X	Y	
п.тр. Окраина	$X1 = 6\ 169\ 319,25$	$Y1 = 7\ 298\ 051,82$	
п. тр. Город	$X2 = 6\ 168\ 145,31$	$Y2 = 7\ 297\ 803,11$	
п. тр. Северный	$X3 = 6\ 167\ 184,44$	$Y3 = 7\ 297\ 693,83$	
п. тр. Бештау	$X4 = 6\ 165\ 594,20$	$Y4 = 7\ 297\ 517,85$	

Таблица 1
ВАРИАНТ 9

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 611,09	<i>Y1</i> = 7 298 343,66	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 437,15	<i>Y2</i> = 7 298 094,95	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 476,28	<i>Y3</i> = 7 297 985,67	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 886,04	<i>Y4</i> = 7 297 809,69	

Таблица 1
ВАРИАНТ 10

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 306,04	<i>Y1</i> = 7 298 038,61	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 132,10	<i>Y2</i> = 7 297 789,90	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 171,23	<i>Y3</i> = 7 297 680,62	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 580,99	<i>Y4</i> = 7 297 504,64	

Таблица 1
ВАРИАНТ 11

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 367,37	<i>Y1</i> = 7 298 099,94	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 193,43	<i>Y2</i> = 7 297 841,23	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 232,56	<i>Y3</i> = 7 297 741,95	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 642,32	<i>Y4</i> = 7 297 565,97	

Таблица 1
ВАРИАНТ 12

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 457,53	<i>Y1</i> = 7 298 190,10	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 283,59	<i>Y2</i> = 7 297 941,39	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 322,72	<i>Y3</i> = 7 297 832,11	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 732,48	<i>Y4</i> = 7 297 656,13	

Таблица 1
ВАРИАНТ 13.

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 356,20	<i>Y1</i> = 7 298 088,77	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 182,26	<i>Y2</i> = 7 297 840,06	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 221,39	<i>Y3</i> = 7 297 730,78	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 631,15	<i>Y4</i> = 7 297 554,80	

Таблица 1
ВАРИАНТ 14

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 557,30	<i>Y1</i> = 7 298 289,87	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 383,36	<i>Y2</i> = 7 298 041,16	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 422,49	<i>Y3</i> = 7 297 931,88	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 832,25	<i>Y4</i> = 7 297 755,90	

Таблица 1
ВАРИАНТ 15

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 289,98	<i>Y1</i> = 7 298 022,55	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 116,04	<i>Y2</i> = 7 297 773,84	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 155,17	<i>Y3</i> = 7 297 664,56	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 564,93	<i>Y4</i> = 7 297 488,58	

Таблица 1
ВАРИАНТ 16

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 324,30	<i>Y1</i> = 7 298 056,87	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 150,36	<i>Y2</i> = 7 297 808,16	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 189,49	<i>Y3</i> = 7 297 698,88	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 599,25	<i>Y4</i> = 7 297 522,90	

Таблица 1
ВАРИАНТ 17

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 624,33	<i>Y1</i> = 7 298 356,90	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 450,39	<i>Y2</i> = 7 298 108,19	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 167 489,52	<i>Y3</i> = 7 297 998,91	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 165 899,28	<i>Y4</i> = 7 297 822,93	

Таблица 1
ВАРИАНТ 18

Координаты исходных пунктов опорной геодезической сети.

Названия исходных пунктов	Координаты		Отметка Н, м
	<i>X</i>	<i>Y</i>	
п.тр. Окраина	<i>X1</i> = 6 169 336,74	<i>Y1</i> = 7 298 069,31	
п. тр. Город	<i>X2</i> = 6 168 162,80	<i>Y2</i> = 7 297 820,60	
п. тр. Северный	<i>X3</i> = 6 168 201,93	<i>Y3</i> = 7 297 711,32	
п. тр. Бештау	<i>X4</i> = 6 166 611,69	<i>Y4</i> = 7 297 535,34	

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и

т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

Вопросы для самоконтроля

Методы развития планового обоснования на строительных площадках.

Полигонометрия 1 и 2 разрядов. Что такое трех штативная технология проложения инструментальных ходов для определения координат съёмочного обоснования.

Устройство технического нивелира 4Т-30П. Поверки и юстировки теодолита 4Т-30П.

Задания для практической работы

Производство вычислительных работ по результатам проложенного теодолитного хода. Оценка точности определения координат точек съёмочного геодезического обоснования. Что такое абсолютная и относительная погрешности?

Список литературы.

Перечень основной литературы

1. Кузнецов, О.Ф. Инженерная геодезия : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 267 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0174-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466785>

2. Геодезия в строительстве [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Нестеренок, М. С. Нестеренок, В. П. Подшивалов, А. С. Позняк. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 396 с. — 978-985-503-470-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67623.html>

3. Геодезия. Инженерное обеспечение строительства : учебно-методическое пособие / Т.П. Синютина, Л.Ю. Миколишина, Т.В. Котова, Н.С. Воловник. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 165 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0172-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466793>

Перечень дополнительной литературы

1. Геодезия : учебник для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов, Ю.Ю. Каширкин. - 2-е изд. - М. : Академический проект : Трикста, 2015. - 416 с. - (Gaudeamus: библиотека геодезиста и картографа). - Библиогр. в кн. - ISBN [978-5-8291-1730-6|978-5-904954-36-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144231>

2. Кузнецов О.Ф. Основы геодезии и топография местности [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 286 с. — 978-5-9729-0175-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68998.html>

3. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Авакян. — Электрон.

текстовые данные. — М. : Академический проект, 2017. — 588 с. — 978-5-8291-1953-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60143.html>

4. Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 266 с. — 978-5-9729-0174-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68989.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

3. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) – www.diss.rsl.ru

2. «Национальный Электронно-Информационный консорциум» (НП «НЭИКОН») www.neicon.ru

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» www.window.edu.ru

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

1. www.biblioclub.ru - «Университетская библиотека онлайн»;
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks ООО «Ай Пи Эр Медиа».

Программное обеспечение:

1. Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869

2. Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869

3. Microsoft Office - лицензия № 61541869

4. 1С Предприятие 8 Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях - Регистрационный номер 9334707

5. Embarcadero rad studio - Г/к 445/01 от 30 июля 2010 г.

6. IBM Rational Rose modeler - Бесплатно по программе IBM Academic Initiative

7. Mathcad Education - University Edition (50 pack) - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.

8. Photoshop extended CS 5 12.0 WIN AOO License RU - WIN 1330-1052-0528-3946-5457-6917

9. MAC 1330-0662-7185-2512-8915-6761

10. ProjectExpert 7 Tutorial Сетевая версия 15 рабочих мест - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.

- 11.TRACE MODE 6.09.2 для Windows на 16 точек ввода-вывода - Договор № 24-за/15 от 19 августа 2015г.
- 12.Microsoft Visual Basic – AzureDev ID: a6c2b0d7-162e-479f-8a58-384701f33665
- 13.Python - Бесплатный
- 14.OC Microsoft Windows Professional Russian (Microsoft Лицензия №61541869)
- 15.Microsoft Office Russian License (Microsoft Лицензия №61541869)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Тема. Обработка результатов нивелирования IV класса.

Цель работы.

Научиться обрабатывать результаты нивелирования IV класса по материалам полевых измерений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- основные понятия и терминологию, связанную с методикой выполнения геодезических работ при выполнении инженерных изысканий и сопровождения строительства, обустройства и охраны водных объектов;
- основные принципы ведения геодезических работ;
- планировать и организовывать работы по разбивки строительной площадки;
- выбирать методику, состав, порядок проведения геодезических работ;
- составлять отчет по результатам проведения геодезических работ.
- навыками работы с геодезическими приборами;
- пользования нормативно-технической документацией, применяемой в строительстве;
- методами и средствами инженерной геодезии.

Формируемые компетенции: ОПК-4; ОПК-5 или их части:

Код	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы

Для обеспечения строительных площадок, территорий застройки и пр. производятся полевые геодезические измерения по созданию планового и высотного съемочного обоснования с целью достижения необходимой плотности пунктов геодезических сетей. Основным методом построения высотного обоснования является проложение нивелирных ходов с последующим вычислением высот точек. Высотное съемочное обоснование создается методом геометрического нивелирования, для чего, определяются отметки высот точек существующего планового съемочного обоснования.

Приборы и принадлежности:

- 1.Журнал с полевыми измерениями нивелирования IV класса (приложение 2).
- 2.Чистый бланк Журнала нивелирования IV класса (приложение 3).
- 3.Задание для уравнивания нивелирного хода IV класса (приложение 4)
- 4.Калькулятор.

Практическая работа состоит из двух заданий. По заданию №1 студенту необходимо произвести обработку полевого журнала нивелирования IV класса,

выполнить постраничный контроль и контроль по секции по прилагаемому Журналу нивелирования.

По заданию №2 студенту необходимо выполнить уравнивание одиночного нивелирного хода IV класса с использованием результатов обработки полевого журнала по заданию №1

ЗАДАНИЕ №1. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА НИВЕЛИРОВАНИЯ IV КЛАССА.

Порядок выполнения работы.

Нивелирование IV класса выполняют в одном направлении способом «средней нити».

Нивелирование IV класса производят нивелирами с уровнем или компенсатором, удовлетворяющими требованиям, указанным в таблице 4 «Инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов» (ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 (далее – Инструкция).

При нивелировании IV класса применяют трехметровые рейки (цельные или складные). Для привязки к стенным маркам используют подвесную рейку с такими же делениями, как и на основных рейках. При невозможности применения подвесной рейки следует применять другие способы, указанные в [п. 15.15](#) указанной Инструкции.

Перед началом полевых работ нивелиры исследуют и поверяют согласно перечню проверок технических нивелиров.

В период полевых работ нивелиры поверяют, как и перед началом работ, в сроки, указанные в п. 21.4.2 указанной Инструкции.

При нивелировании IV класса отсчеты по черным и красным сторонам реек делают по среднему штриху, а для определения расстояний от нивелира до реек используют отсчеты по верхнему дальномерному и среднему штрихам по черным сторонам реек.

Порядок наблюдений на станции следующий:

- отсчеты по черной стороне задней рейки;
- отсчеты по черной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне задней рейки.

Нормальная длина луча визирования-100 м. Если работы выполняют нивелиром, у которого труба имеет увеличение не менее 30х, то при отсутствии колебаний изображений разрешается увеличивать длину луча до 150 м. Расстояние от нивелира до реек можно измерять дальномером. Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции допускают до 5 м, а их накопление по секции - до 10 м.

Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,2 м.

Во время наблюдений на станции нивелир с уровнем защищают от солнечных лучей зонтом.

Рейки устанавливают отвесно по уровню на костыли, башмаки, а на участках с рыхлым и заболоченным грунтом - на колья.

На заболоченных участках рекомендуется применять нивелиры с компенсатором.

При перерывах в работе наблюдения заканчивают и продолжают согласно [п. 15.13](#) Инструкции, но расхождения между значениями превышений до и после перерыва допускают до 5 мм.

Наблюдения на станции выполняют в такой последовательности.

- Устанавливают нивелир в рабочее положение с помощью установочного или цилиндрического уровня.

- Наводят трубу на черную сторону задней рейки, приводят пузырек уровня подъемным или элевационным винтом точно на середину и делают отсчеты по дальномерным и среднему штрихам сетки зрительной трубы.

- Наводят трубу на черную сторону передней рейки и выполняют действия, указанные при наблюдении задней рейки.

- Наводят трубу на красную сторону передней рейки и делают отсчет по среднему штриху сетки.

- Наводят трубу на красную сторону задней рейки и делают отсчет по среднему штриху сетки.

При работе нивелиром с компенсатором отсчеты по рейке начинают сразу же после приведения нивелира в рабочее положение и наведения трубы на рейку. Перед отсчетом необходимо убедиться, что компенсатор находится в рабочем состоянии.

Результаты наблюдений на станциях записывают в журнал установленной формы (приложение 1) или вводят в запоминающее устройство регистратора.

Расхождение, значений превышения на станции, определенных по черным и красным сторонам реек, допускают до 5 мм с учетом разности высот нулей пары реек. При большем расхождении наблюдения на станции повторяют, предварительно изменив положение нивелира по высоте не менее чем на 3 см.

По окончании нивелирования по линии между исходными реперами подсчитывают невязку, которая не должна превышать $20 \text{ мм} \sqrt{L}$. В таких же пределах допускают невязки в замкнутых полигонах, образованных линиями нивелирования IV класса. По мере завершения нивелирования заполняют ведомость превышений установленной формы.

Фрагмент записи измерений на станции при нивелировании IV класса приведен в приложении 1. Порядок вычисления Журнала геометрического нивелирования приведен ниже.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОБРАЗЕЦ ЗАПИСИ НИВЕЛИРОВАНИЯ IV КЛАССА С РЕЙКАМИ, ИМЕЮЩИМИ САНТИМЕТРОВЫЕ ДЕЛЕНИЯ НА ЧЕРНОЙ И КРАСНОЙ СТОРОНАХ

Дата: 10.07.99

Ход: от грунт. реп. 606 до стен. марки 23

Начало: 7 ч 10 мин, конец 7 ч 45 мин

Погода: ясно, слабый ветер

№ станций	№ реек	Дальномерные расстояния до задней и передней реек	Отсчеты по рейке		Превышение, мм	Среднее превышение, мм
			задняя	передняя		
1	Грунт. реп. 606 2-1	+3/+3	1185(1)	1058 (3)		
		375 (7)	1560 (2)	1430 (4)	+130(11)	+130(13)
		372 (8)	6247 (6)	6217 (5)	+30 (12)	
			4687 (9)	4784 (10)	+100 (14)	
2	1-2	-4/-1	805	1008		
		460	1265	1472	-207	-207
		464	6052	6159	-107	
			4787	4687	-100	
3	2-1	-2/-3	596	777		
		324	920	1103	-183	-183
		326	5607	5890	-283	
			4687	4787	+100	
4	1-2	+1/-2	719	1019		
		275	994	1293	-299	-300
		274	5781	5982	-201	
			4787	4689	-98	
5	2-1	0/-2	910	1043		
		352	1262	1395	-133	133
		352	5949	6182	-233	
			4687	4787	+100	
6		+3/+1	860	729		
		402	1262	1128	+134	+135

	1-2	399	6049	5813	+236	
			4787	4685	-102	
Контрольные вычисления		4375 (21)	42948 (15)	44064 (16)	-1116(17)	-558 (18)
			-44064 (16)		-558 (20)	
			-1116(19)			
7	2-1	-1/0	657	894		
		190	847	1085	-238	-238
		191	5534	5872	-338	
			4687	4787	+100	
8	1-2	0/0	1544	615		
		380	1924	995	+929	+930
		380	6711	5681	+1030	
			4787	4686	-101	
9	2-стен. марка23	0/0	524	-763		
		418	942	-345	-1287	+1285
	2-1	418	1070*	+213*	-1283	
			128			
Контрольные вычисления		1977	17028	13075	+3953	
			13075		+1976.5	+1977
			+3953			
Подсчет по секции от гр. реп. 606 до стен. марки 23						
Контрольные вычисления		6352 (21)	59976 (15)	57139(16)	+2837 (17)	+1419(18)
			57139(16)		+1418.5 (20)	
			+2837(19)			

ПОРЯДОК ОБРАБОТКИ ЖУРНАЛА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ.

После полевых измерений в журнале заполнены данные отсчётов по задней и передней рейкам под номерами (1), (2), (3), (4), (5), (6) (приложение 1).

В первой колонке Журнала дан номер установки нивелира и номера наблюдаемых нивелирных реек.

Во второй колонке вычисляется величина под номером (7) и (8). $(7)=(2)-(1)$ и $(8)=(4)-(3)$, т.е. вычисляются дальномерные полурасстояния до задней и передней нивелирной рейки. Вычисляются неравенство плеч на станции, которое равно $(7)-(8)$ и накопление неравенства плеч по ходу, которое записывается в виде дроби.

В третьей колонке вычисляется величина под номером (9). $(9)=(6)-(2)$, т.е. проверяется пятка рейки.

В четвертой колонке вычисляется величина под номером (10). $(10)=(5)-(4)$, т.е. проверяется пятка рейки.

В пятой колонке вычисляется величина h (превышение) под номером (11) и (12). $(11)=(2)-(4)$, $(12)=(6)-(5)$. Под номером (14) вычисляют разность пяткок нивелирных реек $(14)=(10)-(9)$. Эти величины могут отличаться друг от друга при разных пятках нивелирных реек не более чем на 100 ± 5 мм.

В шестой колонке вычисляется величина h_{cp} под номером (13). $(13)=$ среднему арифметическому $(11)+(12) \pm 100 / 2$.

Далее выполняются контрольные вычисления (*постраничный контроль*) измерений, т.е. находят $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4, \Sigma_5$:

а) во второй колонке вычисляется $\Sigma_1 (21) = (7)+(8)$, т.е. сверху вниз по всем станциям складываются все значения под номерами (7) и (8);

б) в третьей колонке вычисляется $\Sigma_2 (15) = (2)+(6)$, т.е. сверху в вниз складываются все значения по всем станциям под номерами (2) и (6);

в) в четвертой колонке вычисляется $\Sigma_3 (16) = (4)+(5)$, т.е. сверху вниз складываются все значения по всем станциям под номерами (4) и (5). Дополнительно в третьей колонке вычисляют величину под номером (19). $(19)=(15)-(16)$ с учетом знака + или -;

г) в пятой колонке вычисляется $\Sigma_4(17) = (11) + (12)$, т.е. сверху вниз складываются все значения по всем станциям под номерами (11) и (12), учитывая знак + или -;

д) в шестой колонке вычисляется $\Sigma_5(18) = (13)$, т.е. сверху вниз складываются все значения по всем станциям под номерами (13), учитывая знак + или -;

е) под номером (20) вычисляем превышения из постраничного контроля. $(20) = (19) : 2$.

ж) контролем является: $(20) = (18)$. В последнем случае допускается отклонение на ± 2 мм.

Подобным образом производят подсчет по секции используя при этом данные всех постраничных контролей.

Порядок выполнения Задания №1.

По приведенному в приложении 2 полевому Журналу нивелирования IV класса произвести обработку результатов инструментальных измерений согласно образцу, приведенному в приложении 1.

Записи, обработку и вычисления выполнить в Журнале нивелирования IV класса, приведенному в приложении 3.

Индивидуальное задание заключается в прибавлении ко всем отсчетам по нивелирным рейкам средней нитью нивелира по всем станциям нивелирования, записанным под номерами 2, 4, 5 и 6 (порядок нумерации отсчетов см. по приложению 1) последние две цифры шифра зачетной книжки студента.

Например: значения отсчетов под номерами 2, 4, 5 и 6 Журнала нивелирования, подлежащего обработке (приложение 2) соответственно равны: 1265, 1472, 6159 и 6052. Шифр зачетной книжки студента установлен П125022. Следовательно, прибавив к отсчетам по нивелирным рейкам, взятыми по средней нити нивелира цифру 22 – получим отсчеты для индивидуального задания, которые в данном примере будут соответствовать: 1287, 1494, 6181 и 6074.

Записываем вычисленные отсчеты в предоставленный бланк Журнала нивелирования (приложение 3) в соответствующие графы (см. номера по порядку действий, указанному в приложении 1).

Отсчеты по дальномерным нитям (номера 1 и 3 действия записи в журнале по приложению 1) оставить без изменений переписав их из приложения 2 в предоставленный бланк Журнала нивелирования в соответствующие графы.

Подобные действия выполнить по всем 10 станциям Журнала.

При записи отсчетов в журнале на станции производят соответствующие вычисления.

Порядок вычислений на станции и постраничный контроль обозначен цифрами в скобках (см. приложение 1).

Параллельно необходимо производить вычисление неравенства расстояний от нивелира до реек на станции и их накопление по секции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к практической работе №7-ПГ(доп)
Форма УТ-10

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ IV КЛАССА С РЕЙКАМИ, ИМЕЮЩИМИ САНТИМЕТРОВЫЕ ДЕЛЕНИЯ НА ЧЕРНОЙ И КРАСНОЙ СТОРОНАХ

Ход от Гр.пн 4038 до Гр.пн. 1230

Дата: 25.04.2013г

Погода: ясно, слабый ветер

Начало: 07 ч 10 мин. Конец: 07 ч 45 мин.

№ станции	№ реек	Дальномерные расстояния до задней и передней реек	Отсчеты по рейке		Превышение, (мм)	Среднее превышение, (мм)
			задняя	передняя		

1	Гр.рп.40 38		805	1008			
			1265	1472			
	1-2 п.1		6052	6159			
2	п.1		910	1043			
			1262	1395			
	2-1 п.2		5949	6182			
3	п.2		860	729			
			1262	1128			
	1-2 п.3		6049	5813			
4	п.3		596	777			
			920	1103			
	2-1 п.4		5607	5890			
5	п.4		719	1019			
			994	1293			
	1-2 п.5		5781	5982			
6	п.5		615	1544			
			995	1924			
	2-1 п.6		5681	6711			
7	п.4		894	657			
			1085	847			
	1-2 п.5		5872	5534			
8	п.5		1185	1058			
			1560	1430			
	2-1 п.6		6247	6217			
9	п.6		1043	910			
			1395	1262			
	1-2 п.7		6182	5949			
10	п.7 2-1 Гр.рп.12 30		729	860			
			1128	1262			
			5813	6049			
Контрольные вычисления							
Подсчет по секции от гр.рп.4038 до гр.рп.1230							
Контро льные вычисле ния							

--	--	--	--	--	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к практической работе №7-ПГ (доп)
Форма УТ-10

ФОРМА ЖУРНАЛА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ IV КЛАССА.
Данные взять из ПРИЛОЖЕНИЯ 2 с учетом индивидуального шифра своей зачетной книжки.

Ход от Гр.рп 4038 до Гр.рп. 1230

Дата: _____

Погода: _____

Начало: _____ ч _____ мин. Конец: _____ ч _____ мин.

№ станции	№ реек	Дальномерные расстояния до задней и передней реек	Отсчеты по рейке		Превышение, (мм)	Среднее превышение, (мм)
			задняя	передняя		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Образец решение задачи по заданию №2.

Данные для решения задачи взяты из таблицы 1 и указаны на рис.1. На рисунке 1 указаны:

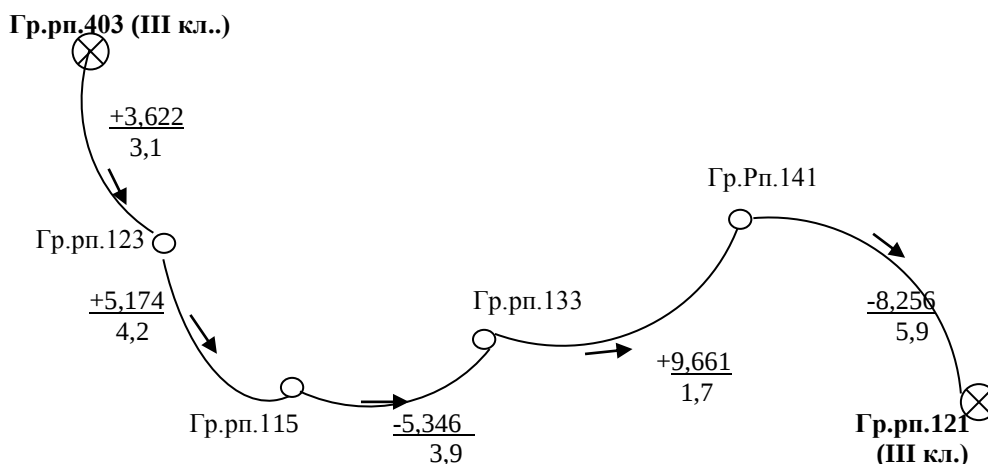


Рис. 1. Схема одиночного нивелирного хода

- Номера исходных грунтовых реперов III класса $H_{нач}$ и $H_{кон}$ даны на схеме у соответствующих условных знаков, а их отметки даны в таблице 1. Начальным репером является **Гр.рп.403**, а конечным – **Гр.рп.121**;
- Номера промежуточных реперов, обозначенные как Гр.рп.123, Гр.рп.115, гр.рп.133, Гр.рп.141;
- Длины секций Li в километрах (цифры в знаменателе дроби, например $L = 3,1$ км);
- В числителе даны превышения по ходу по каждой секции.

Решение задачи производится в ведомости уравнивания превышений и вычисления ошибок реперов одиночного нивелирного хода (табл.2).

Таблица 2.

Образец уравнивания одиночного нивелирного хода

№ секции	№ марки или репера	Длина секции, L (км)	Превышение по секции, h (м)	Поправки, v (мм)	Исправленные превышения, $h + v$ (м)	Отметки, H (м)	Вес отметки
1	2	3	4	5	6	7	8
	Гр.рп.					151,635	
1	403	3,1	+3,622	+4	+3,626		
	Рп.123					155,261	0,39
2		4,2	+5,174	+6	+5,180		
	Рп.115					160,441	0,22
3		3,9	-5,346	+5	-5,341		
	Рп.133					155,100	0,22
4		1,7	+9,661	+3	+9,664		
	Рп.141					164,764	0,25
5		5,9	-8,256	+8	-8,248		
	Гр.рп.					156,516	

	121						
		18,8	+4,855	+26	+4,881		

Разность высот исходных пунктов: $H_k - H_n = +4,881 \text{ м}$;

Полученная невязка хода: $fh = \sum h_{изм} - \sum h_{теор} = -0,026 \text{ м} = -26 \text{ мм}$;

Допустимая невязка: $fh_{пред} (f_{доп}) = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 87 \text{ мм}$;

Поправка на 1 км хода: $v = -fh / L \cdot Li$.

Пояснение к таблице 2 по порядку выполнения образца задачи.

1. Составить схему нивелирного хода. Показать на ней направление нивелирования, значения превышения секции, ее длину. Значение длин секций хода и превышений выписать из таблицы 1 (образец схемы хода на рис.1).

2. Составить таблицу 2 уравнивания. В графы 1-4 записать результаты полевых изысканий, согласно полевому журналу (данные указаны в таблице 1). В графу 7 записать значения отметок исходных точек, выделив их другим цветом.

3. Подсчитать длину хода (графа 3), практическую сумму превышений (графа 4).

4. Вычислить теоретическую сумму ($[h]_{теор}$) превышений по формуле:

$$[h]_{теор} = H_k - H_n,$$

где H_n – отметка начального репера;

H_k – отметка конечного репера;

5. Вычислить фактическую невязку превышений fh :

$$fh = \sum h_{изм} - \sum h_{теор},$$

где $\sum h_{изм}$ – практическая сумма превышений (графа 4);

$\sum h_{теор}$ – теоретическая сумма превышений,

и допустимое значение невязки:

$$f_{доп} = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{L}.$$

6. Вычислить поправку в превышения:

7. Полученная невязка fh распределяется с обратным знаком пропорционально длинам секций хода, т. е. в графе 5 вычисляются поправки v_i по формуле

$$v_i = -\frac{fh}{[L]} \cdot L_i$$

где $[L]$ – длина хода от начального репера до конечного, км;

L_i – длина секции, км.

(Поправки вычисляются в миллиметрах, следовательно, fh берётся в миллиметрах).

8. Контроль вычисления поправок проверяют по формуле

$$[v] = fh.$$

9. Вычислить значения уравненных (исправленных) превышений (графа 6):

$$h_{i\text{испр}} = h_i + v_i$$

10. Вычислить отметки всех точек (графа 7):

$$H_i = H_{i-1} + h_{i\text{испр}}.$$

Контроль: В результате последовательных вычислений должно быть получено точное значение отметки конечной точки хода. т.е.:

$$H_{кон} = H_{п-1} + h_{п\text{испр}}.$$

11. Веса уравненных отметок промежуточных реперов определяются по формуле

$$P_{H_i} = \frac{[L]_{нач}^{кон}}{[L]_i^i \cdot [L]_i^{кон}} \quad \text{или} \quad P_K = \frac{L}{L_K(L - L_K)},$$

где L и $[L]_{нач}^{кон}$ – длина всего хода, км;

L_K и $[L]_{нач}^i$ – длина хода от начальной марки до репера с номером i , км;

$[L]_i^{кон}$ – длина хода от репера с номером i до конечной марки, км.

12. Средняя квадратическая ошибка уравненных отметок вычисляется по формуле

$$M_{H_i} = \frac{m_{\text{км}}}{\sqrt{P_{H_i}}}$$

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ К ЗАДАНИЮ №2

Таблица 3

Исходные данные и измеренные величины для уравнивания нивелирования.

Номер секции	Названия марок или реперов	Высоты исходных реперов (м)	Измеренные превышения (м).	Длины секций (км)
1	2	3	4	5
	Гр.рп.4038	51,820		
1			(данные с прил.2)	(данные с прил.2)
	Гр.рп.1230	-		
2			-4,290 -k	3,5 -k
	Гр.рп.1155	-		
3			+1,235 +k	4,8 -k
	Гр.рп.1339	-		
4			+15,208 +k	3,0 +k
	Гр.рп.1214	62,771		

Вычисления следует производить в ведомости в соответствии с образцом, приведенном в таблице 2.

Измеренные величины по секции нивелирования от исходного Гр.рп.4038 до промежуточного Гр.рп.1230 выписать из задания 1 (приложения 2) индивидуального задания.

К остальным измеренным величинам, указанным в таблице 3, необходимо ввести числовые значения k и использовать их при выполнении задания 2.

Величина k, приведенная в задании равна сумме шифра студенческого билета студента, выраженному в миллиметрах для превышений и в сотнях метров для длин секций.

Пример для шифра 50-119 в таблице №3 k = 16 мм (для колонки 4) и k = 0,16 м (для колонки 5).

Порядок выполнения работы.

1. Составить схему нивелирования (см. образец рис.1) по результатам измеренных величин, указанным в таблице 3 с учетом исправления по сумме шифра студенческого билета и результатов обработки журнала нивелирования (приложение 2).

Схема нивелирного хода

2. Произвести уравнивание превышений и вычисление отметок реперов хода нивелирования IV класса, проложенного между Гр.рп. 4038 и Гр.рп.1214 в таблице 4 (по образцу таблицы 2).

Таблица 4.

Уравнивание одиночного нивелирного хода

№ секции	№ марки или репера	Длина секции, L (км)	Превышение по секции, h (м)	Поправки, v (мм)	Исправленные превышения, h + v (м)	Отметки, Н (м)	Вес отметки
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
4							

Разность высот исходных пунктов: $H_k - H_n =$
Полученная невязка хода: $fh = \sum h_{изм} - \sum h_{теор} =$
Допустимая невязка: $fh_{пред} (f_{дон}) = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{L} =$
Поправка на 1 км хода: $v = - fh / L \cdot Li =$

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

Вопросы для самоконтроля
Методы нивелирования.

Геометрическое нивелирование. Способы геометрического нивелирования.

Устройство нивелиров; оси нивелира. Поверки и юстировки нивелира.

Задания для практической работы

Производство вычислительных работ по результатам нивелирования. Точность определения превышения на станции геометрического нивелирования.

Тригонометрическое нивелирование; точность нивелирования и область применения.

Список литературы.

Перечень основной литературы

1. Кузнецов, О.Ф. Инженерная геодезия : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 267 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0174-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466785>
2. Геодезия в строительстве [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Нестеренок, М. С. Нестеренок, В. П. Подшивалов, А. С. Позняк. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 396 с. — 978-985-503-470-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67623.html>
3. Геодезия. Инженерное обеспечение строительства : учебно-методическое пособие / Т.П. Синютина, Л.Ю. Миколишина, Т.В. Котова, Н.С. Воловник. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 165 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0172-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466793>

Перечень дополнительной литературы

1. Геодезия : учебник для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов, Ю.Ю. Каширкин. - 2-е изд. - М. : Академический проект : Трикта, 2015. - 416 с. - (Gaudeamus: библиотека геодезиста и картографа). - Библиогр. в кн. - ISBN [978-5-8291-1730-6|978-5-904954-36-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144231>
2. Кузнецов О.Ф. Основы геодезии и топография местности [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 286 с. — 978-5-9729-0175-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68998.html>
3. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Авакян. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический проект, 2017. — 588 с. — 978-5-8291-1953-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60143.html>
4. Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Ф. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 266 с. — 978-5-9729-0174-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68989.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

3. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Инженерное обеспечение строительства (геодезия)».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) – www.diss.rsl.ru
2. «Национальный Электронно-Информационный консорциум» (НП «НЭИКОН») www.neicon.ru
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» www.window.edu.ru

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

1. www.biblioclub.ru - «Университетская библиотека онлайн»;
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks ООО «Ай Пи Эр Медиа».

Программное обеспечение:

1. Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869
2. Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869
3. Microsoft Office - лицензия № 61541869
4. 1С Предприятие 8 Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях - Регистрационный номер 9334707
5. Embarcadero rad studio - Г/к 445/01 от 30 июля 2010 г.
6. IBM Rational Rose modeler - Бесплатно по программе IBM Academic Initiative
7. Mathcad Education - University Edition (50 pack) - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
8. Photoshop extended CS 5 12.0 WIN AOO License RU - WIN 1330-1052-0528-3946-5457-6917
9. MAC 1330-0662-7185-2512-8915-6761
10. ProjectExpert 7 Tutorial Сетевая версия 15 рабочих мест - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
11. TRACE MODE 6.09.2 для Windows на 16 точек ввода-вывода - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
12. Microsoft Visual Basic – AzureDev ID: a6c2b0d7-162e-479f-8a58-384701f33665
13. Python - Бесплатный
14. ОС Microsoft Windows Professional Russian (Microsoft Лицензия №61541869)
15. Microsoft Office Russian License (Microsoft Лицензия №61541869)

Общие указания

Практические занятия реализуются в форме практикума, в основе которого лежит работа с приборами для диагностики технического состояния конструкций, изучение методов и средств регистрации НДС конструкций, изучение и отработка современных методов геодезического мониторинга, конечно-элементное моделирование для решения задач мониторинга.

При подготовке к практическому занятию преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать формулировки и содержание вопросов, освоить технику организации работы в подгруппах, завести лист учёта посещаемости и оценки качества работы в соответствующих баллах.

В начале практического занятия следует раскрыть значимость прорабатываемой темы в будущей профессиональной деятельности, установить связь с уже отработанными умениями. В конце каждого практического занятия необходимо сделать запись в листе учёта посещаемости занятий студентами, оценить степень их активности в процессе работы.