



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Высшая геодезия и фотограмметрия»

## **Практикум**

к выполнению лабораторных работ  
на тему

# **«Нивелирование III класса»**

по дисциплине «Геодезия»  
для обучающихся по направлению  
подготовки 21.03.02 «Землеустройство и  
кадастры»

Авторы  
Калачева Н.А.,  
Гугуева О.А.,  
Гермак О.В.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Даны задания к лабораторным занятиям, разработаны варианты и подробно пояснено выполнение всех этапов работ, приведены примеры.

## Авторы



ассистент кафедры «ВГИФ» Калачева Н.А.,



ассистент кафедры «ВГИФ» Гугуева О.А.,



ассистент кафедры «ВГИФ» Гермак О.В.



## Оглавление

<b>ЗАДАНИЕ 1 Полевые работы по нивелированию III класса</b>	<b>4</b>
<b>ЗАДАНИЕ 2 Уравнение одиночного нивелирного хода III класса</b>	<b>9</b>
<b>ЗАДАНИЕ 3 Уравнение сети с одной узловой точкой</b>	<b>13</b>
<b>ЗАДАНИЕ 4 Уравнение нивелирной сети методом последовательных приближений</b>	<b>18</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	<b>22</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Отсчеты для журнала нивелирования III класса</b>	<b>23</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b>	<b>26</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3</b>	<b>27</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4</b>	<b>29</b>

## **ЗАДАНИЕ 1**

### **ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ ПО НИВЕЛИРОВАНИЮ III КЛАССА**

Государственная нивелирная сеть (ГНС) является исходной высотной основой. Общегосударственная высотная опорная сеть создается методом геометрического нивелирования. В нашей стране высоты пунктов ГНС считаются от нуля Крондштадтского фудштока (Балтийская система). Положение этого нуля отнесено к среднему уровню Балтийского моря.

С 1954 г. нивелирная сеть подразделяется на I, II, III и IV классы.

Работы по нивелированию всех классов производятся в строгом соответствии с требованиями [1].

Нивелирные линии всех классов закрепляют на местности реперами и марками не реже чем через 5 км. В труднодоступных районах расстояние может быть увеличено до 6-7 км. Пункты нивелирования закладываются, в таких местах, чтобы изменение их положения было минимальным. Все нивелирные знаки сдаются по актам на хранение местным органам власти.

Нивелирная сеть III класса строится по принципу от общего к частному, с опорой на пункты нивелирования высших классов. Периметр полигона - от 150 до 200 км.

Выполняется нивелирование III класса нивелирами типа НЗ – точными нивелирами для определения превышений со средней квадратической ошибкой не более 3 мм на 1 км хода.

Нивелирование III класса выполняют в прямом и обратном направлениях, по башмакам или костылям. Расстояние от нивелира до реек (плечо) измеряют тросом, по дальномеру или другим способом. Длина визирного луча должна быть не более 75 м, но, при спокойных и четких изображениях реек, допускается до 100 м. Неравенство плеч на станции должно быть не более 2-х м, а накопление их по секции – не более 5 м. Высота визирного луча над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,3 м.

Нивелирование выполняется по секциям; на каждой секции нумерацию станций начинают с первого номера. При нивелировании следят за чередованием реек; при соблюдении условия знак у разности высот нулей реек на последующей станции будет обратным знаком на предыдущей. При перерывах нивелирование следует заканчивать на постоянном знаке или на последних двух станциях – на трех кольях, забитых в дно ям глубиной 0,3 м. После перерыва нивелирование повторяют на этих станциях.

## Нивелирование III класса

Порядок работы на станции

- Отчеты по средней и дальномерным нитям черной стороны задней рейки.
- Отчеты по средней и дальномерным нитям черной стороны передней рейки.
- Отчет по средней нити красной стороны передней рейки.
- Отчет по средней нити красной стороны задней рейки.

Таблица 1

**Журнал нивелирования III класса**

Ход: от гр. реп. 3 до гр. реп. 4  
 Дата: 15 июля 2003 г. Начало: 8<sup>10</sup>. Конец 9<sup>45</sup>.  
 Погода: ясно, слабый ветер.  
 Наблюдатель: И.И. Иванов

Изображение: спокойное, отчетливое.  
 Вычислитель: П.П. Петров.

№ штатива, № реек	Наблюдения по дальномерным нитям		Контрольные превышения	Наблюдения по средней нити		Среднее превышение, мм
	задней рейки	передней рейки		задней рейки	передней рейки	
1	0670 (2)	0148 (5)	+522 (11)	0763 (1)	0238 (4)	+525,5 (19)
1-2	0855 (3)	0328 (6)	+527 (12)	5563 (8)	4921 (7)	
Гр. реп.3	185 (9)	180 (10)	+5/+5 (13)	4800 (16)	4683 (17)	
2	0130	0650	-520	0219	0743	-524,5
2-1	0310	0836	-526	4903	5544	
	180	186	-6/-1	4684	4801	
3	0354	2212	-1858	0627	2481	-1854
1-2	0900	2750	-1850	5426	7164	
	546	538	+8/+7	4799	4683	
4	0054	2170	-2116	0332	2441	-2109,5
2-1	0609	2718	-2109	5016	7242	
Гр. реп.4	555	548	+7/+14	4684	4801	
Постраничный контроль	1466 (20)	1452 (21)	-7930 (22) -3965 (27)	22 849 (23) 30 774 (24) - 7 925 (28)	30 774 (24)	-3962,5 (26)

## Нивелирование III класса

Результаты наблюдений записывают в нивелирный журнал (табл. 1). В нем цифрами в скобках от 1 до 8 указана очередность наблюдений, а от 9 до 19 – очередность вычислений.

По отчетам по дальномерным нитям подсчитывают «плечи» (расстояния от нивелира до реек) (9) = (3) – (2) и (10) = (6) – (5). Затем по отсчетам по задней и передней рейкам подсчитывают контрольные превышения, полученные по дальномерным нитям: (11) = (2) – (5) и (12) = (3) – (6). Разности (13) = (9) – (10) с одной стороны и (13) = (12) – (11) с другой стороны должны дать одинаковые результаты. Полученное число – неравенство плеч на станции записывают в числитель. Если ход только начался, это же число повторяют еще раз в знаменателе. При продолжающемся ходе к нему прибавляют величину накопления неравенства плеч, полученную на всех предыдущих станциях – накопление разности плеч по секции.

На правой стороне журнала вычисляют превышения (14) = (1) – (4) по черной и (15) = (8) – (7) по красной сторонам реек. Разность (14) – (15) должна дать расхождение  $d_n$  нулей («разность пяток») на задней и передней рейках. Уклонение полученной величины от найденной при исследовании допускается до 3 мм. Вычисляемые далее величины (16) = (8) – (1) и (17) = (7) – (4) в отсчетах по красной и черной сторонам являются разностями нулей красной и черной сторон каждой рейки. Контролем вычислений при этом будет равенство (18) = (14) – (15) = (17) – (16).

Затем вычисляют (19) – среднее из превышений  $h_n$  по черной (14) и  $h_k$  красной (15) сторонам реек с учетом разности нулей красных сторон пары реек

$$h_{cp} = \frac{h_n + (h_k \pm d_n)}{2}. \quad (1)$$

При нивелировании III класса должны соблюдаться следующие контрольные допуски:

Разность между значениями превышений, полученными по черным (14) и красным сторонам реек с учетом разности нулей сторон пары реек (15) +  $d_n$ , не должна быть более 3 мм.

Среднее из отсчетов по дальномерным нитям не должно отличаться от отсчетов по средней нити той же рейки больше чем на 3 мм, т.е.

### Нивелирование III класса

$$\frac{(2) + (3)}{2} - (1) \leq \pm 3 \text{ мм} \text{ и } \frac{(5) + (6)}{2} - (4) \leq \pm 3 \text{ мм} .$$

#### ЗАДАНИЕ

Выполнить все вычисления, включая контрольные, в журнале нивелирования III класса. Исходные данные своего варианта выбираются из прил.1.

Для вариантов № 1-30 разность пятков, полученная при исследовании, равна,  $d_n = 116$  мм, а для вариантов № 31-60 –  $d_n = 100$  мм.

## ЗАДАНИЕ 2

### УРАВНИВАНИЕ ОДИНОЧНОГО НИВЕЛИРНОГО ХОДА III КЛАССА

Чтобы подготовить полевые измерения для уравнивательных вычислений, на нивелирные ходы составляют ведомости превышений и высот пунктов нивелирования. В этой ведомости указываются название хода, его исходные марки или реперы, номера секций, тип и номер нивелирного знака, тип центра, длины секций, расстояние от начального репера или марки, число штативов (станций) в прямом и обратном направлениях, измеренное превышение с введенными поправками за длину среднего метра реек, разности превышений по секциям прямого и обратного ходов, допустимые разности превышений, средние превышения.

В эту же ведомость заносятся выписанные из каталога высоты начального и конечного реперов, а также подсчитывается невязка хода. Невязка по ходу определяются по формуле (2), а ее допустимое значение по формуле (3).

$$f_h = \sum h - (H_k - H_n) \quad (2)$$

$$f_{h_{доп}} = 10 \text{ мм} \sqrt{L, \text{ км}}, \quad (3)$$

где  $h$  – среднее превышение по секции;  
 $L$  – длина хода;  
 $H_n$  – отметка начального репера (марки);  
 $H_k$  – отметка конечного репера (марки).

#### ЗАДАНИЕ

Уравнять одиночный нивелирный ход III класса, проложенный между двумя реперами нивелирования II класса. Произвести оценку точности полевого материала по разностям двойных измерений и подсчитать средние квадратические ошибки вычисленных отметок всех промежуточных реперов.

Превышение, длина секции между Rp 3 и Rp 4 выбираются из задания 1 ( $h_{обр} = -h_{пр}$ ). Длины остальных секций (в километрах) и превышение (в метрах) на каждой секции по прямому (над чертой) и обратному (под чертой) ходам, приведены на рис 1. Отметка Rp 3  $H_{Rp_3} = 100,00$  м является общей, отметку Rp 8 выбирают по варианту из прил. 2.

## Нивелирование III класса

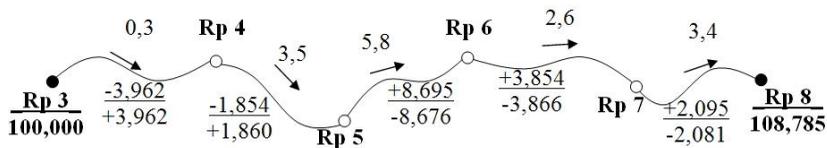


Рис. 1

**Уравнивание выполняется в следующей последовательности.**

Заполняют в табл. 2 графы 1-4, затем вычисляют в графе 6 разности превышений по прямому и обратному ходам по формуле  $d = h_{np} + h_{обр}$ .

Полученные разности сравнивают с их предельными значениями по секциям, найденными по формуле (3).

В графе 5 вычисляют средние значения превышений из прямого и обратного ходов (знак берется по прямому ходу). Подсчитывают их сумму и вычисляют невязку по формуле (2), а по формуле (3) находят ее предельное значение.

После этого в графе 10 по формуле

$$v_i = -\frac{f_h}{[L]} L_i \quad (4)$$

вычисляют поправки в измеренные превышения по каждой секции ( $L$  – длина хода,  $L_i$  – длина секции, для которой вычисляется поправка). Вычисленные поправки контролируются равенством  $[v] = -f_h$ . В графе 11 вычисляют исправленные превышения с контролем по формуле  $[h + v] = H_{\kappa} - H_n$ , а в графе 12 вычисляют отметки реперов.

Для оценки точности полевых измерений в графах 8 и 9 вычисляют величины  $d^2$  и  $\frac{d^2}{L}$ , причем величины  $d$  берутся в мм, а  $L$  – в км. После этого вычисляют среднюю квадратическую ошибку превышения на 1 км хода по формуле.

## Нивелирование III класса

$$m_{\text{км}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d^2/L]}{n}}, \quad (5)$$

где  $n$  – число разностей.

Для контроля применяется формула

$$m_{\text{км}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d^2]}{[L]}}. \quad (6)$$

Полученная средняя квадратическая ошибка среднего превышения на 1 км двойного хода, характеризует точность нивелирования по всему ходу.

Для оценки точности вычисленных отметок промежуточных реперов в графе 13 вычисляются их веса по формуле

$$P_{H_i} = \frac{1}{[L]_1^i} + \frac{1}{[L]_{i+1}^n}, \quad (7)$$

где  $[L]_1^i$  – длина хода до репера с номером  $i$  от начального репера, а  $[L]_{i+1}^n$  – от конечного репера. Затем в графе 14 по формуле

$$M_{H_i} = \frac{m_{\text{км}}}{\sqrt{P_{H_i}}} \quad (8)$$

вычисляют средние квадратические ошибки отметок реперов.

Таблица 2

**Ведомость уравнивания превышений и вычисления отметок реперов одиночного нивелирного хода**

№ Рр	Li км	Превышения, м			средн.	Расхождения, мм		d <sup>2</sup>	d <sup>2</sup> L	Поправки v, мм	Испр. пр- ния h+v, м	Отметки H, м	Вес репера P <sub>н</sub>	СКО M <sub>нн</sub> мм
		пр.	обр.			получ.	пред.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Rp3											100,000			
	0,3	-3,962	+3,962	-3,962	0									
Rp4														
	3,5	-1,854	+1,860											
Rp5														
	5,8	+8,695	-8,676											
Rp6														
	2,6	+3,854	-3,866											
Rp7														
	3,4	+2,095	-2,081											
Rp8														
Итого														

 Разность высот исходных данных  $H_k - H_n$ 

 Полученная невязка  $f_h$ 

 Допустимая невязка  $f_{h, доп} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{L}$ 

 Поправка на 1 км хода  $-f_h/L$

## ЗАДАНИЕ 3

### УРАВНИВАНИЕ СЕТИ С ОДНОЙ УЗЛОВОЙ ТОЧКОЙ

При производстве геодезических измерений, кроме *необходимых*, достаточных для однозначного получения искоемых величин, выполняются измерения *избыточные*. При их наличии возникает неоднозначность получения определяемых величин, что приводит к невязкам. Для устранения таких несогласий возникает задача *уравнивания* геодезических измерений, при решении которой находятся поправки к измеренным величинам. По материалам уравнивания также осуществляется оценка точности.

#### ЗАДАНИЕ

Уравнять нивелирную сеть и оценить точность отметки узловой точки.

Отметки исходных марок приведены на рис. 2 и являются общими. Измеренные величины (средние превышения и длины ходов) выбираются по варианту из прил. 3.

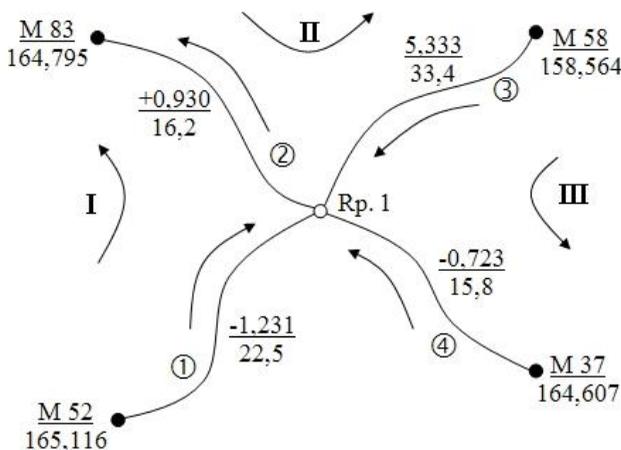


Рис. 2

**Уравнивание выполняется в следующей последовательности:**

1. Оценка качества полевых работ (нивелирования) производится путем сравнения вычисленных невязок  $f_h$  с их допустимыми значениями (табл. 3). Невязки по ходам определяются по формуле (2), а их допустимые значения – по формуле (3).



## Нивелирование III класса

Таблица 3

## Оценка качества нивелирования

№ полигона	Порядок обхода полигона	№ ходов, входящих в полигон	$\sum h_i$ по полигону, м	$H_K - H_{H_i}$ , м	Невязка $f_{H_i}$ , мм	Длина полигона $L_i$ , км	Предельная $f_{H_i}$ , мм	Сумма поправок по полигонам $v_i$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	От М52 до М83	1,2	-0,301	-0,321	+20	38,7	62	-20
II	От М83 до М58	2,3	-6,263	-6,231	-32	49,6	70	+32
III	От М58 до М37	3,4	6,056	6,043	+13	49,2	70	-13

## Нивелирование III класса

## 2. Уравнивание превышений и вычисление отметок реперов.

Уравнивание нивелирной сети III класса представлено в табл. 4.

Отметка узлового репера получается как среднее весовое значение из отметок, вычисленных по ходам от исходных марок. При этом используются четыре отметки репера 1, полученные по разным ходам ( $H_{1_1}, H_{1_2}, H_{1_3}, H_{1_4}$ ).

Тогда уравненное значение отметки репера 1 получим по формуле:

$$H_{1_{cp}} = \frac{H_{1_1}p_1 + H_{1_2}p_2 + H_{1_3}p_3 + H_{1_4}p_4}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4} = \frac{[pH]}{[p]} \quad (9)$$

Значения весов четырех ходов вычисляются по формуле

$$p_i = \frac{c}{l_i}, \quad (10)$$

где  $l_i$  – длина хода, км;

$c = \frac{L_{\min} + L_{\max}}{2}$  – произвольное число, выбираемое с рас-

четом, чтобы значения весов выражались числами, близкими к 1.

Поправки в измеренные превышения вычисляются по формуле

$$v_i = H_{1_{cp}} - H_i. \quad (11)$$

Вычисления поправок контролируют, используя соотношение  $[pv] = 0$ .

Также контроль можно произвести суммированием поправок по ранее намеченным полигонам. По каждому полигону должно выполняться равенство:

$$\sum v = -f_h. \quad (12)$$

## Нивелирование III класса

3. *Оценка точности полевых измерений (превышений).*

Данная оценка состоит в вычислении средних квадратических ошибок превышения, вес которого принят за единицу  $\mu$

$$\mu = \sqrt{\frac{pV^2}{n-k}}, \quad (13)$$

где  $n$  – число измеренных величин (т.е. превышений по ходам),  
 $k$  – число определяемых величин (т.е. количество определяемых реперов),  
 и превышения по ходу в 1 км

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}. \quad (14)$$

4. *Оценка точности уравненных значений (отметок реперов).*

Узловой репер оценивается по формуле

$$M_{H_i} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{H_i}}}, \quad (15)$$

где  $P_{H_i} = p_1 + p_2 + p_3 + p_4$  - вес репера.

Ведомость уравнивания нивелирной сети III класса с одной узловой точкой

Узловой репер	Номера исходных марок	Отметки марок, м	Номера ходов	Длины ходов $l_i$ , км	Превышения $h_i$ , м	Отметки узлового репера, м	Веса ходов $p_i = c/l_i$	Поправки в превышения $v_i$ , мм	$p_i v_i$	$p_i v_i^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	52	165,116	1	22,5	-1,231	163,885	1,093	-4,7	-5,137	24,144
	83	164,795	2	16,2	-0,930	163,865	1,518	15,3	23,225	355,349
	58	158,564	3	33,4	5,333	163,897	0,736	-16,7	-12,291	205,263
	37	164,607	4	15,8	-0,723	163,884	1,557	-3,7	-5,761	21,395

$$c = \frac{l_{\min} + l_{\max}}{2}$$

$$H_{1_{cp}} = 163,8803 \quad [p] = 490$$

$$[pv] = 0,03 \quad [pv^2] = 600,6$$

$$v_i = \frac{[pv]}{[p]} \cdot p_i$$

$$v_1 = \frac{0,03}{490} \cdot 1,093 = -6,3 \text{ мм}$$

$$v_2 = \frac{0,03}{490} \cdot 1,518 = 9,1 \text{ мм}$$

$$\text{ОТВЕТ } H_{1_{cp}} = 163,8803$$

## ЗАДАНИЕ 4

### УРАВНИВАНИЕ НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

#### ЗАДАНИЕ

Уравнять методом последовательных приближений нивелирную сеть с тремя узловыми точками, и оценить точность полевых измерений и уравненных значений отметок узловых реперов.

Отметки исходных марок приведены на рис.3 и являются общими. Измеренные величины (средние превышения и длины ходов) выбираются по варианту из прил. 4.

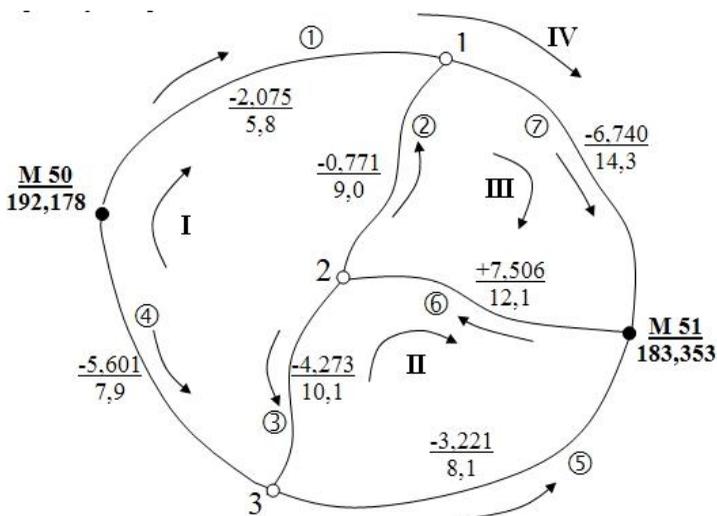


Рис. 3

**Уравнивание выполняется в следующей последовательности:**

1. Оценка качества полевых работ (нивелирования) производится путем сравнения вычисленных невязок  $f_h$  с их допустимыми значениями (табл. 5). Невязки по ходам определяются по формуле (2), а их допустимые значения – по (3). Сеть разбивается на четыре полигона: три замкнутых и один разомкнутый между марками М50 и М51.

2. Уравнивание превышений и вычисление отметок реперов.

## Нивелирование III класса

Пример уравнивания приведен в табл. 6. Графы 1 – 6 заполняются по исходным данным. При заполнении графы 5 следует обратить внимание на соответствие знаков превышений и направлений ходов на рис. 3. По формуле (10) находятся веса ходов (графа 7).

Далее вычисляются наиболее надежные значения узловых реперов по формуле (9).

Таблица 5

**Оценка качества нивелирования**

№ полигона	Порядок обхода полигона	№ ходов, входящих в полигон	Невязка $f_h$ , мм	Длина полигона $L$ , км	Предельная невязка $f_h$ , мм	Сумма поправок по полигонам $v_i$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
I	От Rp1 до Rp1	1,2,3,4	+24	32,8	57	-24
II	От Rp3 до Rp3	3,5,6	-12	30,3	55	+12
III	От Rp2 до Rp2	2,6,7	-5	35,4	59	+5
IV	От M50 до M51	1,7	+10	20,1	45	-10

Начинаем с Rp1. В первом приближении его отметку находим как среднее весовое из отметок, полученных по ходам 1 и 7 от M50 и M51. При этом учитываются направления ходов.

Отметку Rp2 находим как среднее весовое из отметок, полученных по ходам 2 и 6 от Rp1 и M51.

Отметку Rp3 находим как среднее весовое из отметок, полученных по ходам 4,3,5 от M50, Rp2 и M51. На этом первое приближение заканчивается.

Во втором и последующих приближениях учитываются отметки определяемых реперов, полученные по всем смежным ходам из предыдущих приближений.

Процесс приближений останавливается, когда два последних значения будут отличаться между собой на заданную величину (в данном случае на **1 мм**).

*3. Оценка точности полевых измерений (превышений).*

Она производится по формулам (13) и (14), как и в задании

3.

*4. Оценка точности уравненных значений (отметок реперов).*

Данная оценка производится по формуле (15).

Веса отметок реперов определяются приближенным методом по формулам Козлова:

## Нивелирование III класса

$$P_{H_1} = [p]_1 - \frac{p_2^2}{[p]_2},$$
$$P_{H_2} = [p]_2 - \frac{p_2^2}{[p]_1} - \frac{p_3^2}{[p]_3}, \quad (16)$$

$$P_{H_3} = [p]_3 - \frac{p_3^2}{[p]_2},$$

где  $[p]_1 = p_1 + p_2 + p_7$ ;  $[p]_2 = p_3 + p_2 + p_6$ ;

$$[p]_3 = p_4 + p_3 + p_5$$

**Уравнивание нивелирной сети способом последовательных приближений**

№ опр. реперов	№ ходов	№ исх. марок	Высоты исходных марок $M_i$ , м	Изм. превышения $h_i$ , м	Длины ходов $l_i$ , км	Веса ходов $p_i = \frac{c}{l_i}$	ПРИБЛИЖЕНИЯ					Поправки $v_i$ , мм	$p_i v_i$	$p_i v_i^2$
							I	II	III	IV	V			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	50	192,178	-2,075	5,8	1,724	190,1001	190,0985	190,0970	190,0966		-6,4	-11,03	70,62
	2	2		-0,771	9,0	1,111						+7,8	8,66	67,59
	7	51	183,353	6,740	14,3	0,699						+3,6	2,52	9,06
$[p] = 3,534$													0,15	
2	3	3		4,273	10,1	0,990	190,8659	190,8611	190,8601	190,8598		+8,0	7,92	63,36
	2	1		0,771	9,0	1,111						-7,8	-8,66	-
	6	51	183,353	7,506	12,1	0,826						+0,8	0,66	0,53
$[p] = 2,927$													-0,08	
3	4	50	192,178	-5,601	7,9	1,266	186,5804	186,5791	186,5788			+1,8	2,00	5,06
	3	2		-4,273	10,1	0,990						-8,0	-7,92	-
	5	51	183,353	3,221	8,1	1,234						+4,8	5,92	28,43
$[p] = 3,490$													0,00	244,65

$$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-k}} = 7,8 \text{ мм}$$

$$P_{H_1} = 3,112$$

$$M_{H_i} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{H_i}}}$$

$$M_{H_1} = 4,4 \text{ мм}$$

$$[pvv] = 244,65$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{7,8}{\sqrt{10}} = 2,5 \text{ мм}$$

$$P_{H_2} = 2,297$$

$$M_{H_2} = 5,1 \text{ мм}$$

$$v_i = H_{cp} - H_i$$

$$P_{H_3} = 3,155$$

$$M_{H_3} = 4,4 \text{ мм}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М.: Недра, 1985.
2. Селиханович В.Г. Геодезия. Ч.2. – М.: Недра, 1981.
3. Селиханович В.Г. Задачник по геодезии. – М.: Геодезиздат, 1962.
4. Селиханович В.Г., Козлов В.П., Логвинова Г.П. Практикум по геодезии. – М.: Недра, 1978.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ОТСЧЕТЫ ДЛЯ ЖУРНАЛА НИВЕЛИРОВАНИЯ III КЛАССА

№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити		№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити	
	задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки		задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки
Вариант 1					Вариант 2				
1	1712	0535	1952	0771	1	1718	0832	1940	1050
1-2	2190	1005	6635	5570	1-2	2163	1271	6741	5734
2	2206	0265	2368	0435	2	1870	0583	2090	0800
2-1	2534	0610	7168	5118	2-1	2310	1021	6774	5600
3	0253	2180	0416	2348	3	2115	0560	2204	0645
1-2	0579	2511	5099	7148	1-2	2294	0731	7005	5329
4	0435	1930	0680	2186	4	1233	1900	1419	2090
2-1	0930	2440	5480	6870	2-1	1603	2282	6104	6892
Вариант 3					Вариант 4				
1	1233	1900	1419	2090	1	1408	0216	1675	0480
1-2	1603	2282	6104	6892	1-2	1940	0745	6360	5280
2	0435	1930	0680	2186	2	1290	0608	1484	0801
2-1	0930	2440	5480	6870	2-1	1679	0999	6288	5490
3	1870	0583	2090	0800	3	0418	1158	0625	1365
1-2	2310	1021	6774	5600	1-2	0835	1570	5308	6165
4	2115	0560	2204	0645	4	0230	1359	0483	1617
2-1	2294	0731	7005	5329	2-1	0735	1871	5286	6304
Вариант 5					Вариант 6				
1	1764	0615	1862	0705	1	2430	0515	2553	0634
1-2	1964	0795	6546	5504	1-2	2672	0750	7234	5432
2	2200	0490	2393	0685	2	0315	2614	0480	2776
2-1	2584	0880	7195	5370	2-1	0644	2938	5280	7460
3	0637	1795	0730	1889	3	0618	2502	0763	2649
1-2	0823	1983	5414	6690	1-2	0907	2796	5448	7450
4	0531	2240	0727	2435	4	2613	0315	2771	0476
2-1	0921	2628	5525	7116	2-1	2930	0635	7573	5162
Вариант 7					Вариант 8				
1	0982	2184	1144	2352	1	2267	1054	2436	1221
1-2	1306	2519	5828	7152	1-2	2607	1389	7120	6022
2	0673	1978	0842	2148	2	0354	2212	0627	2481
2-1	1007	2318	5641	6831	2-1	0900	2750	5426	7164
3	2267	1054	2436	1221	3	0054	2170	0332	2441
1-2	2607	1389	7120	6022	1-2	0609	2718	5016	7242
4	1846	0548	2015	0717	4	1118	1646	1233	1754
2-1	2184	0882	6815	5400	2-1	1345	1861	6033	6438
Вариант 9					Вариант 10				
1	1738	0141	1995	0400	1	1408	0216	1675	0480
1-2	2250	0659	6679	5200	1-2	1940	0745	6360	5280
2	1951	0495	2150	0693	2	2270	0220	2362	0308
2-1	2344	0892	6950	5376	2-1	2452	0395	7162	4991
3	2151	0720	2392	0958	3	1903	0505	1964	0565
1-2	2633	1197	7075	5758	1-2	2021	0626	6647	5365
4	0354	2212	0627	2481	4	2270	0184	2372	0290
2-1	0900	2750	5426	7164	2-1	2473	0396	7172	4973

№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити		№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити	
	задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки		задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки
Вариант 11					Вариант 12				
1	0204	2257	0310	2353	1	2448	0150	2610	0315
1-2	0415	2449	4993	7153	1-2	2771	0480	7293	5115
2	0524	1980	0588	2044	2	1915	0768	2018	0875
2-1	0653	2109	5389	6729	2-1	2126	0977	6818	5558
3	0221	2250	0307	2340	3	0760	1878	0862	1981
1-2	0392	2431	4991	7140	1-2	0964	2084	5546	6782
4	2280	0165	2386	0264	4	0192	2525	0357	2690
2-1	2490	0361	7186	4947	2-1	0519	2855	5158	7375
Вариант 13					Вариант 14				
1	0078	2187	0178	2290	1	2186	0510	2500	0820
1-2	0278	2388	4861	7090	1-2	2814	1132	7186	5622
2	0670	0148	0763	0238	2	2409	0216	2630	0437
2-1	0855	0328	5563	4921	2-1	2851	0658	7430	5120
3	0130	0650	0219	0743	3	2468	0056	2716	0298
1-2	0310	0836	4903	5544	1-2	2964	0540	7400	5099
4	1118	1646	1233	1754	4	0762	0330	0925	0495
2-1	1345	1861	6033	6438	2-1	1087	0659	5725	5178
Вариант 15					Вариант 16				
1	2325	0316	2485	0478	1	0050	2370	0292	2605
1-2	2650	0638	7168	5277	1-2	0534	2840	5092	7289
2	1925	0680	2117	0876	2	0060	2450	0308	2696
2-1	2308	1052	6918	5560	2-1	0556	2939	4992	7496
3	0666	1857	0850	2050	3	0365	2009	0660	2302
1-2	1033	2242	5533	6850	1-2	0953	2595	5460	6987
4	0050	2370	0292	2605	4	0618	2502	0763	2649
2-1	534	2840	5092	7289	2-1	0907	2796	5448	7450
Вариант 17					Вариант 18				
1	1951	0495	2150	0693	1	0670	0148	0763	0238
1-2	2344	0892	6950	5376	1-2	0855	0328	5563	4921
2	2151	0720	2392	0958	2	0130	0650	0219	0743
2-1	2633	1197	7075	5758	2-1	0310	0836	4903	5544
3	0435	1930	0680	2186	3	0354	2212	0627	2481
1-2	0930	2440	5480	6870	1-2	0900	2750	5426	7164
4	1870	0583	2090	0800	4	0054	2170	0332	2441
2-1	2310	1021	6774	5600	2-1	0609	2718	5016	7242
Вариант 19					Вариант 20				
1	1925	0680	2117	0876	1	0524	1980	0588	2044
1-2	2308	1066	6918	5560	1-2	0653	2109	5389	6729
2	0666	1857	0850	2050	2	0221	2250	0307	2340
2-1	1033	2242	5533	6850	2-1	0392	2431	4991	7140
3	1118	1646	1233	1754	3	2115	0560	2204	0645
1-2	1345	1861	6033	6438	1-2	2294	0731	7005	5329
4	0637	1795	0730	1889	4	1233	1900	1419	2090
2-1	0823	1983	5414	6690	2-1	1603	2282	6104	6892

№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити		№ ст. № реек	Отсчеты по дальномерным нитям		Отсчеты по средней нити	
	задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки		задней рейки	передней рейки	задней рейки	передней рейки
Вариант 21					Вариант 22				
1	0315	2614	0480	2776	1	0524	1980	0588	2044
1-2	0644	2938	5280	7460	1-2	0653	2109	5389	6729
2	0204	2257	0310	2353	2	0221	2250	0307	2340
2-1	0415	2449	4993	7153	2-1	0392	2431	4991	7140
3	1911	0768	2018	0875	3	2409	0216	2630	0437
1-2	2130	0977	6818	5558	1-2	2851	0658	7430	5120
4	0760	1878	0862	1981	4	1870	0583	2090	0800
2-1	964	2084	5546	6782	2-1	2310	1021	6774	5600
Вариант 23					Вариант 24				
1	0762	0330	0925	0495	1	2270	0184	2372	0290
1-2	1087	0659	5725	5178	1-2	2473	0396	7172	4973
2	0618	2502	0763	2649	2	0418	1158	0625	1365
2-1	0907	2796	5448	7450	2-1	0835	1570	5308	6165
3	2613	0315	2771	0476	3	0230	1359	0483	1617
1-2	2930	0635	7573	5162	1-2	0735	1871	5286	6304
4	0204	2257	0310	2353	4	0165	2280	0264	2386
2-1	0415	2449	4993	7153	2-1	0361	2490	4947	7186
Вариант 25					Вариант 26				
1	1718	0832	1940	1050	1	0531	2240	0727	2435
1-2	2163	1271	6741	5734	1-2	0921	2628	5525	7116
2	1712	0535	1952	0771	2	0060	2450	0308	2696
2-1	2190	1005	6635	5570	2-1	0556	2939	4992	7496
3	2200	0490	2393	0685	3	0435	1930	0680	2186
1-2	2584	0880	7195	5370	1-2	0930	2440	5480	6870
4	0637	1795	0730	1889	4	0204	2257	0310	2353
2-1	0823	1983	5414	6690	2-1	0415	2449	4993	7153
Вариант 27					Вариант 28				
1	0192	2525	0357	2690	1	0315	2614	0480	2776
1-2	0519	2855	5158	7375	1-2	0644	2938	5280	7460
2	0666	1857	0850	2050	2	0618	2502	0763	2649
2-1	1033	2242	5533	6850	2-1	0907	2796	5448	7450
3	0050	2370	0292	2605	3	2206	0260	2368	0433
1-2	0534	2840	5092	7289	1-2	2534	0600	7168	5118
4	1870	0583	2090	0800	4	0253	2180	0416	2348
2-1	2310	1021	6774	5600	2-1	0579	2511	5099	7148
Вариант 29					Вариант 30				
1	0435	1930	0680	2186	1	2270	0184	2372	0290
1-2	0930	2440	5480	6870	1-2	2473	0396	7172	4973
2	1870	0583	2090	0800	2	2151	0720	2392	0958
2-1	2310	1021	6774	5600	2-1	2633	1197	7075	5758
3	0435	1930	0680	2186	3	0354	2212	0627	2481
1-2	0930	2440	5480	6870	1-2	0900	2750	5426	7164
4	2325	0316	2486	0478	4	0054	2170	0332	2441
2-1	2652	0638	7168	5277	2-1	0609	2718	5016	7242

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

№ варианта	Отметка Rp 8, м	№ варианта	Отметка Rp 8, м	№ варианта	Отметка Rp 8, м
1	112,437	21	108,451	41	106,218
2	115,823	22	112,759	42	107,642
3	113,413	23	111,554	43	106,036
4	112,755	24	115,079	44	106,502
5	117,856	25	115,379	45	107,133
6	112,789	26	105,123	46	107,487
7	112,763	27	108,214	47	112,289
8	109,499	28	108,589	48	118,581
9	115,392	29	113,046	49	115,732
10	119,494	30	112,291	50	119,868
11	109,355	31	113,836	51	117,810
12	112,753	32	105,686	52	114,361
13	110,121	33	110,102	53	106,417
14	119,474	34	118,728	54	112,378
15	112,492	35	119,338	55	115,866
16	104,514	36	117,960	56	106,023
17	115,418	37	116,620	57	107,071
18	108,785	38	118,820	58	114,471
19	111,106	39	115,390	59	113,249
20	110,139	40	108,806	60	118,431

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

В числителе дроби – среднее превышение (м), в знаменателе – длина хода (км)

№вар.	Номер хода				№вар.	Номер хода			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	<u>3,025</u> 25,7	<u>-3,384</u> 21,3	<u>9,641</u> 25,6	<u>3,647</u> 24,3	11	<u>-2,026</u> 32,6	<u>1,729</u> 14,8	<u>4,531</u> 32,1	<u>-1,491</u> 21,4
2	<u>-3,484</u> 32,5	<u>3,132</u> 15,9	<u>3,111</u> 21,6	<u>-2,975</u> 9,8	12	<u>1,481</u> 27,9	<u>-1,768</u> 13,9	<u>7,987</u> 20,1	<u>1,967</u> 7,2
3	<u>-1,02</u> 36,9	<u>0,664</u> 12,3	<u>5,592</u> 39,7	<u>-0,483</u> 10,5	13	<u>2,875</u> 28,3	<u>-3,173</u> 14,2	<u>9,379</u> 29,4	<u>3,362</u> 12,3
4	<u>0,386</u> 23,6	<u>-0,733</u> 14,9	<u>6,987</u> 36,2	<u>0,908</u> 6,3	14	<u>-4,386</u> 21	<u>4,047</u> 14,6	<u>2,162</u> 26,4	<u>-3,853</u> 2,8
5	<u>2,041</u> 14,5	<u>-2,39</u> 32,9	<u>8,635</u> 12,5	<u>2,558</u> 4,5	15	<u>-2,764</u> 25,3	<u>2,464</u> 16,3	<u>3,755</u> 21,4	<u>-2,273</u> 7,4
6	<u>-3,001</u> 16,3	<u>2,666</u> 36,8	<u>3,588</u> 10,4	<u>-2,488</u> 7,2	16	<u>2,167</u> 32,5	<u>-2,472</u> 17,8	<u>8,661</u> 28,6	<u>2,632</u> 2,4
7	<u>-0,25</u> 38,6	<u>-0,102</u> 34,7	<u>6,357</u> 11,3	<u>0,278</u> 10,8	17	<u>5,976</u> 12,3	<u>-6,339</u> 16,8	<u>12,552</u> 25,4	<u>6,528</u> 4,7
8	<u>3,475</u> 17,8	<u>-3,824</u> 24,6	<u>10,068</u> 17,2	<u>3,986</u> 11,3	18	<u>2,716</u> 10,5	<u>-3,001</u> 12,3	<u>9,196</u> 31,2	<u>3,17</u> 6,3
9	<u>4,562</u> 16,9	<u>-4,899</u> 26,7	<u>11,166</u> 11,2	<u>5,085</u> 10,9	19	<u>-1,587</u> 10,9	<u>1,239</u> 21,7	<u>4,966</u> 20,3	<u>-1,105</u> 8,1
10	<u>-3,995</u> 25,9	<u>3,647</u> 12,3	<u>2,621</u> 9,7	<u>-3,382</u> 11,9	20	<u>-1,311</u> 10,4	<u>0,971</u> 23,5	<u>5,278</u> 30,6	<u>-0,792</u> 6,4

В числителе дроби – среднее превышение (м), в знаменателе – длина хода (км)

№вар.	Номер хода				№вар.	Номер хода			
	1	2	3	4		1	2	3	4
21	<u>-0,856</u> 13,4	<u>0,522</u> 21,3	<u>5,726</u> 14,6	<u>-0,346</u> 5,1	41	<u>1,714</u> 39,7	<u>-2,006</u> 14,8	<u>8,251</u> 33,6	<u>2,169</u> 8,1
22	<u>3,617</u> 13,2	<u>-3,896</u> 28,9	<u>10,155</u> 2,9	<u>4,096</u> 4,9	42	<u>2,821</u> 21,4	<u>-3,121</u> 10,8	<u>9,32</u> 22,5	<u>3,239</u> 10,3
23	<u>2,013</u> 15,2	<u>-2,36</u> 24,3	<u>8,632</u> 8,6	<u>2,574</u> 7,1	43	<u>-4,293</u> 26,8	<u>3,983</u> 10,6	<u>2,229</u> 39,2	<u>-3,845</u> 14,2
24	<u>-2,279</u> 14,7	<u>1,989</u> 21,5	<u>4,277</u> 9,4	<u>-1,78</u> 6,8	44	<u>4,358</u> 24,7	<u>-4,643</u> 10,5	<u>10,852</u> 31	<u>4,823</u> 17,6
25	<u>4,566</u> 17,6	<u>-4,859</u> 11,3	<u>11,129</u> 21,4	<u>5,074</u> 6,5	45	<u>1,023</u> 23,8	<u>-1,36</u> 17,4	<u>7,576</u> 37,4	<u>1,56</u> 10,8
26	<u>4,111</u> 16,6	<u>-4,469</u> 25,6	<u>10,668</u> 9,4	<u>4,615</u> 11,2	46	<u>-3,059</u> 32,5	<u>2,709</u> 11,2	<u>3,495</u> 27,6	<u>-2,528</u> 11,6
27	<u>0,489</u> 13,6	<u>-0,789</u> 14,7	<u>7,001</u> 10,2	<u>0,928</u> 14,3	47	<u>4,126</u> 44,1	<u>-4,419</u> 10,6	<u>10,618</u> 10,8	<u>4,549</u> 12,7
28	<u>-4,216</u> 15,8	<u>3,906</u> 31,4	<u>2,283</u> 6,3	<u>-3,792</u> 10,8	48	<u>0,251</u> 42,6	<u>-0,541</u> 14,3	<u>6,757</u> 10,4	<u>0,687</u> 21,5
29	<u>-2,189</u> 14,5	<u>1,882</u> 33,4	<u>4,312</u> 7,5	<u>-1,691</u> 17,9	49	<u>0,367</u> 32,8	<u>-0,659</u> 10,8	<u>6,858</u> 15,2	<u>0,795</u> 22,1
30	<u>3,415</u> 12,9	<u>-3,765</u> 22,4	<u>10,008</u> 10,7	<u>3,991</u> 17,8	50	<u>-0,025</u> 17,5	<u>-0,327</u> 10,5	<u>6,568</u> 10,9	<u>0,512</u> 23,9
31	<u>1,386</u> 19,6	<u>-1,731</u> 26,8	<u>7,94</u> 9,7	<u>1,921</u> 22,1	51	<u>1,221</u> 16,3	<u>-1,571</u> 10,2	<u>7,822</u> 5,3	<u>1,739</u> 24,5
32	<u>-4,501</u> 15,7	<u>4,162</u> 24,6	<u>2,051</u> 6,9	<u>-4,01</u> 21,3	52	<u>-2,354</u> 9,1	<u>2,008</u> 25,6	<u>4,246</u> 20,1	<u>-1,843</u> 10,6
33	<u>1,684</u> 21	<u>-2,059</u> 15,2	<u>8,254</u> 9,7	<u>2,191</u> 15,8	53	<u>2,351</u> 22,1	<u>-2,696</u> 37,1	<u>8,956</u> 10,9	<u>2,881</u> 25,4
34	<u>-2,351</u> 21,6	<u>1,983</u> 14,8	<u>4,231</u> 24,1	<u>-1,835</u> 9,7	54	<u>1,204</u> 24	<u>-1,537</u> 21	<u>7,799</u> 9,1	<u>1,721</u> 18,9
35	<u>-4,319</u> 21,7	<u>4,029</u> 16,9	<u>2,237</u> 38,1	<u>-3,792</u> 6,4	55	<u>1,204</u> 24	<u>-1,537</u> 21	<u>7,799</u> 9,1	<u>1,721</u> 18,9
36	<u>0,191</u> 21,9	<u>-0,474</u> 17,5	<u>6,746</u> 39,4	<u>0,743</u> 7,5	56	<u>1,204</u> 18,3	<u>-1,539</u> 12,1	<u>7,788</u> 10,1	<u>1,706</u> 12,5
37	<u>4,601</u> 32,5	<u>-4,946</u> 17,6	<u>11,213</u> 30,2	<u>5,118</u> 8,1	57	<u>1,025</u> 41,8	<u>-1,398</u> 54,2	<u>7,676</u> 41,7	<u>1,678</u> 45,6
38	<u>-3,359</u> 34,1	<u>3,012</u> 12,4	<u>3,245</u> 27,9	<u>-2,844</u> 4,9	58	<u>0,254</u> 10,5	<u>-0,552</u> 26,7	<u>6,834</u> 10,4	<u>0,82</u> 12,3
39	<u>2,062</u> 32,8	<u>-2,406</u> 17,6	<u>8,663</u> 27,1	<u>2,576</u> 6,7	59	<u>-1,204</u> 29,3	<u>0,922</u> 31,4	<u>5,343</u> 25,6	<u>-0,652</u> 18,2
40	<u>-1,082</u> 36,2	<u>0,742</u> 12	<u>5,546</u> 36,2	<u>-0,538</u> 6,7	60	<u>-2,304</u> 14,7	<u>2,002</u> 24,1	<u>4,263</u> 10,2	<u>-1,763</u> 16,5

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

В числителе дроби - среднее превышение (м), в знаменателе - длина хода (км)

№ вар.	Номер хода						
	1	2	3	4	5	6	7
1	<u>-1,255</u> 1,6	<u>-0,902</u> 6,3	<u>-5,632</u> 5,4	<u>-6,009</u> 3,9	<u>-2,813</u> 5,2	<u>8,461</u> 7,1	<u>-7,563</u> 6,3
2	<u>-9,604</u> 8,1	<u>-3,664</u> 7,4	<u>2,657</u> 6,7	<u>-3,322</u> 9,5	<u>-5,5</u> 8,5	<u>2,808</u> 5,4	<u>0,814</u> 7,2
3	<u>-3,201</u> 2,5	<u>-1,238</u> 4,1	<u>0,609</u> 7,9	<u>-1,369</u> 3,6	<u>-7,448</u> 4,5	<u>6,857</u> 1,9	<u>-5,605</u> 3,9
4	<u>-3,504</u> 3,6	<u>4,207</u> 4,1	<u>-1,268</u> 2,9	<u>-9,006</u> 1,7	<u>0,19</u> 2,5	<u>1,09</u> 1,9	<u>-5,306</u> 3,4
5	<u>-5,623</u> 2,5	<u>1,287</u> 4,7	<u>-0,984</u> 7,2	<u>-7,929</u> 8,1	<u>-0,886</u> 2,6	<u>1,885</u> 6,3	<u>-3,193</u> 3,1
6	<u>-10,205</u> 3,6	<u>5,412</u> 4,1	<u>5,607</u> 4,6	<u>-10,051</u> 6,7	<u>1,229</u> 9,1	<u>-6,826</u> 3,6	<u>1,393</u> 5,2
7	<u>-4,235</u> 3,6	<u>-2,114</u> 4,1	<u>-0,507</u> 2,8	<u>-2,604</u> 8,1	<u>-6,218</u> 4,5	<u>6,738</u> 6,4	<u>-4,605</u> 5,2
8	<u>-0,289</u> 5,1	<u>-2,567</u> 4,2	<u>-7,602</u> 7,6	<u>-5,353</u> 6,5	<u>-3,469</u> 3,2	<u>11,089</u> 8,1	<u>-8,517</u> 7,4
9	<u>-8,507</u> 2,3	<u>5,607</u> 10,7	<u>9,504</u> 5,9	<u>-4,634</u> 6,7	<u>-4,188</u> 5,2	<u>-5,331</u> 9,1	<u>-0,328</u> 10,7
10	<u>-8,541</u> 2,6	<u>6,578</u> 4,7	<u>4,312</u> 5,2	<u>-10,846</u> 7,8	<u>2,024</u> 4,9	<u>-6,322</u> 6,3	<u>-0,271</u> 7,1
11	<u>-3,697</u> 3,2	<u>3,458</u> 5,7	<u>-2,037</u> 8,1	<u>-9,158</u> 4,9	<u>0,336</u> 1,6	<u>1,677</u> 7,2	<u>-5,11</u> 3,9
12	<u>-5,602</u> 3,9	<u>-5,214</u> 4,8	<u>5,321</u> 5,1	<u>4,907</u> 7,2	<u>-13,729</u> 1,9	<u>8,424</u> 10,4	<u>-3,209</u> 5,9
13	<u>-8,457</u> 6,2	<u>9,832</u> 8,7	<u>9,014</u> 6,7	<u>-9,316</u> 8,6	<u>0,494</u> 7,2	<u>-9,478</u> 4,9	<u>-0,378</u> 10,8
14	<u>-9,602</u> 9,4	<u>-5,836</u> 5,6	<u>8,056</u> 11,2	<u>4,259</u> 4,7	<u>-13,081</u> 3,9	<u>5,04</u> 8,1	<u>0,765</u> 5,7
15	<u>-10,522</u> 6,2	<u>-1,257</u> 7,4	<u>-7,053</u> 9,2	<u>-16,288</u> 10,6	<u>7,466</u> 4,7	<u>-0,403</u> 8,2	<u>1,682</u> 4,9
16	<u>-6,347</u> 11,7	<u>2,654</u> 2,6	<u>6,214</u> 7,9	<u>-2,816</u> 4,5	<u>-6,006</u> 6,8	<u>-0,197</u> 4,3	<u>-2,462</u> 8,1
17	<u>-7,225</u> 10,2	<u>7,321</u> 2,3	<u>-8,245</u> 5,9	<u>-22,811</u> 4,7	<u>13,989</u> 6,1	<u>-5,718</u> 2,8	<u>-1,576</u> 6,3
18	<u>-6,334</u> 5,9	<u>4,982</u> 4,7	<u>3,245</u> 8,1	<u>-8,093</u> 6,3	<u>-0,729</u> 4,2	<u>-2,493</u> 6	<u>-2,47</u> 4,5
19	<u>-8,557</u> 6,3	<u>-7,621</u> 10,8	<u>4,012</u> 9,8	<u>3,05</u> 7,1	<u>-11,872</u> 4,7	<u>7,848</u> 16,3	<u>-0,284</u> 6,4
20	<u>-8,507</u> 2,3	<u>5,607</u> 10,7	<u>9,504</u> 5,9	<u>-4,634</u> 6,7	<u>-4,188</u> 5,2	<u>-5,331</u> 9,1	<u>-0,328</u> 10,7
21	<u>7,551</u> 12,7	<u>2,032</u> 10,4	<u>0,954</u> 9,6	<u>6,439</u> 7,5	<u>-15,261</u> 18,2	<u>14,317</u> 10,6	<u>-16,397</u> 6,7
22	<u>-3,229</u> 8,9	<u>-9,002</u> 9,7	<u>-0,245</u> 9,7	<u>5,492</u> 5,2	<u>-14,314</u> 4,1	<u>14,564</u> 10,8	<u>-5,61</u> 11,7
23	<u>-9,668</u> 10,1	<u>6,108</u> 12,9	<u>5,254</u> 12,3	<u>-10,561</u> 11,8	<u>1,739</u> 12,3	<u>-6,987</u> 12,7	<u>0,83</u> 10,4

В числителе дроби – среднее превышение (м), в знаменателе – длина хода (км)

№ вар.	Номер хода						
	1	2	3	4	5	6	7
24	<u>-10,228</u> 9,7	<u>5,157</u> 6,5	<u>6,124</u> 7,1	<u>-9,302</u> 8,5	<u>0,48</u> 9,3	<u>-6,596</u> 10,4	<u>1,419</u> 7,4
25	<u>-6,338</u> 3,5	<u>-9,013</u> 7,1	<u>-8,541</u> 4,8	<u>-5,885</u> 5,1	<u>-2,934</u> 3,9	<u>11,48</u> 5,2	<u>-2,469</u> 4,3
26	<u>-7,445</u> 5,6	<u>5,346</u> 8,1	<u>-7,127</u> 3,7	<u>-19,94</u> 4,2	<u>11,124</u> 5,1	<u>-3,987</u> 6,3	<u>-1,363</u> 4,9
27	<u>-8,227</u> 12,3	<u>3,488</u> 11,1	<u>0,573</u> 10,4	<u>-11,174</u> 9,5	<u>2,352</u> 6,1	<u>-2,927</u> 4,3	<u>-0,584</u> 9,2
28	<u>-11,228</u> 16,4	<u>-5,173</u> 12,3	<u>-1,045</u> 10,6	<u>-7,139</u> 9,8	<u>-1,683</u> 11,3	<u>2,706</u> 12,4	<u>2,424</u> 9,4
29	<u>-5,227</u> 6,5	<u>6,148</u> 11,4	<u>7,014</u> 5,7	<u>-4,347</u> 3,9	<u>-4,475</u> 7,1	<u>-2,517</u> 10,4	<u>-3,576</u> 10,2
30	<u>-3,669</u> 6,9	<u>0,486</u> 4,2	<u>6,017</u> 8,8	<u>1,898</u> 7,4	<u>-10,72</u> 6,3	<u>4,686</u> 8,1	<u>-5,181</u> 9,2
31	<u>-10,561</u> 6,8	<u>5,479</u> 5,2	<u>-2,337</u> 4,1	<u>-18,333</u> 6,3	<u>9,511</u> 7,4	<u>-7,189</u> 6,1	<u>1,711</u> 4,9
32	<u>-6,328</u> 5,1	<u>8,452</u> 6,3	<u>5,249</u> 4,2	<u>-9,564</u> 3,9	<u>0,742</u> 7,4	<u>-5,975</u> 8,2	<u>-2,507</u> 9,4
33	<u>-5,419</u> 6,2	<u>-0,548</u> 4,8	<u>-2,045</u> 7,2	<u>-6,951</u> 6,3	<u>-1,871</u> 6,2	<u>3,935</u> 7,1	<u>-3,39</u> 9,5
34	<u>-9,011</u> 6,3	<u>1,572</u> 7,5	<u>3,457</u> 8,1	<u>-7,154</u> 9,4	<u>-1,668</u> 6,7	<u>-1,769</u> 8,1	<u>0,218</u> 6,7
35	<u>-4,382</u> 6,3	<u>-1,065</u> 5,6	<u>-4,012</u> 5,7	<u>-7,355</u> 3,9	<u>-1,467</u> 4,1	<u>5,488</u> 5,6	<u>-4,408</u> 7,1
36	<u>-8,625</u> 8,7	<u>5,124</u> 5,4	<u>8,361</u> 7,8	<u>-5,413</u> 4,7	<u>-3,409</u> 6,3	<u>-4,944</u> 6,3	<u>-0,161</u> 9,7
37	<u>-6,327</u> 6,1	<u>6,123</u> 6,7	<u>5,098</u> 7,9	<u>-7,386</u> 6,8	<u>-1,436</u> 5,2	<u>-3,679</u> 6,9	<u>-2,486</u> 8,1
38	<u>-5,059</u> 5,2	<u>0,285</u> 9,1	<u>-4,016</u> 7,8	<u>-9,401</u> 8,6	<u>0,579</u> 9,4	<u>3,424</u> 10,2	<u>-3,728</u> 6,3
39	<u>-9,108</u> 9,1	<u>-8,924</u> 8,2	<u>6,059</u> 4,6	<u>5,913</u> 9,2	<u>-14,735</u> 7,4	<u>8,644</u> 6,7	<u>0,244</u> 8,1
40	<u>-7,804</u> 6,3	<u>5,671</u> 4,8	<u>-8,567</u> 7,1	<u>-21,998</u> 6,9	<u>13,176</u> 8,5	<u>-4,641</u> 6,6	<u>-1,011</u> 7,1
41	<u>-5,214</u> 5,2	<u>0,257</u> 4,9	<u>1,225</u> 7,1	<u>-4,26</u> 6,3	<u>-4,562</u> 3,9	<u>3,373</u> 5,8	<u>-3,627</u> 5,6
42	<u>-6,328</u> 9,6	<u>5,321</u> 8,1	<u>-5,556</u> 4,2	<u>-17,221</u> 6,3	<u>8,399</u> 7,1	<u>-2,821</u> 8,5	<u>-2,461</u> 9,4
43	<u>-4,309</u> 5,2	<u>6,389</u> 4,9	<u>-3,222</u> 3,8	<u>-13,938</u> 6,1	<u>5,116</u> 3,5	<u>-1,878</u> 4,8	<u>-4,485</u> 6,9
44	<u>-8,601</u> 6,3	<u>1,227</u> 6,2	<u>-5,447</u> 5,9	<u>-15,241</u> 6,3	<u>6,419</u> 7,1	<u>-0,955</u> 5,2	<u>-0,26</u> 7,8
45	<u>-1,807</u> 6,3	<u>-6,521</u> 7,1	<u>3,557</u> 5,9	<u>8,306</u> 7,4	<u>-17,128</u> 6,3	<u>13,59</u> 8,1	<u>-7,028</u> 4,9
46	<u>-6,328</u> 6,3	<u>4,127</u> 4,8	<u>0,889</u> 5,2	<u>-9,527</u> 7,2	<u>0,705</u> 6,9	<u>-1,572</u> 8,1	<u>-2,515</u> 4,8

В числителе дроби – среднее превышение (м), в знаменателе – длина хода (км)

№ вар.	Номер хода						
	1	2	3	4	5	6	7
47	$\frac{-4,562}{6,3}$	$\frac{2,337}{5,2}$	$\frac{2,557}{4,1}$	$\frac{-4,305}{7,3}$	$\frac{-4,517}{6,1}$	$\frac{1,984}{5,8}$	$\frac{-4,282}{6,9}$
48	$\frac{-10,227}{5,2}$	$\frac{1,228}{11,6}$	$\frac{6,557}{6,9}$	$\frac{-4,854}{7,2}$	$\frac{-3,968}{8,5}$	$\frac{-2,562}{11,2}$	$\frac{1,39}{10,5}$
49	$\frac{-11,256}{9,6}$	$\frac{5,204}{8,3}$	$\frac{4,128}{7,5}$	$\frac{-12,312}{6,2}$	$\frac{3,49}{5,1}$	$\frac{-7,647}{4,8}$	$\frac{2,452}{5,2}$
50	$\frac{-2,367}{5,2}$	$\frac{9,663}{8,3}$	$\frac{2,667}{7,4}$	$\frac{-9,329}{6,3}$	$\frac{0,507}{9,4}$	$\frac{-3,148}{5,9}$	$\frac{-6,479}{7,4}$
51	$\frac{-6,327}{5,9}$	$\frac{8,221}{5,1}$	$\frac{9,881}{7,2}$	$\frac{-4,648}{6,3}$	$\frac{-4,174}{4,9}$	$\frac{-5,719}{5,2}$	$\frac{-2,488}{7,6}$
52	$\frac{-8,529}{3,9}$	$\frac{-5,307}{4,1}$	$\frac{4,671}{5,2}$	$\frac{1,475}{6,1}$	$\frac{-10,297}{5,3}$	$\frac{5,59}{5,7}$	$\frac{-0,28}{4,7}$
53	$\frac{-9,637}{5,2}$	$\frac{-6,058}{4,1}$	$\frac{0,507}{3,7}$	$\frac{-3,049}{5,4}$	$\frac{-5,773}{6,6}$	$\frac{5,233}{8,1}$	$\frac{0,794}{2,7}$
54	$\frac{-7,241}{3,2}$	$\frac{4,028}{9,4}$	$\frac{6,701}{5,2}$	$\frac{-4,604}{7,4}$	$\frac{-4,218}{6,7}$	$\frac{-2,515}{9,7}$	$\frac{-1,563}{8,4}$
55	$\frac{-2,068}{6,7}$	$\frac{1,257}{6,2}$	$\frac{4,987}{3,9}$	$\frac{1,634}{2,7}$	$\frac{-10,456}{4,8}$	$\frac{5,435}{6,7}$	$\frac{-6,726}{5,1}$
56	$\frac{-6,328}{3,9}$	$\frac{5,222}{4,1}$	$\frac{-6,328}{4,1}$	$\frac{-17,893}{5,1}$	$\frac{9,071}{3,7}$	$\frac{-2,724}{4,4}$	$\frac{-2,461}{6,7}$
57	$\frac{-7,209}{6,9}$	$\frac{-5,607}{6,3}$	$\frac{10,257}{4,1}$	$\frac{8,626}{8,2}$	$\frac{-17,448}{6,3}$	$\frac{7,169}{5,9}$	$\frac{-1,583}{8,2}$
58	$\frac{-2,336}{6,2}$	$\frac{-1,205}{1,5}$	$\frac{-3,261}{2,4}$	$\frac{-4,428}{3,6}$	$\frac{-4,39}{2,9}$	$\frac{7,663}{5,2}$	$\frac{-6,481}{4,7}$
59	$\frac{-7,258}{2,6}$	$\frac{-3,204}{4,8}$	$\frac{0,127}{1,3}$	$\frac{-3,963}{9,7}$	$\frac{-4,859}{4,6}$	$\frac{4,752}{5,2}$	$\frac{-1,556}{1,5}$
60	$\frac{-5,668}{10,2}$	$\frac{-4,238}{6,2}$	$\frac{-1,024}{2,4}$	$\frac{-2,481}{4,8}$	$\frac{-6,341}{6,7}$	$\frac{7,353}{11,4}$	$\frac{-3,168}{13,5}$