

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан геолого-географического факультета

 И.А. Тишин

« 30 » июня 2022 г.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

## **ТОПОГРАФИЯ С ОСНОВАМИ ГЕОДЕЗИИ**

Направление подготовки  
**05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Природопользование»**

Томск-2022

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, учебному плану направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, направленности (профиля) «Природопользование» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине хранится на кафедре природопользования // опубликован в ЭИОС НИ ТГУ – электронном университете Moodle:

<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24137> (второй семестр)

Разработчик ФОС:

Батурин А. П. к.ф.-м.н., ТГУ, доцент

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 6 от 24.06.2022 г.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры природопользования, протокол № 69 от 13.05.2022 г.

Руководитель ОПОП

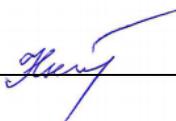
«Экология и природопользование»



---

Р. В. Кнауб

Заведующий кафедрой природопользования



---

Р. В. Кнауб

## Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Уровни освоения	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценки тестовых заданий (балл)
ОПК-1	ИОПК-1.1 Владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования	Повышенный	Свободно владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования	85-100
		Достаточный	Достаточно уверенно владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования	70-84
		Пороговый	Может пользоваться знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования	56-69
		До пороговый	Не способен применять владеть знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования	Менее 56

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции в курсе

2 семестр			
№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Введение		
2	Общие сведения	ИОПК -1.1	Вопросы
3	Методы определения планового положения точек	ИОПК -1.1	Вопросы
4	Методы определения высотного положения точек	ИОПК -1.1	Вопросы
5	Топографические съемки	ИОПК -1.1	Практическая работа № 1
6	Понятие о современных дистанционных съемках, свето- и радиолокационных измерениях расстояний	ИОПК -1.1	Вопросы
7	Топографические карты	ИОПК -1.1	Вопросы
8	Теодолитный ход	ИОПК -1.1	Практическая работа № 2
9	Нивелирование трассы	ИОПК -1.1	Практическая работа № 3
10	Тахеометрическая съемка	ИОПК -1.1	Практическая Работа № 4

Типовые вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине (второй семестр)

### Примеры вопросов

1. Предмет и основные задачи геодезии.
2. Принципиальное и прикладное значение геодезии.
3. Форма и размеры Земли. Геоид, референц-эллипсоид, общий земной эллипсоид.
4. Географические координаты точек земной поверхности.
5. Зональная система плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера.
6. Истинный и магнитный азимуты, склонение магнитной стрелки, сближение меридианов.
7. Дирекционный угол, его связь с истинным и магнитным азимутами.
8. Румбы, их связь с дирекционными углами и азимутами.
9. Дирекционные углы. Связь дирекционных углов двух направлений и угла между ними.
10. Численный, линейный, поперечный масштабы. Точность масштабов.
11. Понятие о картографических проекциях. Главный и частный масштабы карт.
12. Классификация карт по масштабам. Номенклатура карт.
13. План и карта, различие между ними.
14. Условные топографические знаки.
15. Изображение рельефа земной поверхности на картах. Основные формы рельефа.
16. Задачи, решаемые по плану (карте).
17. Методика нанесения горизонталей на карте (плане).
18. Ошибки измерений. Свойства случайных ошибок. Арифметическое среднее.
19. Способы оценки точности измерений. Абсолютные и относительные ошибки.
20. Обозначение точек на земной поверхности. Геодезические знаки.
21. Измерение расстояний на местности мерными лентами. Точность измерений.
22. Приведение наклонных линий к горизонту. Поправка за наклон линии.
23. Съемка местности с помощью простейших инструментов (мерная лента, экер, эклиметр, буссоль).
24. Измерение горизонтальных углов теодолитом. Ошибка за коллимацию.
25. Измерение вертикальных углов теодолитом. Место нуля.
26. Теодолитные ходы. Привязка ходов к пунктам геодезической опорной сети.
27. Прямая и обратная геодезические задачи.

28. Обработка журнала вычисления прямоугольных координат вершин замкнутого полигона.
29. Методика построения замкнутого теодолитного хода на плане.
30. Определение планового положения точек способом перпендикуляров, способом засечек и полярным способом.
31. Понятие о государственной геодезической сети в России. Методы построения сети.
32. Нитяной дальномер, его устройство и теория.
33. Измерение расстояний дальномером. Точность измерений.
34. Геометрическое нивелирование способом вперед.
35. Геометрическое нивелирование способом из середины. Поправка за кривизну Земли и рефракцию.
36. Понятие о нивелирных сетях. Счет высот в России.
37. Разбивка и нивелирование трассы.
38. Обработка журнала нивелирования трассы.
39. Тригонометрическое нивелирование.
40. Барометрическое нивелирование.
41. Тахеометрическая съемка. Обработка журнала тахеометрической съемки.
42. Мензуральная съемка.
43. Понятие об аэрофотосъемке.
44. Спутниковые методы измерений в геодезии.
45. Элементы топографической карты
46. Описание элементов топографической карты
47. Основные виды использования

### Практическая работа № 1

Состав работ.

Комплекс полевых и камеральных работ по топографической съемке земельных участков.

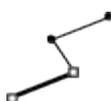
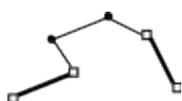
Подготовка технической документации (топографического плана местности) в соответствии с требованиями и по форме, утвержденной действующим законодательством.

Работа должна быть проведена по земельному участку, расположенным на территории г. Томск, район Мавлюкеевского озера, 6 корпуса ТГУ и дамбы расположенного по адресу Аркадия Иванова 49. Участок оформляется в виде топографического плана местности в, выполненного в масштабе 1:500 на бумажном носителе, включая согласование инженерных коммуникаций с эксплуатирующими организациями. После выполнения топографической съемки выполняется межевание земельных участков и их частей (в случае наличия по результатам топосъемки).

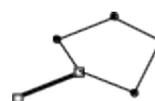
### Практическая работа № 2

Теодолитная съемка относится к числу крупномасштабных и выполняется с целью составления горизонтального плана равнинной местности, когда рельеф на плане не отображается, или для составления кадастрового плана. Применяется при картировании сравнительно небольших застроенных участков. Съемку выполняют с точек геодезической сети, расположенных на участке, и точек съемочного обоснования, координаты которых определяют путем проложения теодолитных ходов.

В зависимости от конструкции полигона, различают разомкнутый теодолитный ход, начало и конец которого опираются на пункты геодезического обоснования (рис. а), замкнутый теодолитный ход (замкнутый многоугольник), примыкающий к пункту геодезического обоснования (рис. б) и висячий



обоснования



геодезического  
(рис. б) и висячий

(рис. в).



Когда определяются прямоугольные координаты некоторой точки по известным координатам другой, горизонтальному расстоянию и дирекционному углу, задачу называют прямой.

В нашем случае, для решения прямой задачи необходимо вначале вычислить дирекционные углы  $\alpha_1 \dots \alpha_n$ . Порядок вычисления дирекционного угла был описан выше.

Из курса геодезии известно, что разность примычных углов должна быть равна разности дирекционных углов примычных сторон. Однако, в силу ошибок измерения, это равенство практически никогда не выполняется.

Разность между теоретическими положениями и результатами измерений называется *невязкой*. В случае, когда она меньше допуска, в измеренные величины вводят поправки таким образом, чтобы свести невязку к нулю. Сумма поправок равна невязке по абсолютной величине и противоположна по знаку.

Формула для вычисления угловой невязки для левых по ходу углов записывается следующим образом:

$$f_{\beta} = \sum_{i=1}^n \beta_i - (\alpha_k - \alpha_H) - \pi \cdot n$$

где  $\alpha_H$  - дирекционный угол базы АВ,  $\alpha_k$  - дирекционный угол базы СД. Углы при вершинах теодолитного хода представлены в радианах.

Для правых по ходу углов дирекционные углы в формуле меняются местами.

$$f_{\beta} = \sum_{i=1}^n \beta_i - (\alpha_H - \alpha_k) - \pi \cdot n$$

Угловую невязку сравнивают с допустимой  $f_{\text{доп}}$ , определяют по формуле:

$$f_{\text{доп}} = \frac{1}{60} \cdot \frac{\pi \sqrt{n}}{180} \text{ [рад.]}$$

Если угловая невязка в пределах допуска, то ее распределяют поровну во все измеренные углы. По исправленным углам вычисляют дирекционные углы сторон теодолитного хода. Для этого можно воспользоваться следующим соотношением:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_i - \pi$$

где  $\alpha_{i+1}$  - дирекционный угол последующей стороны хода,  $\alpha_i$  - дирекционный угол предыдущей стороны,  $\beta_i$  - левый по ходу угол между этими сторонами. Если углы по ходу правые, то угол вычитается.

Далее вычисляются приращения координат:

$$\Delta X_i = \ell_i \cdot \cos(\alpha_i), \quad \Delta Y_i = \ell_i \cdot \sin(\alpha_i)$$

Приращения координат суммируются и вычисляются абсолютные линейные невязки по соответствующим осям  $f_x$  и  $f_y$ .

$$f_x = \sum_{i=1}^n \Delta X_i - (X_k - X_H), \quad f_y = \sum \Delta Y_i - (Y_k - Y_H)$$

$X_H, Y_H$  и  $X_k, Y_k$  – координаты начальной и конечной точек хода.

Общая абсолютная невязка и общая относительная невязка теодолитного хода, соответственно:

$$f_{abc} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad f_{omn} = f_{abc} / \sum_{i=1}^{n-1} \ell_i$$

Величина допустимой относительной невязки определяется в соответствии с инструкцией по топографической съемке. Если допуски выполняются, абсолютные невязки по осям распределяют пропорционально длинам сторон теодолитного хода и далее определяют искомые координаты новых точек по следующим формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i, \quad Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i$$

Подтверждением правильности вычисления является совпадение координат вычисленного значения опорной точки в конце теодолитного хода и заданного в исходных данных.

### Практическая работа № 3

1. Установите на штативе нивелир и закрепите его становым винтом. Приведите нивелир в рабочее положение. Для этого поверните зрительную трубу и расположите круглый уровень 6 между двумя любыми подъемными винтами. Вращая эти винты в разные стороны, выведите пузырёк круглого уровня на воображаемую линию, соединяющую нуль-пункт уровня с третьим подъемным винтом. Затем, вращая только третий подъемный винт, выведите пузырёк в нуль-пункт. При необходимости все действия повторите. Добейтесь четкого изображения сетки нитей 13 путем вращения окулярной трубочки 10. Теперь Ваш нивелир готов к работе.

В табл. 2 перечислены в соответствии с рис. 7 название и назначение основных частей базовой модели нивелира Н-3. Осями нивелира являются:

OO – ось вращения прибора.

VV – визирная ось зрительной трубы – линия, соединяющая оптический центр объектива 8 с перекрестием сетки нитей 13.

UU – ось цилиндрического уровня – прямая, касательная к внутренней верхней поверхности ампулы в нуль-пункте.

U'U' – ось круглого уровня – прямая, проходящая через нуль-пункт и совпадающая с радиусом верхней внутренней поверхности сферы ампулы.

2. Наведите по визирной планке 12 зрительную трубу на любую рейку в лаборатории. Отфокусируйте изображение рейки вращением кремальеры 9. Наводящим винтом совместите перекрестие сетки нитей 13 с изображением рейки. Элевационным винтом 5 приведите пузырёк цилиндрического уровня 11 в нуль-пункт.

В поле зрения трубы Вы видите изображения: рейки, сетки нитей и концов половинок пузырька цилиндрического уровня 11. Запишите отсчёт в миллиметрах, соответствующий положению средней горизонтальной нити сетки 13 на рис. 7в ( в нашем примере 1147).

3. Определите превышение между тремя любыми точками, считая, что нивелирование производится с трёх станций способом «из середины». Все записи ведите в журнале нивелирования (табл. 3).

Внимание! Перед каждым отсчётом по рейке необходимо с помощью элевационного винта 5 привести пузырёк цилиндрического уровня 11 в нуль-пункт.

Работа выполняется в следующей последовательности:

Таблица -1 Журнал нивелирования трех точек.

№№ станций	№№ пикетов, промежуточные точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм			Горизонт инструмента, м	Абсолютные отметки, м	Примечание
		задние	передние	промежуточные	+	–	средние			
1	1	1840 6541			302 304		-2 +303	11.840 11.839	10.000 10.301	
	2		1538 6237							
2	2	1506 6205			1030 1031		-2 +1030	11.807 11.805	10.301 11.329	
	3		0476 5174							
3	3	0558 5256				1327 1329	-1 -1328	11.887 11.885	11.329 10.000	
	1		1885 6585							

$$\Sigma_{\text{задних}} = 21906 \quad (\Sigma_3 - \Sigma_1) : 2 = +5,5 \quad \Sigma h_{\text{ср}} = +5$$

$$\Sigma_{\text{передних}} = 21895$$

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}} = +5 \text{ мм}$$

$$\Sigma_3 - \Sigma_1 = +11$$

$$f_h \text{ допустимая} = 5 \text{ мм} \quad \sqrt{n} = 5\sqrt{3} = 9 \text{ мм}$$

1) возьмите отсчёты 1840, 6541 и 1538, 6237 по черной и красной сторонам реек №1 и №2 (станция 1); по разности задних и передних отсчётов найдите два превышения +302 и +304, которые не должны отличаться друг от друга не более, чем на 5 мм (если больше, то измерения повторите);

2) смените высоту инструмента на 3–5 см; приведите нивелир в рабочее положение (станция 2); возьмите отсчёты по черной и красной сторонам реек №2 и №3; вычислите превышения;

3) вновь смените высоту инструмента на 3–5 см; приведите нивелир в рабочее положение (станция 3); возьмите отсчёты по черной и красной сторонам реек №3 и №1; вычислите превышения.

Внимание! Передняя точка предыдущей станции становится задней на следующей станции, а проложенный Вами нивелирный ход называется замкнутым (он начинается с точки 1 и ею заканчивается).

4. Обработайте результаты нивелирования. Вычислите средние превышения на каждой станции, округляя их до целых миллиметров. Произведите постраничный контроль путем сравнения полуразности сумм задних и передних отсчётов с алгебраической суммой средних превышений (они должны быть равны в пределах округлений средних превышений). Произведите оценку точности нивелирования, сравнив полученную Вами высотную невязку  $f_h$  с допустимой величиной  $f_h \text{ доп.}$ . Распределите высотную невязку  $f_h$  с обратным знаком поровну на каждое среднее превышение.

5. Вычислите абсолютные отметки точек 1, 2, 3, приняв отметку первой точки 1 равной 10 м (20 м, 30 м ...) плюс количество метров, соответствующее Вашему номеру в списке группы (например, для двенадцатого  $10+12 = 22,000$  м). Вычислите отметки двух других точек 2 и 3, помня, что отметка передней точки равняется алгебраической сумме отметки задней точки и среднего превышения (с учётом поправки) между этими точками. Контролем служит получение исходной отметки точки 1.

6. Вычислите дважды на каждой станции горизонт инструмента, прибавляя к отметке задней точки задний отсчёт по черной стороне рейки на этой точке и к отметке передней точки передний отсчёт по черной стороне рейки на этой точке. Контролем служит получение на каждой станции двух одинаковых результатов.

Порядок выполнения задания 2: приведите ось вращения нивелира  $OO$  в отвесное положение по круглому уровню 6 с помощью подъёмных винтов 2 и выполните проверки в следующей последовательности:

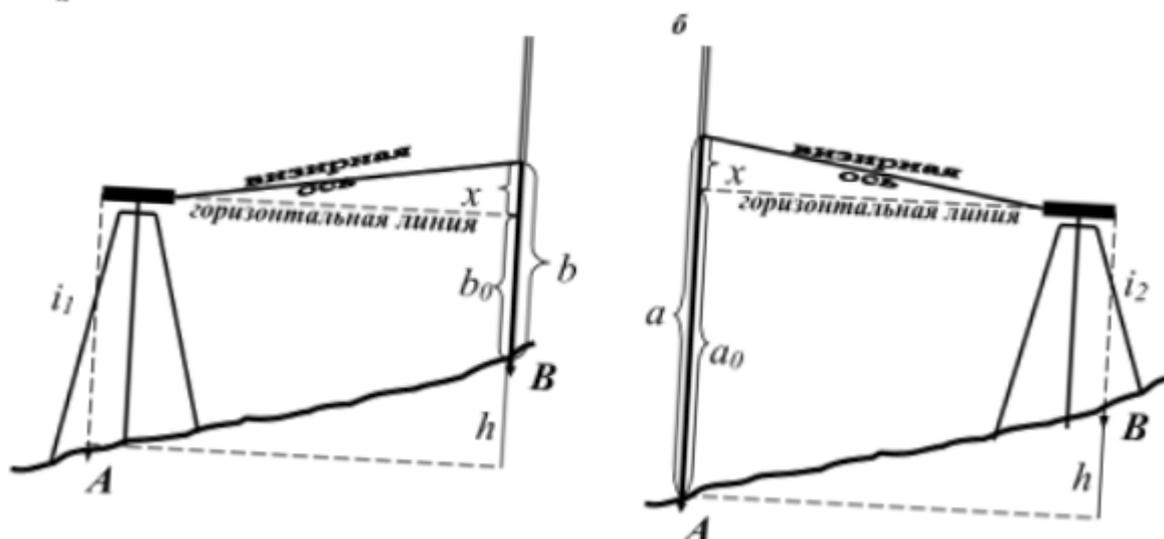


Рис 1. Схема выполнения проверок нивелира

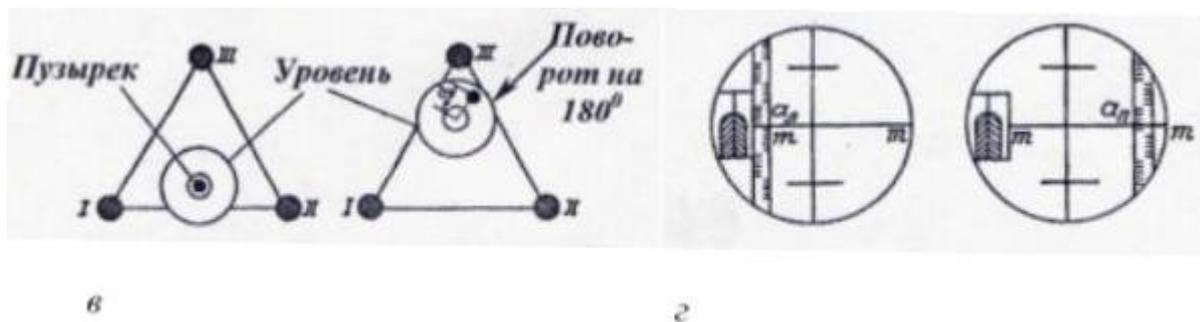


Рис 2. Схема выполнения проверок нивелира

#### Практическая работа № 4

По полевым материалам — журналу тахеометрической съемки и абрисам произвести необходимые вычисления и составить план участка в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа горизонталями через 1 м.

Измерения выполнялись теодолитом 2Т30П. Исходные данные — таблица 1, результаты полевых измерений — таблица 3, абрис (рис. 1, 2). Исходные данные для выполнения контрольной работы выбираются из таблицы 1, (вариант задания равняется трем последним цифрам номера зачетной книжки минус  $30 \cdot N$ , где  $N = 1; 2; 3$ ). (Номер варианта не может превышать 30).

Например, если номер зачетной книжки 20023, номер варианта равен 23. Из таблицы 1 выбираем исходные данные дирекционных углов Усово-216 –  $222^{\circ}01'$  225-226 –  $354^{\circ}31'$ , координаты точки 225:  $X=+4217,80$ ;  $Y= - 2381,44$ ; высоты точек 225: 219,91м, 216: 223,17м. Если номер зачетной книжки 20065, номер варианта  $65-30 \cdot 2=5$ .

Таблица -2 вариант индивидуального задания

№ варианта	Дирекционные углы ° '		Координаты т.225, м		Высоты точек, м	
	Усово-216	225 - 226	X	Y	225	216
1	221 11	353 41	4212,40	-2380,40	209,19	212,45
2	221 16	353 46	4212,94	-2380,94	210,19	213,45
3	221 21	353 51	4213,48	-2380,96	211,27	214,56
4	221 26	353 56	4214,02	-2381,02	212,35	215,61
5	221 31	354 01	4214,56	-2381,08	213,43	216,69
6	221 36	354 06	4215,10	-2381,14	214,51	217,77
7	221 41	354 11	4215,64	-2381,20	215,59	218,85
8	221 46	354 16	4216,18	-2381,26	216,67	219,93
9	221 51	354 21	4216,72	-2381,32	217,75	221,01
10	221 56	354 26	4217,26	-2381,38	218,83	222,09
11	222 01	354 31	4217,80	-2381,44	219,91	223,17

12	222 06	354 36	4218,34	-2381,50	220,99	224,25
13	222 11	354 41	4218,89	-2381,54	221,07	224,33
14	222 16	354 46	4219,43	-2381,59	222,15	225,34
15	222 21	354 51	4219,97	-2381,64	223,23	226,42
16	222 26	354 56	4220,51	-2381,69	224,31	227,50
17	222 31	355 01	4221,05	-2381,74	225,39	228,58
18	222 36	355 06	4221,59	-2381, 79	226,47	229, 66
19	222 41	355 11	4222,13	-2381, 84	227,55	230,74
20	222 46	355 16	4222,67	-2381, 89	228,63	231,82
21	222 51	355 21	4223,21	-2381, 94	229,71	232,90
22	222 56	355 26	4223,75	-2381, 99	230,79	233,98
23	223 01	355 31	4224,29	-2382,04	231,87	235, 06
24	223 06	355 36	4224,83	-2382,09	232,95	236,14
25	223 11	355 41	4225,20	-2382,83	234,03	237,22
26	223 23	355 56	4226,58	-2382,98	235,11	238,31
27	223 35	356 05	4227,88	-2382,21	236,19	239,39
28	223 47	356 17	4229,43	-2382,20	237,27	240,47
29	223 59	356 29	4230,34	-2382,29	238,35	241,55
30	223 11	356 41	4231,83	-2382,61	239,43	242,63

- 2 Вычислительная обработка материалов планового обоснования тахеометрического хода
- 3 Обработка материалов высотного обоснования
- 4 Обработка журнала тахеометрической съемки
- 5 Составление плана участка

При завершении темы выдается задание одно задание или пять вопросов. Итого каждый вопрос имеет стоимость 2 баллов, суммарно вопросами можно набрать 50 баллов, каждое задание дает 10 баллов, 10 баллов можно получить за посещение 10 лекционных занятий. По завершению курса «Топография с основами геодезии» обучаемый может иметь до 100 баллов максимально. Если обучаемый получает максимальный балл, то может получить зачет автоматом.

Таблица 3 – Итоговая сформированность компетенций в курсе

Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства	Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.)
ИОПК- 1.1	Вопросы Вопросы Вопросы Практическая работа № 1 Вопросы Вопросы Практическая работа № 2 Практическая работа № 3 Практическая Работа № 4	Практические работы и задания с вопросами выдаются и выполняются в течении всего семестра, обучающийся обязан выполнить и сдать все задания для получения допуска к зачету уровень баллов должен быть выше или равно 56 баллам.

Таблица 4 - Шкала формирования итоговой оценки

Балл	Оценивание	Формирование итоговой оценки
85-100%	<b>5</b> Зачет автоматом	Показал повышенный уровень освоения по компетенции ИОПК 1.1
70-84 %	<b>4</b> Зачет	Показал достаточный уровень по компетенции ИОПК 1.1
56-69 %	<b>3</b>	Показал пороговый уровень по компетенции ИОПК 1.1
Менее 55 %	<b>2</b> Не зачет	Показал до пороговый уровень по компетенции ИОПК 1.1