

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мурманский арктический государственный университет»
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)

Комплект контрольно-оценочных средств

по ПМ.03 Картографо-геодезическое сопровождение земельно-имущественных отношений
специальности **21.02.05 Земельно-имущественные отношения**

базовой подготовки

УТВЕРЖДЕНО

Директор Колледжа ФГБОУ ВО «МАГУ»



/ Козлова Н.В./
Ф.И.О.

Мурманск

2020

Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

1.1. Результаты освоения программы профессионального модуля, подлежащие проверке

1.1.1. Вид профессиональной деятельности

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности: картографо-геодезическое сопровождение земельно-имущественных отношений

1.1.2. Профессиональные и общие компетенции

В результате освоения программы профессионального модуля у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции.

Таблица 1. Показатели оценки сформированности ПК

Профессиональные компетенции	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
ПК 3.1. Выполнять работы по картографо-геодезическому обеспечению территорий, создавать графические материалы.	- подбор топографических и тематических карт и планов соответствующего масштаба и требуемой точности для решения задач по обеспечению территорий; - составление крупномасштабных топографических планов; - составление тематических карт и планов с помощью геоинформационных систем; - выполнение линейных и угловых измерений, а также определение высот точек местности в требуемых объемах и точности с соблюдением требований нормативных документов и грамотной обработкой материалом измерений; - составление топографических и тематических карт и планов	Оценивание практических работ и результатов практик: УП.03 ПП.03 ПРН [№] 16 ПРН [№] 9 ПРН [№] 10 ПРН [№] 7 ПРН [№] 16
ПК 3.2. Использовать государственные геодезические сети и иные сети для производства картографо-геодезических работ.	- грамотный выбор пунктов государственной геодезической сети, геодезических сетей развития и сетей специального назначения в качестве исходных пунктов при производстве картографо-геодезических работ, в том числе для создания съемочного обоснования	Оценивание практических работ и результатов практик: УП.03 ПП.03 ПРН [№] 9 ПРН [№] 10 ПРН [№] 13-ПРН [№] 16
ПК 3.3. Использовать в	- владение прикладной геодезической	Оценивание

практической деятельности геоинформационные системы.	программой для выполнения работ по картографо-геодезическому обеспечению территорий, создание графических материалов	ПР№ 16
ПК 3.4. Определять координаты границ земельных участков и вычислять их площади.	- выбор технологий геодезических измерений, обеспечивающих необходимую точность определения координат границ земельных участков; - выполнение перехода от государственных геодезических сетей к местным и наоборот; - вычисление координат границ земельных участков по результатам геодезических измерений; - вычисление площадей земельных участков по прямоугольным координатам их границ	Оценивание практических работ и результатов практик: УП.03 ПП.03 ПР№ 1- ПР№ 16
ПК 3.5. Выполнять поверку и юстировку геодезических приборов и инструментов	- обеспечение максимально возможной точности геодезических измерений для данного прибора при данной методике измерений	Оценивание лабораторных работ и результатов практик

Таблица 2. Показатели оценки сформированности

ОК, (в т.ч. частичной)

Общие компетенции (возможна частичная сформированность)	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
ОК.01 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	- проявление интереса к будущей профессии - участие в научно-исследовательской работе; - участие в профессиональных конкурсах	Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики
ОК.02 Анализировать социально-экономические и политические проблемы и процессы, использовать методы гуманитарно-социологических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности	- знание исторических и культурных традиций страны в целом и места проживания; - отсутствие нетерпимости к представителям других народов и национальностей, их культуре и традициям	Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики
ОК.03 Организовывать свою собственную	- выбор и применение методов и технологий решения профессиональных	Оценивание практических и

<p>деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p>	<p>задач в области геодезии с основами картографии и картографического черчения;</p> <p>- оценка точности выполненных работ</p>	<p>лабораторных работ учебной и производственной практики</p>
<p>ОК.04 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.</p>	<p>- решение стандартных и нестандартных задач при выполнении картографо-геодезических работ;</p>	<p>Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики</p>
<p>ОК.05 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p>	<p>- эффективный поиск необходимой информации;</p> <p>- использование ГИС технологий</p>	<p>Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики</p>
<p>ОК.06 Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями</p>	<p>- создание и поддержание благоприятного психологического климата в бригаде, учебной группе, способствующего успешному выполнению учебных заданий</p> <p>- владение профессиональной лексикой, этическими нормами поведения, приемами саморегуляции поведения в процессе межличностного общения.</p>	<p>Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики</p>
<p>ОК.07 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p>	<p>- организация самостоятельных занятий при изучении и освоении профессионального модуля</p>	<p>Оценивание результатов самостоятельных работ и производственной практики</p>
<p>ОК.08 Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.</p>	<p>- анализ инноваций в области картографо-геодезического производства</p>	<p>Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики</p>

ОК 9. Уважительно и бережно относится к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные традиции	- знание исторических и культурных традиций страны в целом и места проживания; - отсутствие нетерпимости к представителям других народов и национальностей, их культуре и традициям	Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики
ОК10. Соблюдать правила техники безопасности, нести ответственность за организацию мероприятий по обеспечению безопасности труда	- демонстрация знаний и соблюдение правил техники безопасности	Оценивание практических и лабораторных работ учебной и производственной практики

1.1.3. Дидактические единицы «иметь практический опыт», «уметь» и «знать»

В результате освоения программы профессионального модуля обучающийся должен освоить следующие дидактические единицы.

Таблица 3. Перечень дидактических единиц в МДК и заданий для проверки

Коды	Наименования	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
Иметь практический опыт:			
ПО 1	выполнения картографо-геодезических работ;	- выполнение планово-высотного обоснования; - выполнение проектировочных, полевых и камеральных работ	учебная практика УП.03
Уметь:			
У 1	читать топографические и тематические карты и планы в соответствии с условными знаками и условными обозначениями;	- определение масштаба - точность и скорость чтения условных знаков топографических карт и планов - точность и скорость чтения топографических и тематических карт и планов	ПР№ 1 ПР№ 2 ПР№ 3 ПР№ 4 ПР№ 5 ПР№ 6
У 2	производить линейные и угловые измерения, а также измерения превышения местности;	- выполнение линейных и угловых измерений, выполнение измерений превышения местности	ПР№ 9 ПР№ 10 ПР№ 11 Тест№ 1 Тест№ 2
У 3	изображать ситуацию и рельеф местности на	- изображение рельефа местности на топографических и тематических	ПР№ 3 Тест№ 3

	топографических и тематических картах и планах;	картах и планах	
У 4	использовать государственные геодезические сети, сети сгущения, съемочные сети, а также сети специального назначения для производства картографо-геодезических работ;	- использование государственных геодезических сетей, съемочных сетей и сетей специального назначения для производства картографо-геодезических работ	ПР№ 9 ПР№ 10
У 5	составлять картографические материалы (топографические и тематические карты и планы);	- вычисление координат точек теодолитного хода - обработка полевых материалов проекций высотного хода - составление топографических и тематических карт и планов	ПР№ 13 ПР№ 15 ПР№ 16
У 6	производить переход от государственных геодезических сетей к местным и наоборот;	- составление схемы теодолитного хода - использование высотной сети Российской Федерации - обработка полевых материалов проложения высотного хода	ПР№ 13 ПР№ 14 ПР№ 15
Знать:			
З 1	принципы построения геодезических сетей;	- решение задач на ориентирование линий - определение углов ориентирования по топографической карте - построение схемы нивелирного хода - построение теодолитного хода	ПР№ 9 ПР№ 10 ПР№ 12 ПР№ 13
32	основные понятия об ориентировании направлений;	- определение меридианов и параллелей, широты и долготы	ПР№ 2
33	разграфку и номенклатуру топографических карт и планов;	- определение ряда карты и номера колонны	ПР№ 2
34	условные знаки, принятые для данного масштаба топографических (тематических) карт и планов;	- вычерчивание условных знаков топографических карт и планов - чтение рельефа по горизонталям и условным знакам - вычерчивание элементов содержания топографических карт и планов	ПР№ 3 ПР№ 5

		- выполнение сравнительного анализа условных знаков топографических карт и планов	ПР№ 6
35	принципы устройства современных геодезических приборов;	- настройка, использование, поверка и юстировка теодолита, нивелира и тахеометра.	ЛР № 1 ЛР№ 2 ЛР№ 3 ЛР№ 4
36	основные понятия о системах координат и высот;	- определение прямоугольных и географических координат - определение расстояний по топографическим картам	ПР№1 ПР№ 8
37	основные способы выноса проекта в натуру.	- генерализация элементов содержания топографических карт и планов - подготовка топографической основы - составление плана	ПР№ 7 ПР№ 16

1.2. Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю

Обязательной формой аттестации по итогам освоения программы профессионального модуля является экзамен (квалификационный). Результатом этого экзамена является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности освоен / не освоен».

Для составных элементов профессионального модуля предусмотрена промежуточная аттестация.

Таблица 4. Запланированные формы промежуточной аттестации

Элементы модуля, профессиональный модуль	Формы промежуточной аттестации
МДК.03.01 Геодезия с основами картографии и картографического черчения	<i>Экзамен</i>
УЗ.03	<i>Дифференцированный зачет</i>
ПМ.03	<i>Экзамен (квалификационный)</i>

II. Оценка освоения междисциплинарного курса

2.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки освоения МДК.03.01 Геодезия с основами картографии и картографического черчения являются умения и знания.

Контроль и оценка этих дидактических единиц осуществляются с использованием следующих форм и методов:

- оценивание практических и лабораторных работ;
- тестирование, решение кейс-заданий;
- экзамен.

Оценка освоения МДК предусматривает использование сочетания накопительной системы оценивания (оценивание практических, лабораторных работ и теоретических знаний путем тестирования) и проведения экзамена по МДК.

2.2. Перечень заданий для оценки освоения МДК

Таблица 5. Перечень заданий в МДК

№№ заданий	Проверяемые результаты обучения (У и З)	Тип задания	Возможности использования
ПР№ 1,2,3,4,5,6	У1	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПР№1,2,9,10,11 Тест№ 1,2	У2	<i>практические работы, тестирование</i>	<i>текущий контроль</i>
ПР№ 3 Тест№ 3, 4	У3	<i>практические работы, тестирование</i>	<i>текущий контроль</i>
ПР№ 9, 10	У4	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПР№ 13,15,16	У5	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПР№ 13,14,15	У6	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
Тест№ 6	У1,2,3,4,5,6	<i>тестирование</i>	<i>промежуточная</i>

			<i>аттестация (ДЗ)</i>
ПРН№ 9,10,12,13	31	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПРН№ 2	32	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПРН№ 2	33	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПРН№ 3,5,6	34	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ЛРН№ 1,2,3,4	35	<i>лабораторные работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПРН№ 1,8	36	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
ПРН№ 7,16	37	<i>практические работы</i>	<i>текущий контроль</i>
Тест№ 6	31,2,3,4,5,6,7	<i>тестирование</i>	<i>промежуточная аттестация (ДЗ)</i>

Кейс-задания

1. Геодезия как наука.

Задание: Дайте определение геодезии.

2.Картография как наука.

Задание: Покажите место картографии в системе наук.

3.Математическая основа карт. Картографические знаки и способы картографического изображения.

Задание 1: Представьте классификацию картографических проекций. Дайте пояснения к каждому типу проекций.

Задание 2: Представьте классификацию способов картографического изображения. Дайте пояснения к каждому способу.

4.Картографические модели природопользования.

Задание 1: Дайте комплексную характеристику территории по карте. Наметьте опасные участки при возможных экологических катастрофах (обвалы, осыпи, наводнения и т.д.).

Оценка по учебной практике

Формы и методы оценивания

Предметом оценки по учебной практике обязательно являются дидактические единицы «иметь практический опыт» и «уметь».

Контроль и оценка этих дидактических единиц осуществляются с использованием следующих форм и методов: промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета по учебной практике.

Оценка по учебной практике выставляется на основании аттестационного листа.

Перечень видов работ для проверки результатов освоения программы профессионального модуля на практике

Учебная практика

Таблица. Перечень видов работ учебной практики

Виды работ	Коды проверяемых результатов		
	ПК	ОК	ПО, У
Тема 1. Основные правила организации полевых картографо-геодезических работ на местности.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6
Тема 2. Правила техники безопасности при проведении полевых работ.	ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У2
Тема 3. Физико- и экономико-географические особенности района прохождения полевых этапов практики.	ПК 3.1 ПК 3.2	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3
Тема 4. Глазомерная съёмка местности (полярная и маршрутная).	ПК 3.1 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У2 У3
Тема 5. Ватерпасовка.	ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4

Тема 6. Геометрическое нивелирование с помощью нивелира НВ-1.	ПК 3.1 ПК 3.2	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4
Тема 7. Барометрическое нивелирование.	ПК 3.1 ПК 3.2	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У2 У3 У4
Тема 8. Техническое обследование зданий и сооружений.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6
Тема 9. Построение вертикального профиля рельефа местности.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4
Тема 10. Картографическое описание природных и хозяйственных объектов	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6
Тема 11. Создание плана местности.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6
Тема 12. Создание комплексного профиля территории.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6
Тема 13. Уточнение данных геодезических съёмок и удаление невязки пикетажного нивелирования.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3
Тема 14. Составление группового отчёта по практике.	ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3 ПК 3.4 ПК 3.5	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК. 04 ОК.05 ОК.06 ОК.07 ОК.08 ОК.09 ОК.10	ПО 1 У1 У2 У3 У4 У5 У6

Форма аттестационного листа по практике

Комплексный зачет по учебной практике выставляется на основании данных аттестационного листа (характеристики профессиональной деятельности обучающегося на практике) с указанием видов работ, выполненных обучающимся во время практики, их объема, качества выполнения в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика.

Аттестационный лист по учебной практике

1. ФИО студента _____
№ группы _____
специальность _____

успешно прошел(ла) учебную практику по профессиональному модулю
ПМ. 03 Картографо-геодезическое сопровождение земельно-имущественных отношений

(наименование профессионального модуля)

в объеме _____ часов с «___» _____ 20___ г. по «___» _____ 20___ г.
в организации (ях) _____

(наименование организации, юридический адрес)

2. Виды и качество выполнения работ

Виды работ, выполненных обучающимися во время ученой практики	Качество выполнения работ в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика (оценка)
Инструктажи по технике безопасности, внутреннему распорядку, правилам работы с документами и оборудованием. Выдача технического задания.	
Проектировочные работы согласно техническому заданию.	
Полевые работы согласно техническому заданию.	
Камеральные работы согласно техническому заданию	
Написание отчета по практике	

Характеристика учебной деятельности обучающегося во время практики

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ:

1 балл – качество высокое, ярко выраженное, проявляется всегда;

0 баллов – качество выражено слабо, не выражено.

Оценка «5»- 16-21 балл;

Оценка «4»- 13-15 баллов;

Оценка «3»- 9-12 баллов;

Оценка «2»- ниже 9 баллов

№ п/п	Показатели деятельности	баллы	примечание
1	Отношение к работе (профессии)		
1.1	Проявляет интерес к получаемой профессии		
1.2	Способен (на) планировать свои действия, исходя из поставленных задач		
1.3	Способен (на) выполнять все, что запланировано		
1.4	Проявляет обдуманную инициативу, способен (на) усовершенствовать процесс своей работы		
1.5	Имеет перспективы профессионального развития		
2	Качество и результативность		
2.1	Умеет читать топографические и тематические карты и планы в соответствии с условными знаками и условными обозначениями		
2.2	Умеет производить линейные и угловые измерения, а также измерения превышения местности		
2.3	Умеет изображать ситуацию и рельеф местности на топографических и тематических картах и планах		
2.4	Умеет использовать государственные геодезические сети, сети сгущения, съемочные сети, а также сети специального назначения для производства картографо-геодезических работ		
2.5	Умеет составлять картографические материалы (топографические и тематические карты и планы)		
2.6	Умеет производить переход от государственных геодезических сетей к местным и наоборот		
3	Исполнительность и ответственность		
3.1	Рационально планирует и организует собственную деятельность (в том числе в условиях командной работы)		
3.2	Старательно и успешно выполняет свои профессиональные обязанности, соблюдает		

	сроки выполнения работ		
3.3	Самостоятелен (льна), не нуждается в постоянном контроле		
4.	Взаимодействие с окружающими		
4.1	Умеет устанавливать профессиональные контакты		
4.2	Соблюдает нормы делового общения и профессиональной этики		
4.3	Строит профессиональное общение с учетом социально-профессионального статуса, ситуации общения, и индивидуальных особенностей участников коммуникации		
4.4	Правильно организывает психологический контакт с клиентами (потребителями услуг)		
5	Способность к адаптации		
5.1	Соблюдает правила внутреннего трудового распорядка		
5.2	Уяснил основные должностные обязанности и ответственность за их выполнение		
5.3	Соблюдает технологические правила и процедуры, характерные для данного вида профессиональной деятельности, рабочего места, отдела, предприятия		
	Итоговая оценка		

Профессиональные и личные качества обучающегося, заслуживающие особого внимания: _____

Закключение:

В процессе учебной практики обучающийся _____
(*продемонстрировал/не продемонстрировал*) владение профессиональными и общими компетенциями.

Дата «__» _____ 20__ г.

Подпись руководителя практики
от организации – базы практики _____ / ФИО, должность

Подпись преподавателя _____ / ФИО

Контрольно-оценочные материалы для экзамена (квалификационного)

Формы проведения экзамена (квалификационного)

Экзамен (квалификационный) представляет собой защиту отчета по учебной практике.

При отрицательном заключении хотя бы по одной из профессиональных компетенций принимается решение «вид профессиональной деятельности не освоен».

Форма оценочной ведомости

<p>ОЦЕНОЧНАЯ ВЕДОМОСТЬ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ ПМ.03 КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ</p> <p>ФИО</p> <p>обучающийся(ая) на 2 курсе по специальности СПО 21.02.05 Земельно-имущественные отношения, базовой подготовки освоил(а) программу профессионального модуля ПМ.03 Картографо-геодезическое сопровождение земельно-имущественных отношений в объеме ____ час.с «__» ____ .20__ г. по «__» ____ .20__ г.</p> <p><i>Результаты промежуточной аттестации по элементам профессионального модуля:</i></p>

Элементы модуля (код и наименование МДК, код практики)	Формы промежуточной аттестации	Оценка
МДК.03.01 Геодезия с основами картографии и картографического черчения	Экзамен	
УП.03 Учебная практика	Дифференцированный зачет	

Итоги экзамена (квалификационного)

Коды и наименования проверяемых компетенций	Оценка (1-компетенция сформирована, 0- компетенция не сформирована)
ПК 3.1. Выполнять работы по картографо-геодезическому	

обеспечению территорий, создавать графические материалы	
ПК 3.2. Использовать государственные геодезические сети и иные сети для производства картографо-геодезических работ.	
ПК 3.3. Использовать в практической деятельности геоинформационные системы.	
ПК 3.4. Определять координаты границ земельных участков и вычислять их площади.	
ПК 3.5. Выполнять поверку и юстировку геодезических приборов и инструментов	
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	
ОК 2. Анализировать социально-экономические и политические проблемы и процессы, использовать методы гуманитарно-социологических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности	
ОК 3. Организовывать свою собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	
ОК 4. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях	
ОК 5. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	
ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать её сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями	
ОК 7. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации	
ОК 8. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.	
ОК 9. Уважительно и бережно относится к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные традиции	
ОК10. Соблюдать правила техники безопасности, нести ответственность за организацию мероприятий по обеспечению безопасности труда	
ИТОГО БАЛЛОВ	

Дата ____ . ____ . 20 ____ Вид профессиональной деятельности _____
(освоен/не освоен)

Подписи членов экзаменационной комиссии

_____/ ФИО, должность
_____/ ФИО, должность
_____/ ФИО, должность

Задания для практических работ

Проектирование планового обоснования для замкнутого теодолитного хода

Задание:

По теодолитной съемке местности построить план строительного участка и выполнить плановую привязку здания.

Этапы решения:

1. Уравнивание углов.
2. Вычисление дирекционных углов, румбов.
3. Вычисление и уравнивание приращений координат.
4. Вычисление координат точек теодолитного хода.
5. Построение координатной сетки и полигона по координатам.
6. Вычисление разбивочных элементов плановой привязки углов здания.

Исходные данные для примера:

1. С целью составления плана теодолитного хода была выполнена теодолитная съемка будущей строительной площадки. Для этого на местности было создано планово-высотное съемочное обоснование в виде основного замкнутого полигона. На каждой точке планового съемочного обоснования (теодолитного хода) измерены правые по ходу горизонтальные углы и длины всех сторон.

Значения измеренных углов и длин линий приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ точек	Горизонтальные углы		Длины линий, м	Углы наклона	Поправка за наклон	Горизонтальное проложение, м
	°	'				
1	2	3	4	5	6	7
1	110	06	50,36	0°26'	-	50,36
2	81	01'30''	64,17	1°57'	-0,05	64,12
3	93	57'30''	61,79	0°25'	-	61,79
4	74	56'30''	61,83	1°44'	-0,05	61,78

2. Известны дирекционный угол β_{1-2} стороны 1-2, координаты x и y точки 1 теодолитного хода.

Расчет исходных данных:

1. Исходный дирекционный угол β_{1-2} вычисляется условно по формуле в соответствии с порядковым номером по списку и фамилией студента: число градусов равно двум цифрам шифра студента плюс столько градусов сколько букв в фамилии студента, число минут-18' плюс сколько букв в фамилии студента.

Например: № 10 Иванов $\alpha_{1-2} = 0^\circ 18' + 10^\circ + 6^\circ 06' = 16^\circ 24'$

2. Значения исходных координат точки 1 определяются по формуле:

$$x_1 = y_1 = 100,00 + A, A,$$

где A - число букв в фамилии студента

Например: Иванов $x_1=y_1=100,00+6,06м=106,06м$

Пример решения задачи:

1. Выписываем в ведомость вычисления координат исходные данные (см. таблицу 5);

- а) измеренные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ в графу 2,
- б) начальный дирекционный угол α_{1-2} в графу 4,
- в) горизонтальные проложения сторон полигона $d_{1-2}, d_{2-3}, d_{3-4}, d_{4-1}$ в графу 6,
- г) координаты начальной точки $X_1=Y_1$ в графы 11, 12.

1 этап. 2. Производим уравнивание измеренных углов полигона.

Для замкнутого полигона теоретическая сумма углов вычисляется по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n-2),$$

где n - число углов хода.

В примере $n=4$, следовательно

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(4-2) = 360^\circ 00'.$$

Но так как при измерении углов допускались некоторые погрешности, то фактическая сумма

$$\sum \beta_{\text{изм}} \neq \sum \beta_{\text{теор}},$$

а разница между

$\sum \beta_{\text{изм}}$ и $\sum \beta_{\text{теор}}$ называется угловой невязкой.

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}.$$

где $\sum \beta_{\text{изм}}$ - сумма измеренных углов, равная для нашего примера:

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 360^\circ 01' 30''$$

$$f_\beta = 360^\circ 01' 30'' - 360^\circ 00' = 01' 30''$$

Величина полученной невязки характеризует качество угловых измерений: чем меньше невязка, тем лучше они выполнены, и наоборот. Поэтому f_β не может быть больше заранее установленной (допустимой) угловой невязки, которая для теодолитного хода с числом углов n подсчитывается по формуле:

$$f_\beta \text{ доп.} = \pm 1' \sqrt{n},$$

Для нашего примера: $f_\beta \text{ доп.} = \pm 1' \sqrt{4} = 2'$

При допустимой величине угловой невязки, т.е. когда

$$f_\beta \leq f_\beta \text{ доп.},$$

Для нашего примера: $01' 30'' \leq 2'$

Угловая невязка в общем случае распределяется между всеми углами поровну с обратным знаком. Каждый угол получит поправку Δ_β , равную

$$\Delta_\beta = - f_\beta / n.$$

Для нашего случая $f_\beta = 01' 30''$

Ее удобно распределить на те углы, которые имеют не целое число минут. Поправку для углов 2, 3 и 4 возьмем равной $-0' 30''$, а для угла 1 - нуль.

Горизонтальные углы, получившие поправку, называются исправленными и вычисляются по формуле:

$$\beta_{\text{испр.}} = \beta_{\text{изм.}} + \Delta_\beta$$

Исправленные углы записываются в графу 3 ведомости вычисления координат.

Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме, т.е. $\sum \beta_{\text{испр.}} = \sum \beta_{\text{теор}}$

2 этап. 3. Вычисление дирекционных углов

Исходный дирекционный угол вычисляется в соответствии с заданием. По исходному дирекционному углу, который, например, для стороны 1-2 равен $16^{\circ}24'$, вычисляем дирекционные углы остальных сторон теодолитного хода. Вычисления ведут по правилу: дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус исправленный горизонтальный угол, лежащий справа по ходу:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^{\circ} - \beta_n$$

Например:

$$\alpha_{2-3} = 16^{\circ}24' + 180^{\circ} - 81^{\circ}01' = 115^{\circ}23' ;$$

$$\alpha_{3-4} = 115^{\circ}23' + 180^{\circ} - 93^{\circ}57' = 201^{\circ}26' ;$$

$$\alpha_{4-1} = 201^{\circ}26' + 180^{\circ} - 74^{\circ}56' = 306^{\circ}30' ;$$

$$\alpha_{1-2} = 306^{\circ}30' + 180^{\circ} - 110^{\circ}06' = 376^{\circ}24' - 360^{\circ}00' = 16^{\circ}24'$$

Если при вычислении уменьшаемый угол окажется меньше вычитаемого, то к уменьшаемому углу нужно прибавить 360° . Если вычисленный дирекционный угол окажется больше 360° , из него вычитают 360° . Дирекционный угол исходной стороны 1-2, получаемый в конце, служит контролем вычислений.

Используя формулы взаимосвязи дирекционных углов и румбов (таблица 2), по значениям дирекционных углов вычисляют румбы.

Таблица 2- **Зависимость дирекционных углов и румбов**

Направление линии	Дирекционный угол (α)	Румб (r)
СВ	$0^{\circ} - 90^{\circ}$	$r = \alpha$
ЮВ	$90^{\circ} - 180^{\circ}$	$r = 180^{\circ} - \alpha$
ЮЗ	$180^{\circ} - 270^{\circ}$	$r = \alpha - 180^{\circ}$
СЗ	$270^{\circ} - 360^{\circ}$	$r = 360^{\circ} - \alpha$

В ведомости вычисления координат записи горизонтальных проложений и их дирекционных углов и румбов делаются в строке между конечными точками той линии, к которой они относятся.

3 этап. 4. Вычисление приращений координат и уравнивание линейных измерений

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:

$$\Delta X = d \cos r, \quad \Delta Y = d \sin r;$$

Приращения координат записывают с их знаками в графы 7 и 8 на одной строке с соответствующим горизонтальным проложением d и дирекционным углом α . Знак приращения координат определяют по направлению румба (таблица 3).

Таблица 3 –Знаки приращений координат

Приращение	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Знак ΔX	+	-	-	+
Знак ΔY	+	+	-	-

1. Подсчитываем алгебраические суммы ΔX и ΔY

Которые характеризуют удаление конечного пункта теодолитного хода по соответствующим осям относительно начального пункта.

Для замкнутого теодолитного хода теоретические значения этих величин должны быть равны нулю:

$$\Sigma \Delta X = 0, \quad \Sigma \Delta Y = 0$$

Но из-за погрешностей в измерениях линий значения сумм получаются отличными от нуля. Величины f_x и f_y называют невязками приращений координат по осям X и Y и вычисляют:

$$\Sigma \Delta X = f_x, \quad \Sigma \Delta Y = f_y.$$

В данном примере имеем: $f_x = +0,01$ м, $f_y = -0,03$ м

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

2. Абсолютную невязку периметра теодолитного хода вычисляют по теореме Пифагора:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}$$

В данном примере имеем:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{+0,01^2 + (-0,03)^2} = 0,03 \text{ м}$$

3. Вычисляем относительную линейную невязку

Точность теодолитного хода оценивается по величине относительной невязки, которая не должна превышать 1/2000 доли периметра, т.е.:

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / P \leq 1/2000.$$

где P - периметр полигона.

В примере:

$$f_{\text{отн}} = 0,03/237,93 = (0,003:0,03)/(237,93:0,03) = 1/7931 < 1/2000$$

Если невязка в периметре допустима, то невязки f_x и f_y распределяют с обратным знаком на все приращения ΔX_i и ΔY_i ; прямо пропорционально длинам линий с округлением до 0.01 м. Соответствующие поправки вычисляют по формулам:

$$\Delta f_x = (-f_x/P)d_i, \quad \Delta f_y = (-f_y/P)d_i$$

Где $\Delta f_x, \Delta f_y$ - величины невязки, приходящиеся на сторону.

Если величина цифры линейной невязки меньше количества сторон полигона (в данном примере $f_x = +0,01$, цифра 1, количество сторон равно 4), то в этом случае невязку нужно распределить на наиболее протяженную сторону (в примере $d_{\text{наиб.}} = 64,12$).

Невязку $\Delta f_y = -0,03$, в этом случае распределяем по одной сотой на наиболее длинные стороны.

Прибавляя вычисленные поправки к ΔX_i и ΔY_i , получают исправленные значения приращений координат, которые записывают в графы 9 и 10.

Контролем вычисления исправленных приращений координат будут равенства:

$$\Sigma \Delta X_{\text{исп.}} = 0$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{исп.}} = 0$$

4 этап. 8. Вычисление координат пунктов теодолитного хода.

Заключительным этапом обработки является вычисление координат

X_i и Y_i пунктов теодолитного хода. В соответствующую графу ведомости выписывают координаты начального пункта X_1, Y_1 (в соответствии с заданием). Координаты остальных

пунктов получают последовательным алгебраическим сложением координат предыдущей точки хода с исправленными приращениями координат:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{n,n+1}^{\text{испр}}$$

$$Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{n,n+1}^{\text{испр}}$$

Сначала вычисляют координаты X_i всех пунктов хода, затем координаты Y_i . Контролем вычислений является совпадение вычисленных и исходных координат начального пункта.

Ведомость вычисления координат необходимо аккуратно оформить тушью или в карандаше в соответствии с приложением 1 на листе бумаги формата А4.

5 этап. 9. Построение плана теодолитной съемки.

Построение плана выполняют на листе чертежной бумаги формата А3 в масштабе 1:500 (1:1000).

Предварительно строят координатную сетку (взаимно перпендикулярные линии) или сеть квадратов со стороной 5 см. Для построения координатной сетки применяют различные приборы: измеритель и масштабную линейку, координатную линейку Дробышева, трафареты. Правильность построения необходимо проверить путем измерения диагоналей всех квадратов. Точность построения 0.2 мм.

Координатная сетка строится в верхней части листа таким образом, чтобы оставалось свободное место для построения линейного масштаба и чертежного штампа.

Координатную сетку следует подписать в соответствии со значениями координат пунктов теодолитного хода, при этом значения X возрастают снизу вверх, а Y - слева направо. Юго-западный угол сетки должен иметь координаты меньше минимальных в ведомости координат и кратные отрезку местности, которому соответствует сторона квадрата. В принятом масштабе сторона квадрата равна 25 (50) метрам.

При помощи линейки с поперечным масштабом и измерителя наносят на план по координатам все пункты теодолитного хода в таком порядке:

- определяют, по координатам пункта квадрат, внутри которого он находится;
- находят разности координат пункта и юго-западного угла этого квадрата Δx и Δy ;
- откладывают отрезок Δx в масштабе плана от нижней горизонтальной линии вверх на левой и правой сторонах квадрата;
- соединяют полученные точки тонкой линией и на ней вправо откладывают отрезок Δy в масштабе плана, обозначая его конец наколом, который обводят кружком, и рядом подписывают номер пункта.

Правильность нанесения на план пунктов теодолитного хода проверяют путем сравнения длин сторон хода, измеренных на плане, с их размерами, записанными в ведомости вычисления координат.

Рядом с точками теодолитного хода надписать значения румбов и горизонтальных проложений сторон полигона (см. рисунок 1).

После нанесения на план вершин теодолитного хода и контроля, их последовательно соединяют тонкими линиями. Построенное таким образом плановое обоснование служит основой для нанесения контуров местности.

На план теодолитного хода накладываем контур здания 12х36 м произвольно, два угла которого привязываем к плановым точкам ближайшей стороны полигона полярным способом.

6 этап. 10. Геодезическая подготовка данных для перенесения в натуру проекта сооружения

Для запроектированного на плане сооружения, следует подготовить разбивочные элементы для главных точек сооружения (точки А и Д). В качестве опорных пунктов использовать точки 1 и 4 теодолитного хода.

Разбивочными элементами будут длины линий, соединяющие точки сооружения с пунктами теодолитного хода и углы между этими линиями и сторонами хода, т.е.: S_{1-A} , β_1 , S_{4-D} , β_2 .

Решают обратную геодезическую задачу (плановая привязка здания) для линий 1-А и 4-Д. Пользуясь линейкой, определяем координаты углов здания графическим способом.

В данном примере координаты точек:

$$X_A=1,40 \text{ м}, \quad Y_A=20,20 \text{ м},$$

$$X_D=1,40 \text{ м}, \quad Y_D=56,20 \text{ м},$$

Значения координат точек теодолитного хода т.1 и т.4, нужно взять из ведомости вычисления координат (см.

таблица 6):

$$X_1=0,00 \quad \text{м},$$

$$X_4=-36,70 \text{ м}, \quad Y_4=49,59 \text{ м},$$

Для определения стороны S_1 решаем обратную геодезическую задачу.

Таблица 4 - Плановая привязка здания

№п/п	Формулы	Направления	
		1-А	4-Д
1	$X_{\text{нач}}$	0,00	-36,70
2	$Y_{\text{нач}}$	0,00	49,59
3	$X_{\text{конеч}}$	1,40	1,40
4	$Y_{\text{конеч}}$	20,20	56,20
5	$\Delta X = X_{\text{конеч}} - X_{\text{нач}}$	1,40	38,10
6	$\Delta Y = Y_{\text{конеч}} - Y_{\text{нач}}$	20,20	6,61
7	$\text{tg } r = \Delta Y / \Delta X$	14,4280	0,1735
8	r	$86^\circ 02'$	$9^\circ 50'$
9	$S_1 = \sqrt{((\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2)}$	20,250	38,669
10	$S_2 = \Delta X / \cos r$	20,240	38,667
11	$S_3 = \Delta Y / \sin r$	20,248	38,669
12	$S_{\text{ср}} = S_1 + S_2 + S_3$	20,246	38,668
13	Y	$69^\circ 38'$	$63^\circ 20'$

Направление румбов определяют по знакам приращений координат. Вычислив румбы линий и используя румб линии 1-А и 4-Д по соответствующим формулам или из геометрических соображений, определяют искомые углы Y

На разбивочном чертеже подписывают численные значения длин линий и углов. Все проектируемые элементы (линии, подписи) показывают на чертеже красным цветом.

Таблица 5- **Ведомость вычисления координат**

№ то чек	Измер-ые углы	Исправ-ые углы	Дирекц. углы	Румбы	Гори-ое пролож ение	Вычисленные приращения		Исправлен-ные приращения		Координаты	
						±ΔX	±ΔY	±Δ X	±Δ Y	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110°06'	110°06'				-				0,00	0,00
			16° 24'	СВ: 16° 24'	50,36	+48,31	+14,22	+48,31	+14,22		
2	-30'' 81°01'30''	81°01'				-				+48,31	+14,22
			115° 23'	ЮВ: 64° 37'	64,12	-0.01 -27,48	+0.01 +57,93	-27,49	+57,94		
3	-30'' 93°57'30''	93°57'								+20,82	+72,16
			201° 26'	ЮЗ: 21° 26'	61,79	-57,52	+0.01 22,58	-57,52	-22,57		
4	-30'' 74°56'30''	74°56'								-36,70	+49,59
			306° 30'	СЗ: 53° 30'	61,70	+36,70	+0.01 49,6	+36,70	-49,59		
5										0,00	0,00

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 360^{\circ} 01' 30'' - 360^{\circ} 00' \quad P=237,97 \quad \sum \Delta X_{\text{в}}=0,01 \quad \sum \Delta Y_{\text{в}}= -0,03 \quad \sum \Delta X_{\text{н}}=0,00 \quad \sum \Delta Y_{\text{н}}= 0,00$$

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} (n-2) = 360^{\circ} 00' \quad f_x = +0,01 \quad f_y = -0,0$$

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = +1' 30''$$

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,03^2} = \pm 0,03$$

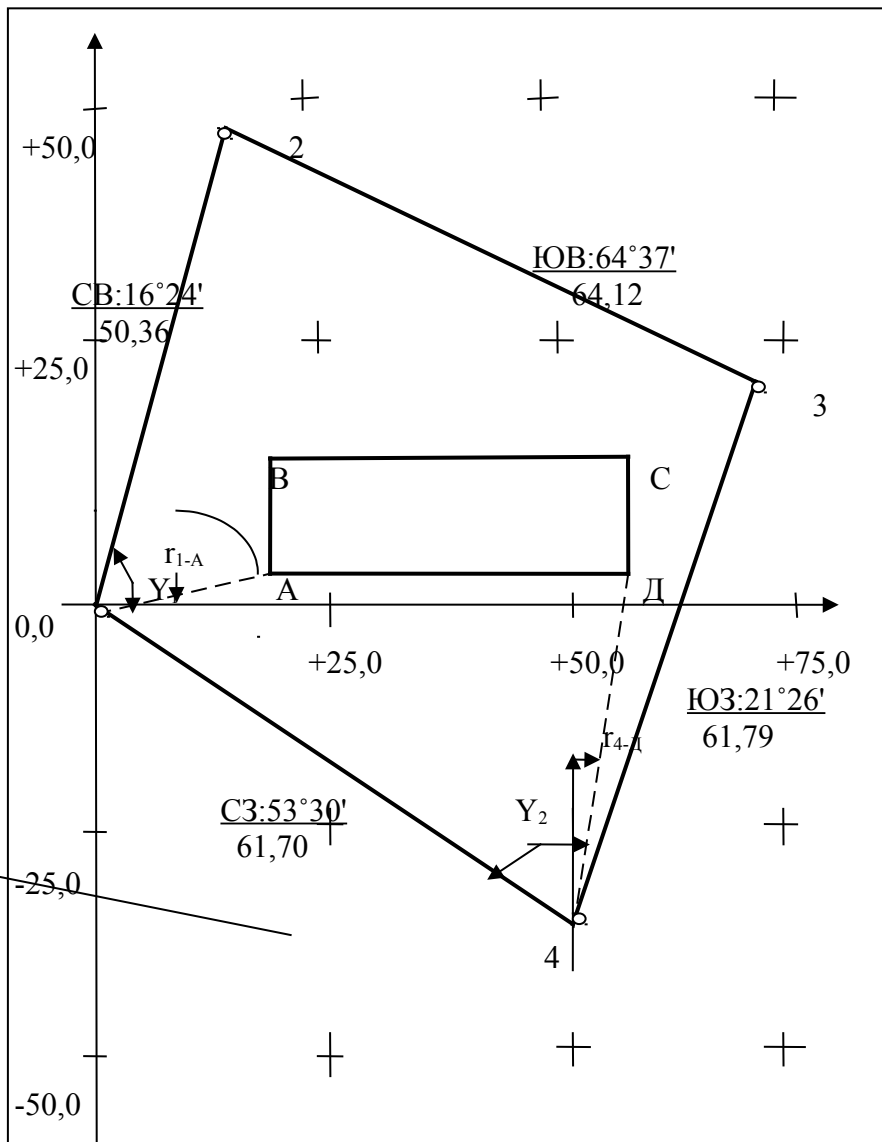
Допустимая невязка:

$$f_{\beta(\text{доп})} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 2' ; \quad f_{\beta} \leq f_{\beta(\text{доп})} \quad +1' 30'' \leq 2'$$

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / P = 0,03 / 237,97 = 1/7930 \leq 1/2000$$

Проверил преподаватель: _____ Выполнил студент: _____ Шифр _____ Дата _____

ПЛАН ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА
М 1:500



Проверил
Преподаватель _____

Составил
студент _____

Рисунок 1- План теодолитного хода

Вопросы для самоконтроля

1. Общие сведения о геодезических сетях, плановые и высотные сети, знаки закрепления сетей.
2. Виды геодезических сетей.
3. Состав работ по теодолитному ходу. Требования к выбору станции.
4. Назначение теодолитного хода.
5. Порядок обработки материалов теодолитного хода. Полевой контроль измерений.
6. Как оценить точность угловых измерений при прокладке замкнутого теодолитного хода по вычисленной практической сумме измеренных внутренних углов; $f_{\beta} = ? \sum \beta$ пр, n.
7. Как определить точность работ по прокладке теодолитного хода, если известны вычисленные невязки на координатные оси f_x , f_y , P (периметр хода).

Проектирование планового обоснования разомкнутого теодолитного хода

Вычислить координаты точек разомкнутого теодолитного хода. Построить план по координатам в масштабе 1:500. Выполнить плановую привязку здания 12х36м полярным способом.

Таблица 3- Исходные данные

№ точек хода	Измеренные углы β	Измеренные длины линий d , (м)	Координаты	
			X, (м)	Y, (м)
А			8292.43	2922.15
В	130° 42.2'		4922.46	5383.77
т.1	275° 20.8'	348.52		
т.2	127° 15.9'	277.15		
т.3	239° 51.5'	374.92		
т.4	149° 57.5'	381.44 ($v=2^{\circ} 43'$)		
С	264° 01.9'	293.22	3696.40	5892.75
Д			3523.42	5388.85

3. Исходный дирекционный угол $\hat{I}1-2$ вычисляется условно по формуле в соответствии с порядковым номером по списку и фамилией студента: число градусов равно двум цифрам шифра студента плюс столько градусов сколько букв в фамилии студента, число минут-18' плюс сколько букв в фамилии студента.

Например: № 10 Иванов $\alpha_{1-2} = 0^{\circ}18' + 10^{\circ} + 6^{\circ}06' = 16^{\circ}24'$

4. Значения исходных координат точки 1 определяются по формуле:

$$x_1 = y_1 = 100,00 + A, A,$$

где А- число букв в фамилии студента

Например: Иванов $x_1 = y_1 = 100,00 + 6,06\text{м} = 106,06\text{м}$

Этапы решения

7. Уравнивание углов.
8. Вычисление дирекционных углов, румбов.
9. Вычисление и уравнивание приращений координат.
10. Вычисление координат точек теодолитного хода.
11. Построение координатной сетки и полигона по координатам.
12. Вычисление разбивочных элементов плановой привязки углов здания.

Пример решения задачи

1. Выписываем в ведомость вычисления координат исходные данные

- а) измеренные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ в графу 2,
- б) начальный дирекционный угол α_{1-2} в графу 4,
- в) горизонтальные проложения сторон полигона $d_{1-2}, d_{2-3}, d_{3-4}, d_{4-1}$ в графу 6,
- г) координаты начальной точки $X_1=Y_1$ – в графы 11, 12.

Зная координаты X, Y пунктов государственной геодезической сети (пункты триангуляции и полигонометрии) на которые опирается теодолитный ход, решая обратную геодезическую задачу вычисляют α – начальный и конечный дирекционный угол хода.

4. Решение обратных геодезических задач.

Обратная геодезическая задача – определение длины d и дирекционного угла α направления отрезка прямой линии по данным координатам его начальной и конечной точек.

Дирекционные углы сторон опорных пунктов п.т. Заимка- п.т. Лесной и п.п. 43 – п.п. 44 определяются решением обратных задач по формулам:

и далее.

Решение обратных задач выполняется с помощью калькулятора, в последовательном порядке, приведенном в табл. 2.

Таблица 2

№ действий	Обозначения	1. п.т. Заимка 2. п.т. Лесной	1. п.п. 43 2. п.п. 44
1	Y_2	5383.77	5388.85
2	Y_1	2922.15	5892.75
3	ΔY	2461.62	-503.90
10	$\text{Sin} \alpha$	0,589854	-0,945821
11	d_1	4173,30	532,76
4	X_2	4922.46	3523.42
5	X_1	8292.43	3696.40
6	ΔX	-3369.97	-172.98
12	$\text{Cos} \alpha$	-0,807510	-0,324688
13	d_2	4173,29	532,76
7	tgr	0.73046	2.91305

8	r	36,14656 36 08,8	71,05356 71 03,2
9	α	143 51,2	251 03,1
14	Δd	0,01	0.00
15	$d_{\text{сред.}}$	4173,30	532,76

Примечание: по знакам приращений координат определяется четверть в которой расположено определяемое направление и, используя формулы перехода (рис. 3.) вычисляют дирекционные углы.

Вычислительная обработка Ведомости вычисления координат

1. Подготовительный этап.

На лицевой стороне бланка “Ведомости вычисления координат” рисуется схема теодолитного хода (рисунок 1). На схеме показываются измеренные углы β (левые по ходу), начальный и конечный дирекционные углы $\alpha_{\text{нач.}}$, $\alpha_{\text{кон.}}$, длины линий d , координаты начальной и конечной точек хода $X_{\text{нач.}}$, $Y_{\text{нач.}}$, $X_{\text{кон.}}$, $Y_{\text{кон.}}$.

В “Ведомость вычисления координат” из таблицы 3 переписываются следующие исходные данные:

5.1.1. Измеренные углы β (колонка 2),

5.1.2. Начальный и конечный дирекционные углы $\alpha_{\text{нач.}}$, $\alpha_{\text{кон.}}$ ($\alpha_{\text{нач.}}$ – т.В и т. А, $\alpha_{\text{кон.}}$ – т.С и т.Д) (колонка 5),

5.1.3. Длины линий (горизонтальные проложения) d (колонка 6).

Внимание: длина линии 3-4 ($d = 381.44$ м.) имеет угол наклона к горизонту $v = 2^{\circ} 43'$, следовательно вычисляется горизонтальное проложение по формуле $d = d \cdot \cos v = 381.44 \cdot \cos 2^{\circ} 43' = 381.01$ м.

5.1.4. Координаты начальной и конечной точек хода $X_{\text{нач.}}$, $Y_{\text{нач.}}$, $X_{\text{кон.}}$, $Y_{\text{кон.}}$ (колонки 11,12).

5.2. Вычислительный этап

Решением прямой геодезической задачи является уравнивание измеренных на местности углов и вычисленных приращений.

Общий алгоритм уравнивания заключается в сравнении суммы измеренных величин с ее теоретическим значением. Разница этих величин называется фактической невязкой, она не должна превышать определенного значения, называемого допустимой (теоретической) невязкой. Значения допустимых невязок определяются по формулам, вытекающим из теории погрешностей, иными словами, они задаются нормативными документами.

Если фактическая невязка не превышает допустимую, ее распределяют на измеренные величины, а если превышает, то результаты полевых измерений бракуются и возвращаются для повторных измерений.

Рассмотрим, например алгоритм уравнивания углов β и приращений координат Δx , Δy .

5.2.1. Вычисляется сумма измеренных углов $\sum \beta_{\text{изм.}}$. В примере (прил. 2) $\sum \beta_{\text{изм.}} = 1187^{\circ} 9' 48''$. При суммировании необходимо помнить, что в одном градусе $60'$.

+130° 42' 12"

275° 20"

+127° 15' 54"

+239° 51' 30"

Контролем вычислений является получение дирекционного угла конечной стороны. Дирекционные углы записываются в графу “Дирекционные углы” (прил. 2)

В нашем примере: $\alpha_2 = +143^\circ 51'12''$

$$\underline{130^\circ 42'30''}$$

$$\underline{274^\circ 33'42''}$$

$$\underline{180^\circ}$$

$$94^\circ 33'42''$$

.....

$$\alpha_7 = +167^\circ 00'48''$$

$$\underline{264^\circ 02'18''}$$

$$\underline{331^\circ 03'06''}$$

$$\underline{180^\circ}$$

$$251^\circ 03'06'' = \alpha_{\text{кон.}}$$

5.2.8. Вычисление приращений координат Δx , Δy по формулам:

$$\Delta x = d \times \cos \alpha$$

$$\Delta y = d \times \sin \alpha,$$

где d – длина линии, α – соответствующий дирекционный угол.

Значения Δx , Δy записываются в графу “Приращения вычисленные” с округлением до сотых (прил. 2). Пример вычисления приращений координат приведён в табл. 3.

Значения Δx , Δy записываются в соответствующую графу.

$$\Delta x = -27.72, \Delta y = +347.42$$

5.2.9. Вычисление невязок приращений координат $f_{\Delta x}$, $f_{\Delta y}$ по формулам:

$$f_{\Delta x} = \Sigma \Delta X_{\text{выч.}} - \Sigma \Delta X_{\text{теор.}}$$

$$f_{\Delta y} = \Sigma \Delta Y_{\text{выч.}} - \Sigma \Delta Y_{\text{теор.}}$$

где - $\Sigma \Delta X_{\text{выч.}}$, $\Sigma \Delta Y_{\text{выч.}}$ сумма вычисленных приращений координат Δx , Δy .

Теоретическая сумма приращений координат вычисляется по формулам:

$$\Sigma \Delta X_{\text{теор.}} = X_{\text{кон.}} - X_{\text{нач.}}$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{теор.}} = Y_{\text{кон.}} - Y_{\text{нач.}}$$

где - $X_{\text{кон.}}$, $X_{\text{нач.}}$, $Y_{\text{кон.}}$, $Y_{\text{нач.}}$ координаты начальной и конечной точек хода -

$$X_{\text{нач.}} = X_{\text{П.Т.Л.}}, X_{\text{кон.}} = X_{\text{П.П.43}}, Y_{\text{нач.}} = Y_{\text{П.Т.Л.}}, Y_{\text{кон.}} = Y_{\text{П.П.43.}}$$

Значения сумм и невязок записывают в ведомость вычисления координат (прил. 2). В нашем примере:

$$\Sigma \Delta X_{\text{выч.}} = -1225.74, \Sigma \Delta Y_{\text{выч.}} = +508.70\text{м}$$

$$\Sigma \Delta X_{\text{теор.}} = 3696.40 - 4922.46 = -1226.06\text{м}$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{теор.}} = 5892.75 - 5383.77 = 508.98\text{м}$$

$$f_{\Delta x} = -1225.74 - (-1226.06) = +0.32\text{м}$$

$$f_{\Delta y} = 508.70 - 508.98 = -0.28\text{м}$$

5.2.10. Вычисление абсолютной и относительной невязок хода.

$$f_{\text{абс.}} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,32^2 + 0,28^2} = 0,43\text{м}$$

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс.}} / \Sigma d = 0,43 / 1674,22 = 1/3894 = 1/3900$$

где - Σd сумма длин линий хода.

$f_{\text{отн}}$ вычисляется в виде простой дроби, в числителе которой стоит единица. Если $f_{\text{отн}} > 1/2000$, то необходимо проверить вычисления Δx и Δy . Значения $f_{\text{абс.}}$ и $f_{\text{отн}}$ записываются в ведомость вычисления координат.

Чтобы получить $f_{\text{отн}}$ в виде простой дроби в числителе которой стоит единица, для этого $f_{\text{абс.}} / f_{\text{абс.}} = 0.43 / 0.43 = 1$, а в знаменателе $\Sigma d / f_{\text{абс.}} = 1674.22 / 0.43 = 3894$ и полученное число округляется до сотен метров.

В результате получим $f_{\text{отн}} = 1/3900$.

5.2.11. Вычисление поправок в приращения координат по формулам:

$$(\delta x)_i = -f_{\Delta x} / \Sigma d \times d_i$$

$$(\delta y)_i = -f_{\Delta y} / \Sigma d \times d_i$$

Поправки вводятся пропорционально длинам линий хода с обратным знаком невязок, вычисляются с точностью сотых и записываются в графу “поправки $(\delta x)_i$ и $(\delta y)_i$ ” или над каждым вычисленным приращением Δx , Δy (прил. 2).

Контролем вычисления поправок является равенство:

$$\Sigma (\delta x)_i = -f_{\Delta x}$$

$$\Sigma (\delta y)_i = -f_{\Delta y}$$

Внимание: если равенство не соблюдается, то проверьте правильность округления поправок до сотых или измените их на 0.01.

В нашем примере:

$$(\delta x)_1 = -0.32 / 1674.82 \times 348.52 = -0.07 \text{ м,}$$

$$(\delta x)_2 = -0.32 / 1674.82 \times 277.15 = -0.05 \text{ м и т.д.}$$

$$(\delta y)_1 = -(-0.28) / 1674.82 \times 348.52 = +0.06 \text{ м,}$$

$$(\delta y)_2 = -(-0.28) / 1674.82 \times 277.15 = +0.05 \text{ м и т.д.}$$

5.2.12. Вычисление исправленных значений Δx , Δy по формулам

$$\Delta x_{\text{исп.}i} = \Delta x_{\text{выч.}i} + \delta x_i$$

$$\Delta y_{\text{исп.}i} = \Delta y_{\text{выч.}i} + \delta y_i$$

Каждому значению $\Delta x_{\text{выч}}$ и $\Delta y_{\text{выч}}$ соответствует своя поправка. Контролем служит равенство:

$$\Sigma \Delta x_{\text{исп.}i} = \Sigma \Delta X_{\text{теор}}$$

$$\Sigma \Delta y_{\text{исп.}i} = \Sigma \Delta Y_{\text{теор}}$$

В нашем примере:

$$\Delta x_{\text{исп.}1} = -27.72 + (-0.07) = -27.79 \text{ м}$$

$$\Delta x_{\text{исп.}2} = -273.01 + (-0.05) = -273.06 \text{ м и т.д.}$$

$$\Delta y_{\text{исп.}1} = 397.42 + (0.06) = 397.48 \text{ м}$$

$$\Delta y_{\text{исп.}2} = -47.72 + (0.05) = -47.67 \text{ м и т.д.}$$

5.2.13. Вычисление координат X и Y точек теодолитного хода по формулам:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta x_{\text{исп.}i} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$Y_{n+1} = Y_n + \Delta y_{\text{исп.}i} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

Координаты следующей точки равны координатам предыдущей точки плюс соответствующие приращения:

$$X_2 = X_1 + \Delta x_{\text{исп.}1}$$

$$X_3 = X_2 + \Delta x_{\text{исп.}2}$$

$$X_4 = X_3 + \Delta x_{\text{исп.}3} \text{ и т.д.}$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta y_{\text{исп.}1}$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta y_{\text{исп.}2} \text{ и т.д.}$$

Контролем вычисления координат являются равенства:

$$X_6 = X_{\text{кон.}}; \quad Y_6 = Y_{\text{кон.}}$$

$$\text{В нашем примере: } X_2 = 4922.46 + (-27.79) = 4894.67 \text{ м}$$

$$X_3 = 4894.67 + (-273.06) = 4621.61 \text{ м}$$

.....

$$X_6 = 3982.18 + (-285.78) = 3696.40 = X_{\text{кон.}}$$

$$Y_2 = 5383.77 + 347.48 = 5731.25 \text{ м}$$

$$Y_3 = 5731.25 + (-47.67) = 5683.58 \text{ м}$$

$$Y_6 = 5826.81 + 65.94 = 5892.75 = Y_{\text{кон.}}$$

На этом обработка ведомости вычисления координат закончена.

Приложение 2- Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода																			
№ вершин хода	Измеренные углы β		Поправки v	Исправленные углы β _{исп.}		Дирекционные углы α		Длины линий S, (м)	Приращения координат, (м)				Координаты, (м)		№ вершин хода				
	°	'		°	'	°	'		Δx	Δy	Δx	Δy	x	y					
1	2		3	4		5		6	7		8		9		10		11	12	13
A	-	-		-	-	143	51,2										8292.43	2922.15	A
B	130	42'12"	+0,3	130	42,5	94	33,7	348,52	- 27,72	+ 347,42	- 27,79	+ 347,48					4922.46	5383.77	B
1	275	20'48"	+0,4	275	21,2	189	54,9	277,15	- 273,01	- 47,72	- 273,06	- 47,67					4894.67	5731,25	1
2	127	15'54"	+0,3	127	16,2	137	11,1	374,92	- 275,02	+ 254,81	- 275,09	+ 254,87					4621.61	5683,58	2
3	239	51'30"	+0,3	239	51,8	197	02,9	381,01	- 364,27	- 111,70	- 364,34	- 111,64					4346,52	5938,45	3
4	149	57'30"	+0,4	149	57,9	167	00,8	293,22	- 285,72	+ 65,89	- 285,78	+ 65,94					3982,18	5826,81	4
C	264	01'54"	+0,4	264	02,3	251	03,1										3696.40	5892.75	C

Д																	3523.42	5388.85	Д
								ΣS= 1674,82											
									ΣΔx _{изм.} = -1225,74	ΣΔx _{теор.} = -1226,06	ΣΔy _{изм.} = +508,70	ΣΔy _{теор.} = +508,98							
Σβ _{изм.} =	1187	9,8	+2,1	1187	11,9														
Σβ _{теор.} =	1187	11,9							f _{Δx} = +0,32	f _{Δy} = -0,28									
f _β =		-2,1							f _{абс.} = √(0,32 ² + 0,28 ²) = 0,43										
f _{доп.} =		±2,4							f _{откл.} = 0,43	=	1								
									1674,22		3900								

Вертикальная планировка участка методом нивелирования поверхности по квадратам

Задание:

По плану вертикальной планировки составить:

- картограмму земляных работ и произвести подсчет объемов земляных работ;
- план участка в горизонталях с вертикальной привязкой здания.

Этапы решения задачи:

1. Вычисление черных, проектных и рабочих отметок.
2. Составление картограммы земляных работ.
3. Вычисление объемов земляных работ.
4. Составление плана участка в горизонталях.
5. Вертикальная привязка здания к строительной площадке.

Исходные данные для примера:

Нивелирование поверхности по квадратам - это вид геодезической съемки, который используется для создания крупномасштабных топографических планов. Топографические планы на основе нивелирования поверхности по квадратам широко применяются в строительстве для вертикальной планировки строительных площадок.

На схему перенесены отсчеты по черным сторонам рейки, устанавливаемой поочередно на вершинах квадратов со сторонами **20x20м**, разбитых на строительной площадке. Для высотного определения планируемой поверхности использован рабочий (строительный) репер 1, расположенный в непосредственной близости от планируемой площадки. Отметка репера определяется по формуле:

Расчет исходных данных:

$$H_{Rp} = 30,3 + A, A,$$

где A - число букв в фамилии студента.

Например Ильин: $H_{Rp} = 30,3 + 5,5 = 35,8$ м.

Отсчет по рейке на репере:

$$a = 1430 + A,$$

где A - число букв в фамилии студента.

$$a = 1430 + 5 = 1435 \text{ мм.}$$

Нивелирование произведено с одной станции.

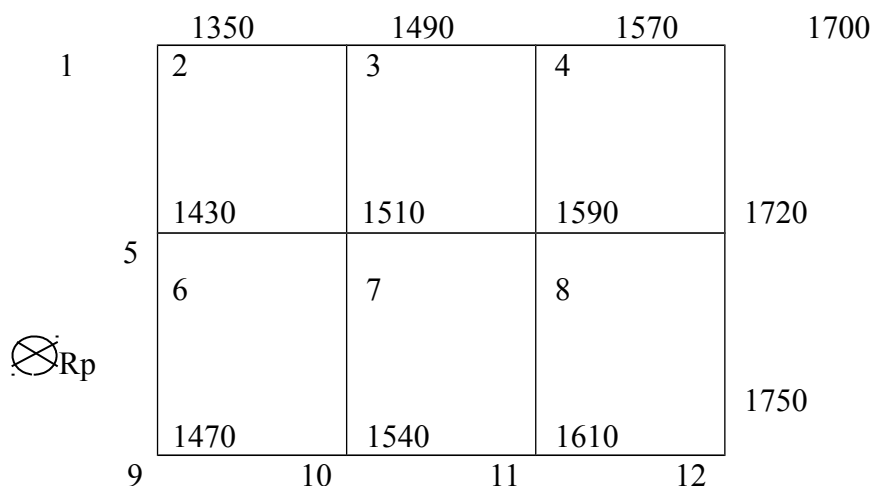


Рисунок 2- Схема нивелирования площадки

Пример решения задачи:

1 этап. 1. Вычертить на миллиметровой бумаге схему нивелирования в масштабе 1:500

С левой стороны условным знаком обозначить репер 1. Перенести на схему отсчеты по рейке на репере 1 и в вершинах квадратов (см. рисунок 2).

2. Определить отметку репера для своего варианта задачи.

Для этого к отметке репера необходимо прибавить количество метров, равное сумме двух последних цифр шифра студента. Так, если шифр оканчивается числом 10, отметка репера будет равна:

$$H_{Rp} = 34,350 + (1+0) = 35,350 \text{ м.}$$

Отметку репера перенести на схему.

5. Вычислить черные отметки (отметки земли) вершин квадратов

а) Вычислить горизонт инструмента - высоту или отметку визирного луча нивелира ГИ по формуле:

$$ГИ = H_{Rp} + a = 34,350 + 1,435 = 36,785 \text{ м;}$$

где H_{Rp} - известная отметка репера 1;

a - отсчет по рейке, установленной на репере 1.

б) вычислить черные отметки вершин квадратов по формуле:

$$H_n = ГИ - a_n,$$

где a_n - отсчет по рейке на соответствующей вершине квадрата.

$$H_1 = ГИ - a_1 = 36,785 \text{ м} - 1,350 = 35,435 \text{ м,}$$

$$H_2 = ГИ - a_2 = 36,785 \text{ м} - 1,490 = 35,295 \text{ м.}$$

Аналогичным способом вычислить черные отметки для остальных вершин квадратов.

6. Вычислить проектную (красную) отметку горизонтальной плоскости площадки

Решение задачи начинают с определения проектной отметки горизонтальной площадки с учетом минимума и баланса земляных работ по формуле:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4 \cdot n},$$

где $\sum H_1$ - сумма отметок вершин, принадлежащих только одному квадрату;

$\sum H_2$ - сумма отметок вершин, общих для двух смежных квадратов;

$\sum H_3$ - сумма отметок вершин, принадлежащих трем смежным квадратам;

$\sum H_4$ - сумма отметок вершин, общих для четырех смежных квадратов;

n - число квадратов.

В рассматриваемом примере черные отметки H_3 отсутствуют.

$$\sum H_1 = (35,435 + 35,085 + 35,315 + 35,035) = 140,87 \text{ м;}$$

$$2\sum H_2 = 2(35,295 + 35,215 + 35,355 + 35,069 + 35,245 + 35,175) = 422,708 \text{ м;}$$

$$4\sum H_4 = 4(35,275 + 35,195) = 281,88 \text{ м.}$$

$$H_{np} = \frac{140,87 + 422,708 + 281,88}{4 \times 6} = \frac{845,458}{24} = 35,228 \text{ м.}$$

Проектную (красную) отметку перенести на картограмму земляных работ.

7. Высота насыпи или глубина выемки в каждой точке проекта характеризуется величиной рабочей отметки $h_{\text{раб}}$.

Рабочие отметки вычисляются по формуле:

$$h_{\text{раб}} = H_0 - H_i,$$

где H_i - черная отметка;

H_0 - проектная (красная) отметка.

$$h_{\text{раб}1} = H_{\text{пр}} - H_1 = 35,228 - 35,435 = -0,207\text{м};$$

$$h_{\text{раб}2} = H_{\text{пр}} - H_2 = 35,228 - 35,295\text{м} = -0,067\text{м}.$$

Аналогичным способом вычислить рабочие отметки для остальных вершин квадратов. Если рабочая отметка будет иметь знак «+», то это будет насыпь, если знак «-», то это выемка.

Значения рабочих отметок записывают у соответствующих вершин сетки квадратов для построения картограммы земляных масс (рисунок).

2 Этап. 6. Вычертить на миллиметровой бумаге сетку квадратов 20х20м в масштабе 1:500.

На каждую вершину квадрата вынести соответственно: проектную (красную), черную и рабочие отметки (см. рисунок 3).

Примечание. Черные отметки на картограмме обозначить черным цветом, проектные и рабочие – красным.

7. Определить местоположение точек нулевых работ.

Указанные точки определяются на сторонах квадратов, имеющих противоположные знаки рабочих отметок. Расстояние от вершины квадрата до точки вычисляется по формуле:

$$X = \frac{a}{a+b} \times d$$

где X- расстояние от первой вершины квадрата до точки нулевых работ;

a - рабочая отметка первой вершины квадрата, от которой определяется расстояние X;

b - рабочая отметка второй вершины квадрата;

d - длина стороны квадрата, равная 20м.

	35,228	35,228	35,228	35,228
1	<u>35,435</u>	<u>35,295</u>	<u>35,215</u>	<u>35,085</u>
2	-0,207	-0,067	0,013	0,143
	35,228	35,228	35,228	35,228
	<u>35,355</u>	<u>35,275</u>	<u>35,195</u>	<u>35,069</u>
6	-0,127	-0,047	0,033	0,159
	35,228	35,228	35,228	35,228
9	<u>35,315</u>	10 <u>35,245</u>	11 <u>35,175</u>	12 <u>35,035</u>
	-0,087	-0,017	0,053	0,193

Рисунок 3

При подстановке в формулу значений рабочих отметок их знаки во внимание не принимать. Например, для стороны квадрата 2-3 с рабочими отметками -0,067 и 0,013 получаем:

$$X = \frac{-0,067 \cdot 20}{-0,067 + 0,13} = 16,75 \text{ м,}$$

что на плане соответствует 3,3 см.

Соединив все смежные точки нулевых работ, получают линию нулевых работ, которая отделяет насыпь от выемки.

Примечание. Линия нулевых работ и расстояния до точек нулевых работ вычерчиваются - синим цветом, все остальное - черным цветом.

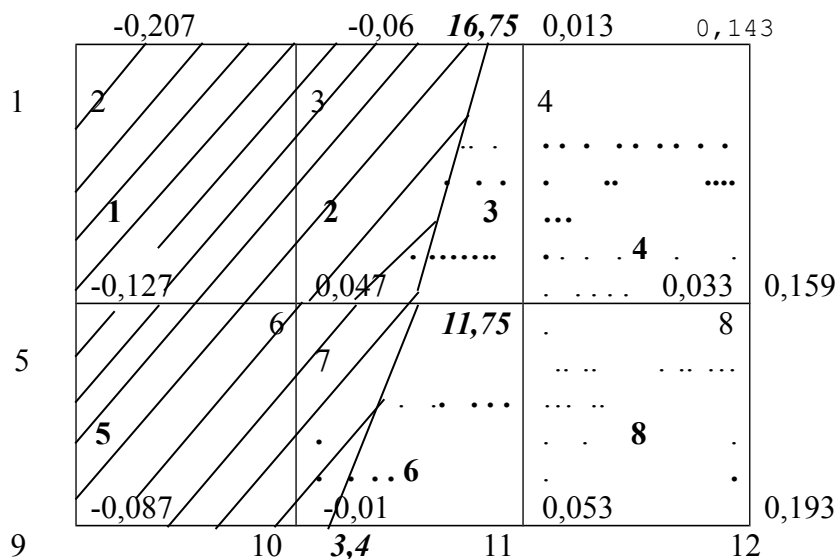


Рисунок 4 - Картограмма земляных работ

3 этап. 8. Подсчет объемов насыпей и выемок

По составленной картограмме земляных работ подсчитать объем насыпей и выемок в каждой фигуре, следующим образом:

а) пронумеровать геометрические фигуры, полученные в результате обозначения линий нулевых работ, и записать их в картограмму земляных работ (рисунок 4);

в) определить средние рабочие отметки вершин каждой фигуры и записать их в таблицу объемов земляных работ (таблица 8).

$$h_{cp} = \frac{|\sum h_i|}{n}$$

где $\sum h_i$ - сумма рабочих отметок на вешах фигур, включая и точки нулевых работ;
 n - количество вершин фигуры.

$$h_{cp1} = \frac{|-0,207| + |-0,067| + |-0,047| + |-0,127|}{4} = 0,112 \text{ м;}$$

$$h_{cp2} = \frac{|-0,067| + |0| + |0| + |-0,047|}{4} = 0,029 \text{ м;}$$

в) подсчитать площади пронумерованных фигур и записать их в таблицу объемов земляных работ;

г) определить объемы насыпей и выемок каждой фигуры и записать их значения в таблицу объемов земляных работ (таблица 6): $V_i = h_{cp1} \times S_i$.

Таблица 6- Подсчет объемов насыпи и выемок

			Объем, м ³
--	--	--	-----------------------

№ фигуры	Площадь, м ²	Ср. рабочая отметка, м	выемки	насыпи
1	400	0,112	44,8	
2	285	0,028	7,98	
5	400	0,069	27,6	
6	151,5	0,016	2,424	
$\Sigma V_B=82,804$				
3	115	0,011		0,011
4	400	0,077		30,80
7	248,5	0,034		8,449
8	400	0,109		43,60
$\Sigma V_H=82,860$				

д) составить общий баланс земляных работ, подсчитать суммы объемов земли всех насыпей и выемок;

е) вычислить погрешность баланса (в %) по формуле:

$$\Delta V\% = \frac{\Sigma V_{\max} - \Sigma V_{\min}}{\Sigma V_H + \Sigma V_B} \times 100 = \frac{82,86 - 82,804}{82,86 + 82,804} \times 100 = 0,03\%$$

где ΣV_{\max} - наибольшее значение, м³;

ΣV_{\min} - наименьшее значение из полученных значений объемов насыпей и выемок, м³;

ΣV_H - сумма объемов насыпей, м³;

ΣV_B - сумма объемов выемок, м³.

в) сравниваем полученную погрешность с допустимой:

$$\Delta V\% \leq 5\%$$

4 этап. 9. Топографический план строится на листе ватмана формата А3.

Составление топографического плана начинают с построения сетки квадратов со стороной 20 м в масштабе 1:500. Около каждой вершины квадратов выписывают отметку, округленную до сотых долей метра (рисунок 5).

Следующим этапом работы является проведение горизонталей - линий равной высоты. Высота сечения рельефа (разность отметок соседних горизонталей) кратна 5.

Положение горизонталей на плане определяют методом графического интерполирования, суть которого состоит в следующем. На листе прозрачной бумаги проводят на равных расстояниях друг от друга параллельные линии через 5 или 10 мм. Эти линии подписывают отметками, кратными высоте сечения рельефа, от самой малой отметки до самой большой. При интерполировании находят точки пересечения сторон, а в отдельных случаях и диагоналей, квадратов с горизонталями.

Рассмотрим пример интерполирования по линии 1 - 2 с отметками 35,435 м и 35,295 м. Палетку накладывают на линию плана так, чтобы точка 1 заняла положение на палетке, соответствующее ее отметке 35,435 м, а точка 2 - 35,295 м. Точки пересечения стороны квадрата с линиями палетки накалывают иглой на план, а после снятия палетки отмечают и подписывают значениями высот соответствующих им горизонталей (35,435; 35,295 м).

Интерполирование выполняется по всем сторонам всех квадратов, через которые проходят искомые горизонтали. Надписи делаются карандашом. Точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями, получая, таким образом, горизонтали.

Примечание. Сеть квадратов с отметками вершин, а также контуры местности изображаются черным цветом. Горизонталы вычерчивают коричневым цветом. При этом толщина горизонталей, кратных одному метру, равна 0,3 мм, остальных - 0,1 мм. Утолщенные горизонтали подписывают в разрыве их отметками так, чтобы верх цифр был направлен в сторону повышения рельефа.

М 1:500 (в 1см 5м)

Высота сечения рельефа 0,1м

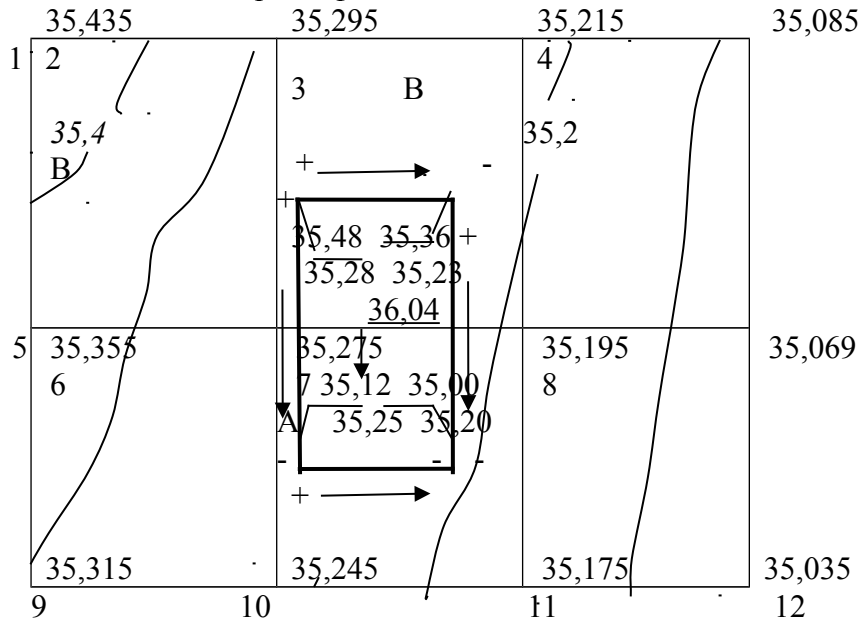


Рисунок 5- Вертикальная привязка проектируемого здания

5 этап. 10. Произвести вертикальную привязку проектируемого здания ABCD к строительной площадке.

Рельеф изображен горизонталями на плане масштаба 1:500. Проектный уклон принять равным 0,01 или 10‰.

Для выполнения этой работы необходимо:

1. Произвольно расположить здание ABCD 36 x 12м на плане в этом масштабе;
2. Найти черные отметки углов здания ABCD и проставить их на чертеже. Для определения отметок точек ABCD необходимо воспользоваться следующими рекомендациями:

- а) если точка располагается на горизонтали, ее отметка равна этой горизонтали;
- б) если точка располагается между двумя горизонталями, то ее отметка будет соответствовать отметке нижней по высоте горизонтали плюс превышение. Необходимо через эту точку провести кратчайшим путем линию, соединяющую обе горизонтали, измерить длину отрезков «а» и «d» при помощи линейки:

- а- расстояние от точки до горизонтали, младшей по высоте;
- d- заложение- расстояние между двумя горизонталями.

Отметка точки А:

$$H_A = H_{нг} + \frac{h_{сеч} \times a}{d} = 35,2 + \frac{0,1 \times 9,2}{18,4} = 35,25\text{м}$$

$H_{нг}$ - отметка нижней горизонтали;

$h_{сеч}$ - высота сечения рельефа.

3. Определить уклон земли вдоль и поперек здания:

$$I_{прод. А-В} = H_A - H_B = 35,25 - 35,28 = - 0,03\text{м};$$

$$I_{попер. В-С} = H_B - H_C = 35,28 - 35,23 = 0,05\text{м};$$

На схеме проставить знаки и направление уклона.

4. Определить среднее значение уклона

$$I_{прод.ср.} = ([I_{прод.А-В}] - [I_{прод.С-Д}]) / 2 = (0,03 + 0,03) / 2 = 0,03;$$

$$I_{попер.ср.} = ([I_{попер.А-В}] - [I_{попер.С-Д}]) / 2 = (0,05 + 0,05) / 2 = 0,05;$$

5. Найти красные отметки углов здания ABCD и проставить их на чертеже:

а) для определения красных отметок определить среднюю отметку земли по диагонали, где перепад высот максимальный:

$$H_0 = \frac{H_B + H_D}{2} = \frac{35,28 + 35,20}{2} = 35,24 \text{ м}$$

$$H_{кр} = H_0 \pm i \times d_{\text{прод}}/2 \pm i \times d_{\text{попер}}/2,$$

Где $i=0,01$ - уклон;

$d_{\text{прод}}=36\text{м}$ - длина здания;

$d_{\text{попер}}=12\text{м}$ - ширина здания.

$$H_{крА} = 35,24 - 0,03 \times 36/2 + 0,05 \times 12/2 = 35,00 \text{ м};$$

$$H_{крВ} = 35,24 + 0,03 \times 36/2 + 0,05 \times 12/2 = 36,08 \text{ м};$$

$$H_{крС} = 35,24 + 0,03 \times 36/2 - 0,05 \times 12/2 = 35,48 \text{ м};$$

$$H_{крД} = 35,24 - 0,03 \times 36/2 - 0,05 \times 12/2 = 34,40 \text{ м}.$$

6. Определить уровень чистого пола первого этажа:

$$H_{0,000} = H_0 + 0,8 = 35,24 + 0,8 = 36,04 \text{ м}.$$

Вопросы для самоконтроля:

1. Способы геометрического нивелирования. Определение превышений, отметок, горизонта инструмента.

2. Как установить нивелир? Поверки нивелира.

3. Нивелирование. Сущность измерения превышений. Методы измерения превышений.

4. Как определить отметку последующей точки через отметку предыдущей, через превышение и горизонт инструмента.

5. Порядок нивелирования на станции, контроль измерения и вычисления превышений, пояснить на схеме. Требования к выбору станции.

6. Как заполняется журнал геометрического нивелирования?

7. Нивелирные рейки.

8. Нивелирование площадей, зачем нивелируют поверхность. Как определить черные отметки?

9. В чем сущность нивелирования поверхности по квадратам.

10. Последовательность создания вертикальной планировки участка.

11. Построение картограммы земляных работ. Определение проектной отметки, рабочих отметок, положение точек нулевых работ.

Построение продольного профиля проектируемого сооружения линейного типа

Задание:

По данным журнала технического нивелирования (таблица 6) построить продольный и поперечные профили участка трассы. Нанести на продольный профиль проектную линию в соответствии с исходными данными.

Этапы решения задачи:

1. Обработка журнала технического нивелирования.
2. Построение продольного профиля трассы.
3. Построение поперечного профиля трассы.

Исходные данные для примера:

1. Журнал технического нивелирования (таблица 7).
2. Дирекционный угол начального направления трассы $55^{\circ}14'$
3. Углы поворота трассы: 1) вправо $\varphi_{пр} = 57^{\circ}20'$; $ВУ = ПК1+25$;
- 2) вправо $\varphi_{пр} = 24^{\circ}20'$; $ВУ = ПК4$;
4. Радиус поворота трассы $R = 100$ м;

При геодезических изысканиях линейных сооружений (дорог, каналов, линий электропередач и т.д.) выполняют трассирование.

При полевом трассировании на местности определяют и закрепляют специальными знаками главные точки трассы: начала и конца, вершин углов поворота. Затем по трассе прокладывают теодолитный или полигонометрический ход, разбивают пикетаж с обозначением плюсовых точек и поперечников. Пикеты закрепляют через сто метров (для дорог) кольями, забиваемыми вровень с землей. Рядом устанавливают сторожок, на котором подписывают номер пикета (рисунок 6).

Для определения высот пикетов и промежуточных точек прокладывают нивелирный ход, который привязывают к реперам. Результаты нивелирования записаны в журнал технического нивелирования линейного сооружения.

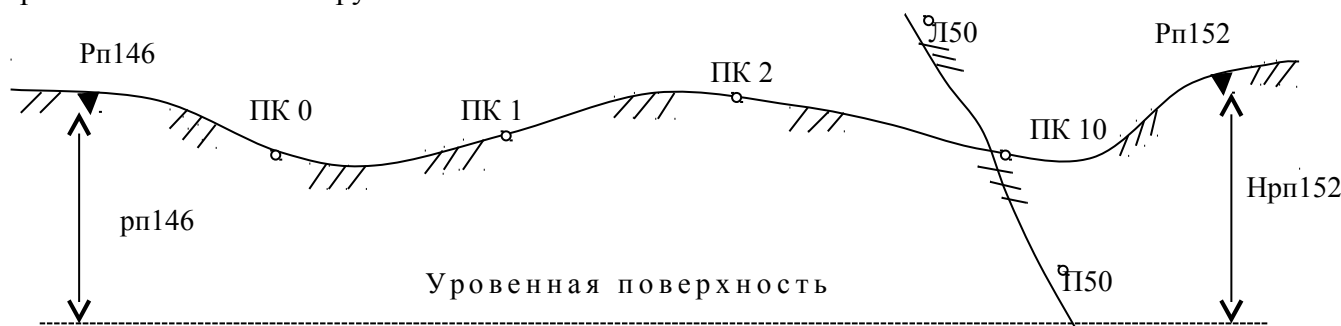


Рисунок 6- Нивелирование трассы и поперечников

Таблица 7- Журнал технического нивелирования линейного сооружения

№ Ст.	Наблюдаемые точки	Отсчёты по рейке, мм			Превышения, мм			ГИ, м	Н, м
		задн.	перед.	пром., с	выч., h	средн., h _{ср}	испр., h _{испр}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rp1 ПК0	6323 1543	6579 1798		-0256 -0255	+2 -0256	-0254		100,100 99,846
2	ПК0 +40 ПК1	6186 1407	6026 1245	1360	+0160 +0162	+2 +0161	+0163	101,253	99,846 99,893 100,009
3	ПК1 +25 ПК2	6151 1371	6082 1304	1420					
4	ПК2 +70 ПК3	6279 1499	6003 1223	1325					
5	ПК3 Л+5 Л+10 П+5 П+10 ПК4	6533 1752	6427 1648	1601 1624 1568 1571					
6	ПК4 +13 +39 ПК5	6306 1525	7764 2985	2973 2807					
7	ПК5 ПК6	6426 1645	7138 2359						
8	ПК6 +39 ПК7	6594 1814	7226 2447	1864					
9	ПК7 ПК8	6343 1563	6494 1712						
10	ПК8 +12 +26 ПК9	6530 1750	6687 1905	1910 1682					
11	ПК9 ПК10	6478 1697	6584 1803						
12	ПК10 Rp2	6502 1722	5793 1011						97,972

$$\Sigma Z = \quad \Sigma П = \quad \Sigma h_{\text{выч}} = \quad \Sigma h_{\text{ср}} = \quad \Sigma h_{\text{испр}} = H_{Rp2} - H_{Rp1}$$

$$\text{Постраничный контроль: } \Sigma h_{\text{ср}} = 1/2 \Sigma h_{\text{выч}} = 1/2 (\Sigma Z - \Sigma П) =$$

$$\Sigma h_{\text{г}} = H_{Rp2} - H_{Rp1}$$

$$\text{Невязка } f_h = \Sigma h_{\text{ср}} - \Sigma h_{\text{г}} =$$

$$\text{Допустимая невязка } f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \text{ мм } \sqrt{L} =$$

$$f_h \leq f_{h \text{ доп}}$$

$$\text{Поправки } v_h = -f_h/n$$

При нивелировании различают следующие точки:

- а) **связующие** - общие точки для двух смежных станций; между этими точками превышения определяют дважды - по черным и по красным сторонам реек (превышение, полученное по черным сторонам реек, не должно отличаться от превышения, полученного по красным сторонам реек не более чем на +4 мм); на одной станции связующая точка является передней, а на следующей станции - задней;
- б) **промежуточные** - характерные точки рельефа, на которых берут один отсчет только по черной стороне рейки;
- в) **иксовые**, которые являются связующими точками и используются при больших перепадах высот, но на профиль их не наносят.

Пример решения задачи:

Этап. Произвести обработку журнала геометрического нивелирования

В качестве примера в журнале (таблица 7) выполнена обработка результатов нивелирования на двух первых станциях.

1. На каждой станции вычисляют превышения между связующими точками: превышение равно разности заднего отсчёта “З” и переднего “П” (“взгляд назад” минус “взгляд вперёд”), то есть:

$$h = Z - П$$

Для вычисления превышения используют как отсчёты по чёрной ($Z_{чёр}$ и $П_{чёр}$), так и по красной ($Z_{кр}$ и $П_{кр}$) сторонам реек. Таким образом, для каждого превышения находят два его значения:

$$h_{чёр} = Z_{чёр} - П_{чёр}$$

$$h_{кр} = Z_{кр} - П_{кр}$$

между которыми допускается расхождение не более ± 5 мм. Вычисленные значения $h_{чёр}$ и $h_{кр}$ записываются в колонку 6 журнала, выводят среднее из них $h_{ср}$, которое округляют до целого количества миллиметров и записывают в колонку 7:

$$h_{ср} = 1/2(h_{чёр} + h_{кр})$$

Если в округляемом значении среднего превышения последней цифрой окажется 5 (десятых миллиметра), то, в соответствии с правилом Гаусса округление производят до ближайшего целого чётного числа:

0395,5 \approx 0396; 0396,5 \approx 0396; 0397,5 \approx 0398; 0398,5 \approx 0398 и т.д.

2. Для контроля правильности вычислений в журнале производят **постраничный контроль**. Для этого как показано в таблице 7 в каждой из колонок 3, 4, 6, 7 суммируют все записанные в них числа. Причём, суммы превышений Σh и средних превышений $\Sigma h_{ср}$ вычисляют, естественно, с учётом знаков.

Проверяют соблюдение равенства:

$$\Sigma h_{ср} = 1/2 \Sigma h_{выч} = 1/2(\Sigma Z - \Sigma П)$$

Расхождение в 1-2 мм, которое может при этом получиться за счёт округления средних значений превышений, меньше погрешности отсчёта по рейке, а потому им можно пренебречь.

3. По известным отметкам (колонка 10) начальной (репер №1) и конечной (репер №2) точек хода вычисляют и записывают под итоговой чертой в конце журнала теоретическую сумму превышений:

$$\Sigma h_{т} = H_{Rp2} - H_{Rp1}$$

Вычисляют и записывают со своим знаком невязку в превышениях f_h разомкнутого нивелирного хода, равную разности: практическая сумма $\Sigma h_{ср}$ превышений (средних) минус теоретическая $\Sigma h_{т}$.

$$f_h = \Sigma h_{cp} - \Sigma h_T.$$

Вычисляют допустимую величину невязки:

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \text{ мм } \sqrt{L},$$

где L- длина нивелирного хода в км.

4. Если $f_h \leq f_{h \text{ доп}}$, то производится увязка превышений: в средние значения превышений вводят поправки со знаком, обратным знаку невязки. Поправки вводят поровну (с округлением до целых миллиметров) во все средние превышения. Если невязка мала (число миллиметров в невязке меньше количества превышений), то некоторые превышения оставляют без поправок. Убедившись, что сумма всех поправок равняется невязке с обратным знаком ($\Sigma v_h = -f_h$), поправки записывают в колонке 7 над средними превышениями. Вычисляют исправленные средние превышения $h_{испр}$ и записывают их в колонку 8:

$$h_{испр} = h_{cp} + v_h$$

5. Вычисляют последовательно отметки всех связующих точек хода:

$$H_{n+1} = H_n + h_{испр},$$

где H_{n+1} - отметка последующей точки,

H_n - отметка предыдущей точки,

$h_{испр}$ - исправленное среднее превышение между этими точками.

Так на станции 1: $H_{пк0} = H_{Rp1} + h_{испр1} = 100,100 + (-0,254) = 99,846$ м

на станции 2: $H_{пк1} = H_{пк0} + h_{испр2} = 99,846 + 0,163 = 100,009$ м

Контролем правильности вычисления отметок связующих точек является получение в конце хода известной отметки H_{Rp2} конечной точки.

4. Завершают контроль на каждой странице журнала. В колонке 10 находят и записывают под итоговой чертой в нижней части страницы разность вычисленных отметок последней и первой связующих точек, записанных на данной странице. Эта разность должна точно равняться алгебраической сумме исправленных средних превышений.

7. Вычисляют отметки промежуточных точек. Для этого на всех станциях вычисляют горизонт инструмента дважды - по наблюдениям на заднюю и переднюю точки: ГИ равен отметке N задней (или передней) точки плюс отсчёт по чёрной стороне рейки, стоявшей на этой точке. Расхождение между двумя вычисленными значениями ГИ допускают в пределах ± 2 мм; ГИ записывают в колонку 9 журнала.

Так на станции 2: $ГИ = H_{пк0} + 1,407 = 99,846 + 1,407 = 101,253$ м

$ГИ = H_{пк1} + 1,245 = 100,009 + 1,245 = 101,254$ м

Вычисляют отметки промежуточных точек: отметка промежуточной точки равна ГИ на данной станции минус отсчёт по рейке, стоявшей на этой промежуточной точке.

Так на станции 2

$H_{пк0+9} = ГИ - 1,360 = 101,253 - 1,360 = 99,893$ м

Так как правильность вычисления отметок промежуточных точек никак не контролируется, эти расчёты надо производить особенно внимательно.

2 этап. Построить пикетажный журнал

Согласно таблице журнала технического нивелирования построить пикетажный журнал оси трассы (см. рисунок 7).

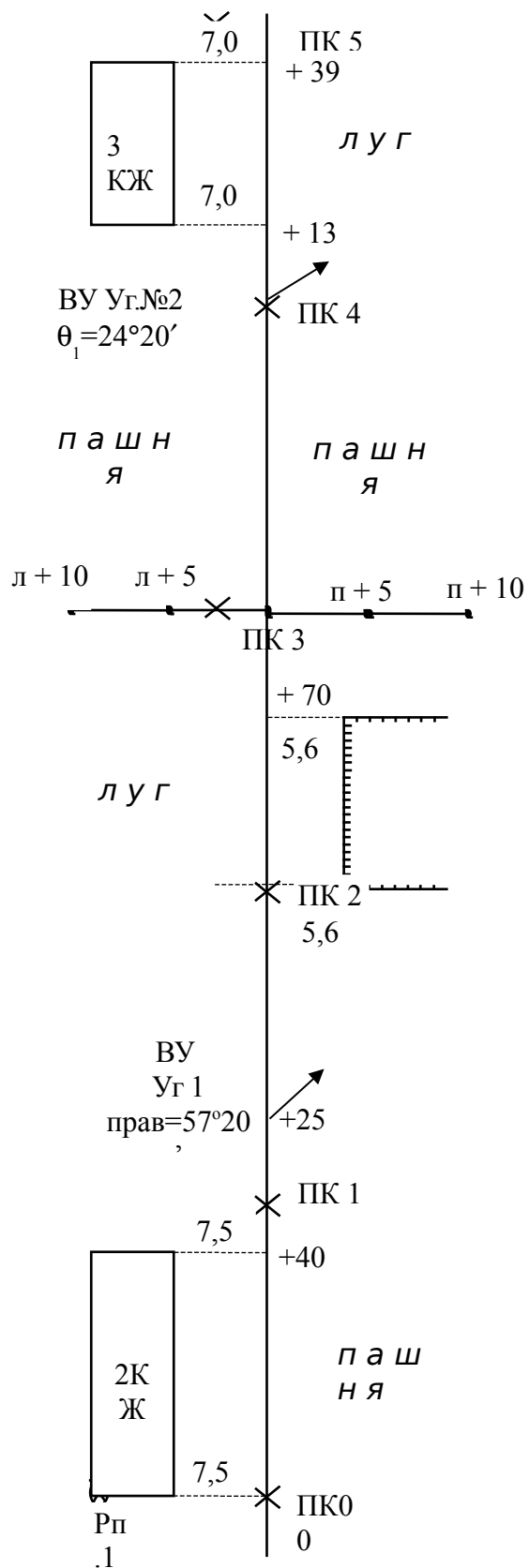


Рисунок 7 - Пикетажный журнал (фрагмент ПК0-ПК5)

3 этап. Произвести расчет основных элементов круговой кривой

В местах поворота трассы автодороги ее сложные участки сопрягаются круговыми кривыми, то есть дугами определенного радиуса.

Разбивка круговой кривой сводится к определению пикетного положения трех ее точек: начала (НК), конца (КК) и середины (СК).

Для угла поворота трассы $\varphi_{пр}$ (ПК1+25.00) и радиуса круговой кривой $R=100$ м вычислить элементы круговой кривой, рассчитать пикетное положение ее начала и конца, построить план элементов оси автодороги. Порядок выполнения:

Для заданного угла поворота трассы θ и радиуса кривой $R=100$ м вычислить элементы круговой кривой (тангенс T , кривую K , биссектрису B , домер D) по формулам:

$$T=R \operatorname{tg}(\theta/2), \quad K=\pi R \theta^\circ/180^\circ, \quad B=\sqrt{(T^2+R^2)}-R, \quad D=2T-K.$$

Или выписать эти данные с таблицы круговых кривых.

Например: $\theta=57^\circ 20'$, $R=100$ м, то $T=54,67$ м, $K=100,07$ м, $B=13,97$ м, $D=9,28$ м.

Вычислить пикетное обозначение начала и конца кривой для угла поворота трассы. Например:

ВУ1	ПК1 + 25.00
- T	<u>54.67</u>
НК	ПК0 + 70.33
+ K	<u>100.07</u>
КК	ПК1 + 70.40
- T	<u>54.67</u>
	ПК1 + 15.73
+D	<u>9.28</u>
	ПК1 + 25.01

По заданному дирекционному углу от ПК0 до ВУ1 ПК1+25.00, вычислить последующий дирекционный угол, прибавив к начальному дирекционному углу правый по ходу угол поворота. Затем вычисленные дирекционные углы перевести в румбы.

По вычисленным данным в графе профильной сетки «План прямых и кривых» построить план элементов оси дороги.

4 этап. Проектирование продольного профиля трассы

Продольный профиль (рисунок 10) строят по данным пикетажного и нивелирного журналов. Для построения берут лист миллиметровой бумаги размером 100 x 30 см. Сначала профиль составляют в карандаше, выполняя все необходимые построения тонкими линиями; закончив составление, профиль оформляют в туши. На рисунке 3 приведен образец части профиля.

Построение выполняют в следующей последовательности:

1. В нижней левой части листа заготавливают сетку (разграфку) профиля со следующими сверху вниз горизонтальными графами:

№	Названия граф	ширина графы ,мм
1	План трассы	20
2	Проектные уклоны (в тысячных)	10
3	Проектные (красные) отметки, м	15
4	Фактические отметки земли, м	15
5	Расстояния, м	10
6	Пикеты	10
7	План прямых и кривых	20

Длина всех граф составляет 60 мм.

Профильная сетка приведена с сокращениями и некоторыми изменениями, так как выполняемая студентами работа - учебная.

Верхняя линия профильной сетки называется линией условного горизонта, ее следует вычертить на утолщенной (жирной) горизонтальной линии миллиметровой бумаги; начало линии условного горизонта располагают на одной из утолщенных вертикальных линий миллиметровки.

Профильная сетка для большей наглядности и читаемости заполняется **черным** (все, что относится к существующим элементам местности) и **красным** (все проектируемое на профилях) цветами.

2. По данным пикетажного и нивелирного журналов заполняют графу 5 расстояний, откладывая в ней горизонтальные расстояния в масштабе 1:1000. Плановое положение всех пикетов и плюсовых точек фиксируют в этой графе вертикальными отрезками. Вертикальные отрезки, обозначающие пикеты, в масштабе 1:1000 проводятся через каждые 10 см. Номера пикетов подписываются в графе 6 под этими вертикальными отрезками. Пикетажные значения плюсовых точек не подписывают, но между вертикальными отрезками в графе 6 записывают горизонтальные расстояния между каждыми двумя соседними точками профиля (см. отрезок ПК 0-ПК 1 на рисунке 10. Если между соседними пикетами плюсовых точек нет, то расстояние 100 м в графе 5 расстояний не записывают.

3. Заполняют графу 1 “План трассы” по данным пикетажного журнала. Посередине графы 1 проводят ось трассы, условно развернутую в прямую линию, и в масштабе 1:1000 строят план полосы местности, прилегающей к трассе. Вместо изображения условных знаков угодий обычно пишут соответствующие названия: “луг”, “выгон” и т.д.

На оси трассы указывается вершина и величина угла поворота трассы.

4. В графе 7 план прямых и кривых строим ось трассы. Показываем поворот трассы и записываем элементы круговой кривой.

5. В графу 4 против пикетов и плюсовых точек выписываются отметки земли, округлённые до 0,01 м, взятые из журнала технического нивелирования. По этим отметкам строят чёрную линию профиля, откладывая высоты точек в масштабе 1:100 вверх от линии условного горизонта. Отметку условного горизонта выбирают в зависимости от фактических отметок: она должна быть кратной 10 м и притом такой, чтобы самая низкая точка профиля отстояла от линии условного горизонта не ближе чем на 5 см. Нанесённые на смежных ординатах точки соединяют отрезками прямых, в результате чего получают ломаную линию, являющуюся продольным профилем местности.

6 Проектирование проектной линии.

Условия проектирования:

1. МАХ уклон $i_{\max} = 60\%$;
2. Объем выемки должен быть примерно равен объему насыпи;
3. Фиксированные по высоте начальная и, по возможности, конечная точки.

Проектные отметки точек трассы вычисляют по формуле:

$$H_k = H_n + id,$$

где H_k и H_n - конечная и начальная точки прямого отрезка трассы;
 i - проектный уклон, округленный до тысячных (целых промиллей);
 d - горизонтальное положение прямого отрезка трассы.

$$H_{\text{ПК } 0+40} = 99,846 + 0,001 \cdot 40 = 99,886 \text{ м.}$$

2. Заполняют графу 2 уклонов, прочерчивая в ней в местах переломов (изменений уклона) проектной линии вертикальные перегородки. Внутри каждого узкого прямоугольника, на которые будет разбита графа уклонов, проводят диагональ: из верхнего левого угла в нижний правый, если уклон отрицательный (линия идет на понижение), или из нижнего левого в верхний правый, если уклон положительный. Над диагональю указывается проектный уклон в тысячных, а под ней - длина заложения в метрах, на которой этот уклон распространяется.

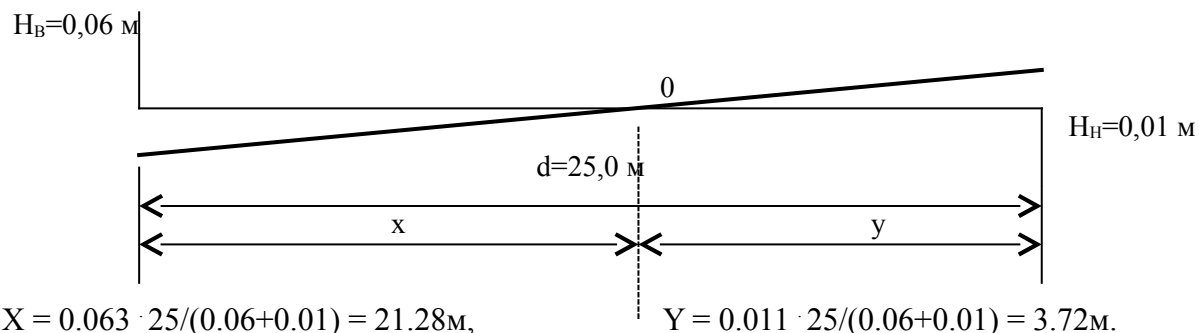
3. **Рабочие отметки** - разность между проектными и фактическими отметками. Положительные рабочие отметки записывают над проектной линией. Они соответствуют высоте насыпи. Отрицательные отметки - глубине выемки. Их записывают под проектной линией. Рабочие отметки на профиле подписываются **синим** цветом.

$$H_{\text{раб}} = H_k - H_{\text{ч}}$$

$$H_{\text{раб}} = 99,886 - 99,893 = -0,007 \text{ м.}$$

4. Точки пересечения проектной линии с линией земли называют **точкой нулевых работ**. Для точек нулевых работ определяют расстояние до ближайших пикетов, а ее положение на профиле отмечается пунктирной ординатой $X = h_n \cdot d / (I h_n I + I h_b I)$, $Y = h_b \cdot d / (I h_n I + I h_b I)$. Контроль: $X + Y = d$.

Пример:



Полученные данные X и Y подписываются на профиле **синим** цветом.

5. **Синие отметки** определяют для точек нулевых работ.

$$H_{x1} = H_k + ix,$$

Где H_k - проектная отметка предыдущей пикетной точки.

$$H_{x1} = 99,946 + 0,001 \cdot 21,28 = 99,967 \text{ м.}$$

Результаты подписывают на пунктирной ординате, **синим** цветом.

5 этап. Проектирование поперечных профилей

По данным журнала нивелирования строят поперечные профили (см. рисунок 11).

Построение выполняют в следующей последовательности:

1. Заготавливают на миллиметровой бумаге сетку (разграфку) профиля со следующими сверху вниз горизонтальными графами (рис.3):

№	Названия граф	ширина графы, мм
1	Отметки земли, м	15
2	Расстояния, м	10

2. По данным журнала нивелирования заполняют графу расстояний, откладывая горизонтальные расстояния. Плановое положение точек фиксируют в этой графе вертикальными перегородками. Следует помнить, что все горизонтальные расстояния в поперечнике указываются от оси трассируемого сооружения. На поперечном профиле их откладывают влево и вправо от вертикального отрезка, обозначающего в графе расстояний положение точки трассы, на которой разбивается поперечник. Между вертикальными перегородками в этой графе записывают горизонтальные расстояния между каждыми двумя соседними точками поперечного профиля.

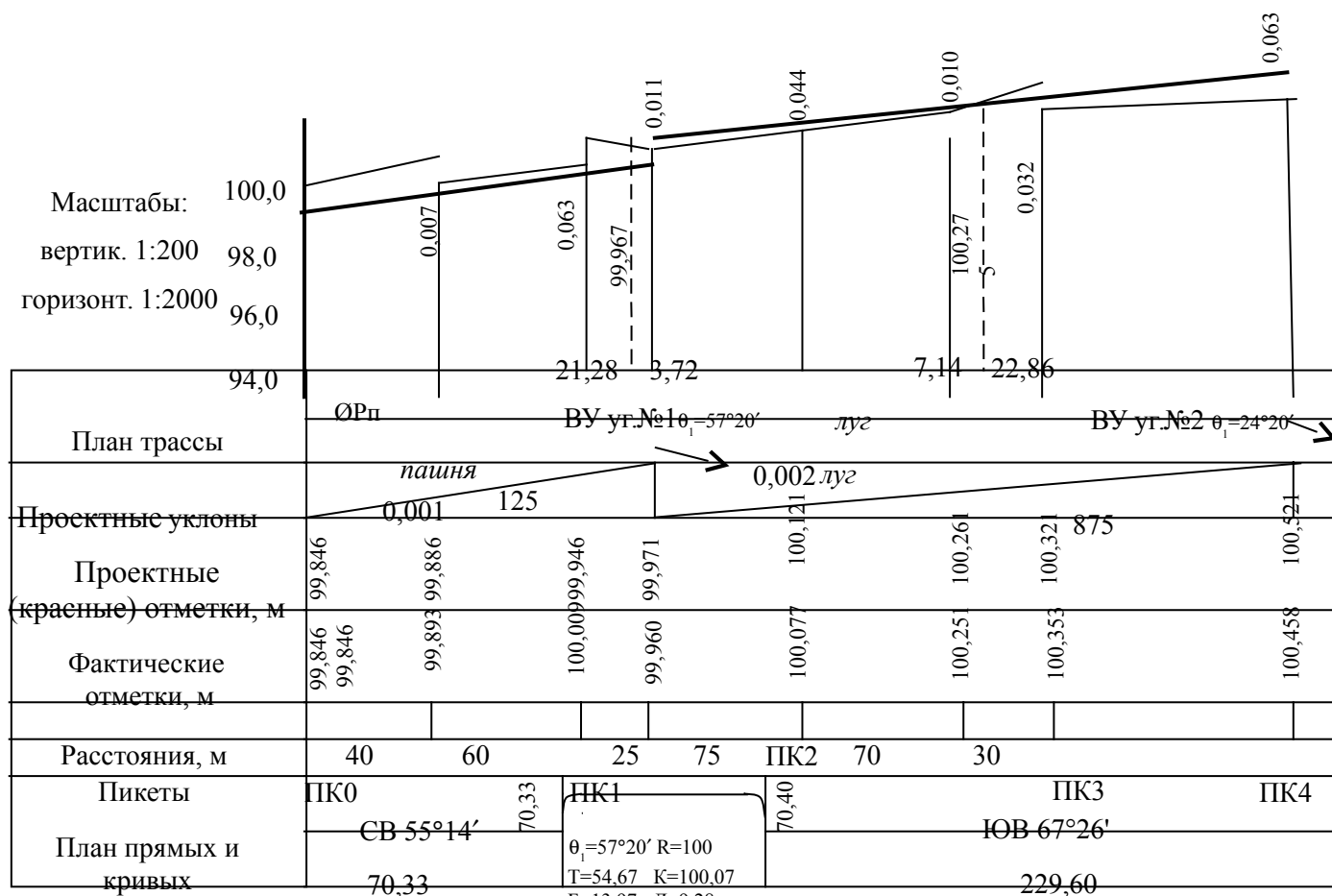


Рисунок 10- Продольный профиль трассы

Заполняют графу “Отметки земли”, выписывая отметки точек поперечника из журнала нивелирования, округляя их до 0,01 м. По фактическим отметкам строится линия поперечного профиля. Отметка линии условного горизонта может быть взята та же, что и на продольном профиле. Проектная линия для данного пикета выписывается с продольного профиля.

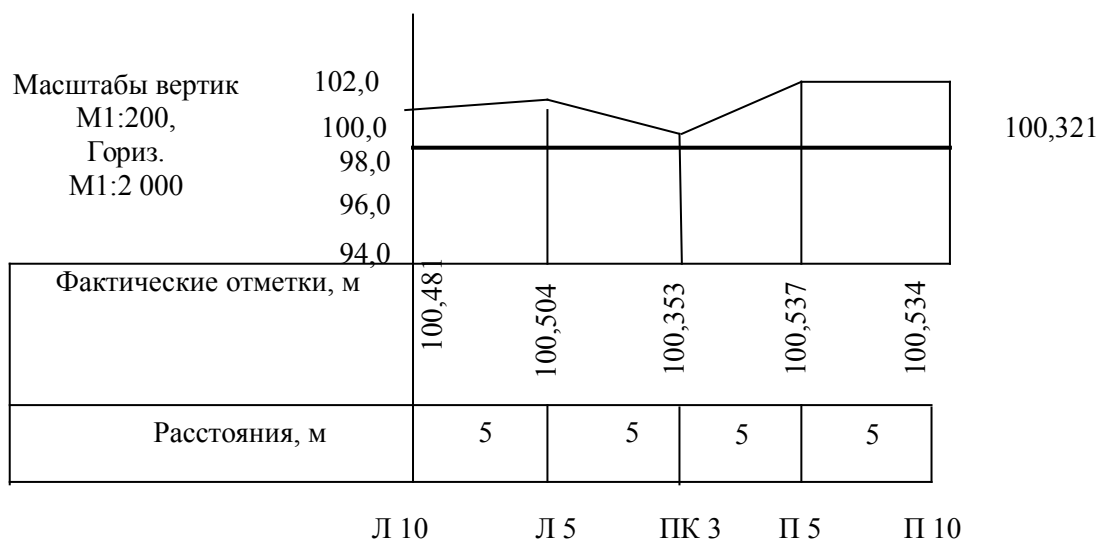


Рисунок 11- Поперечный профиль на ПК3

Вопросы для самоконтроля:

1. Инженерно- геодезические изыскания для строительства сооружений линейного типа.
2. Полевые работы при продольном техническом нивелировании. Геодезические работы при разбивке пикетажа.
3. Как определить, с достаточной точностью ли произведено нивелирование точек трассы (разомкнутый ход), если известна сумма средних превышений по ходу и абсолютные отметки начальной и конечной точек.
4. Порядок нивелирования трассы. Содержание и технология полевых работ.
5. Цель нивелирования трассы, подготовительные работы, порядок нивелирования и заполнения журнала, его обработка. Порядок построения профиля трассы и нанесение на него проектной линии, подсчет рабочих отметок.
6. Способы разбивки круговой кривой (Расчет главных точек круговой кривой, НК, КК и СК).
7. Как определить проектную отметку последующего пикета, если известна отметка предыдущего пикета и проектный уклон.
8. Как оценить точность технического нивелирования разомкнутого хода по результатам нивелирования: $\sum h_{\text{ср, n}}$, $\sum h_{\text{теор}}$.

