

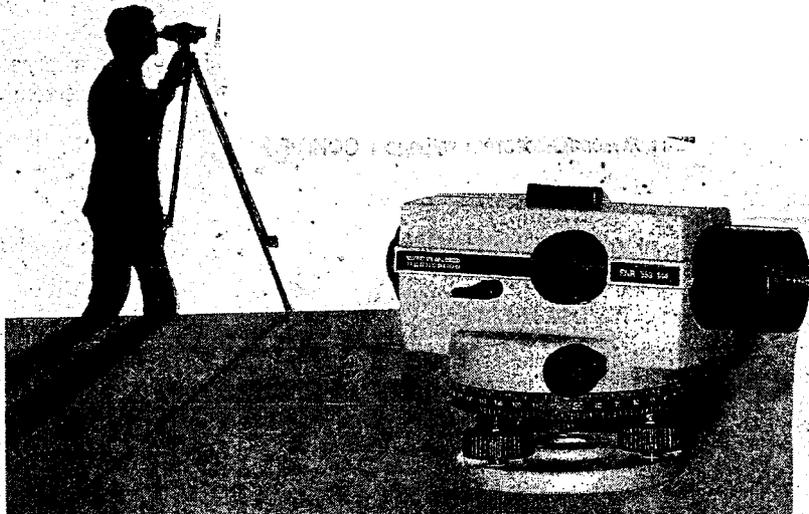
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Вопросы для самоконтроля при изучении инженерной геодезии



Брест 2008

УДК 624 131.1

Инженерная геодезия. Вопросы для самоконтроля при изучении инженерной геодезии (пособие для студентов специальностей 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью», 1-70 03 01 «Автомобильные дороги», 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» дневной и заочной форм обучения). Охватывают полный курс инженерной геодезии. Здесь же приведены типовые задачи и вопросы, которые входят в экзаменационные билеты.

Составители: А.М. Зеленский, доцент, к.т.н.;  
Г.В. Фолитар, ст. преподаватель;  
Р.Г. Фолитар, геодезист.

Рецензенты: М.А. Голендухин, к.т.н., доцент кафедры маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского государственного технического университета  
В.П. Жукова, ассистент кафедры ОФИГиГ

## I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ

1. Каковы основные научные и научно-технические задачи геодезии? На какие научные дисциплины подразделяется геодезия? Каковы задачи инженерной геодезии?
2. Какая поверхность называется уровенной?
3. Какую форму имеет Земля?
4. Каковы размеры эллипсоида Красовского?
5. С помощью каких координат определяется положение точек на земной поверхности?
6. Что называется географической широтой точки?
7. Что называется географической долготой точки?
8. Как определяется положение точки в прямоугольной системе координат?
9. Как отсчитывается абсцисса и ордината точки в зональной системе прямоугольных координат?
10. Какие высоты называются абсолютными и какие относительными?
11. Что называется отметкой точки?
12. Как определить отметку точки, заданной на карте?
13. Как влияет кривизна Земли на определение горизонтальных расстояний?
14. Что значит ориентировать линию местности?
15. Что называется магнитным азимутом линии?
16. Что называется дирекционным углом линии?
17. Что называется румбом линии?
18. Какая зависимость между прямым и обратным азимутом?
19. Что называется сближением меридианов?
20. Какая зависимость между прямым и обратным дирекционными углами линии?
21. Какая зависимость между прямыми и обратными румбами?
22. Какая связь между магнитным азимутом и дирекционным углом данной линии?
23. Что называется магнитным азимутом?
24. Что называется склонением магнитной стрелки?
25. Какая существует связь между географическим (истинным) и магнитным азимутами?
26. Какая существует связь между прямым и обратным дирекционными углами?
27. Какова связь между дирекционными углами?
28. Какие геодезические работы называются полевыми и какие камеральными?
29. Какие существуют виды съемок и нивелирования?

## II. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ И КАРТЫ

1. Что называется контурным планом местности?
2. Какой план называется топографическим?
3. Что называется картой?
4. Что называется профилем?
5. Что называется масштабом?
6. Какой масштаб называется численным, линейным, поперечным?
7. Что называется точностью масштаба и как она определяется?
8. Планы каких масштабов используют в строительстве?
9. Что такое координатная (километровая) сетка и какое ее назначение?
10. Что называют высотой сечения рельефа?
11. Что называют горизонталью?
12. Какими свойствами обладают горизонтали?
13. Что называют заложением?
14. Что такое уклон линии и по какой формуле он определяется?
15. Что такое масштаб заложений и каково его назначение?
16. Как определить угол наклона линии по масштабу заложений?

17. Почему в одних случаях применяют масштабные условные знаки, а в других – внесмасштабные?
18. Как определить географические и прямоугольные координаты точки на карте?
19. Как определить по карте длину и дирекционный угол линии?
20. Как определить по карте географический (истинный) и магнитный азимуты линии?
21. Как определяется площадь участка полярным планиметром?
22. Что такое цена деления планиметра, от чего она зависит и как определяется?
23. Что такое длина обводного рычага?

### III. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Какие погрешности бывают при геодезических измерениях?
2. Как избежать грубых погрешностей при геодезических измерениях?
3. Какие погрешности называют систематическими и как их исключить из результатов измерений?
4. Что называют случайной погрешностью?
5. Какими свойствами обладают случайные погрешности?
6. Какие измерения называют равноточными?
7. Что называют арифметической серединой или вероятнейшим значением измеренной величины?
8. Какие погрешности называют вероятнейшими?
9. Чему равна сумма вероятнейших погрешностей?
10. По какой формуле вычисляют средние квадратические погрешности отдельного измерения и арифметической середины?
11. Какие погрешности называют абсолютными, какие относительными?
12. Что такое предельная погрешность?
13. Чему равна средняя квадратическая погрешность суммы (разности) независимо от измеренных величин?
14. Какие измерения называют неравноточными?
15. Что называют весом результата измерения?
16. Что называют общей арифметической серединой и по какой формуле она вычисляется?
17. По какой формуле определяют среднюю квадратическую погрешность измерения, вес которого равен единице?
18. По какой формуле определяют среднюю квадратическую погрешность общей арифметической середины?

### IV. ОПОРНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ

1. Каково назначение и виды опорных геодезических сетей?
2. Какие существуют методы создания плановых опорных геодезических сетей?
3. В чем сущность триангуляции?
4. В чем сущность полигонометрии?
5. В чем сущность трилатерации?
6. Какие существуют методы создания высотных опорных сетей?
7. Какова схема построения государственных плановых сетей?
8. Какова схема построения государственных высотных сетей?
9. Как закрепляются на местности пункты плановых и высотных геодезических сетей?

### V. УГЛОВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Для чего производятся угловые и линейные измерения?
2. Каким прибором измеряют горизонтальные и вертикальные углы (углы наклона)?
3. Какие основные части теодолита?

4. Каково назначение лимба?
5. Чем отличается шкаловый способ отсчитывания от штрихового?
6. Какие существуют отсчетные приспособления?
7. Назовите оси теодолита.
8. Для чего служат уровни теодолита?
9. Что называют осью цилиндрического уровня?
10. Как устроена сетка нитей зрительной трубы, где она расположена?
11. Что называют визирной осью зрительной трубы?
12. В чем заключается установка зрительной трубы для наблюдений?
13. Каково назначение закрепительных и наводящих винтов теодолита?
14. Какие существуют поверки теодолита?
15. Что такое юстировка геодезического прибора?
16. Как выполняют поверку перпендикулярности оси цилиндрического уровня к оси вращения теодолита?
17. Как выполняют поверку перпендикулярности визирной оси к оси вращения трубы?
18. Как выполняют поверку перпендикулярности оси вращения трубы к оси вращения теодолита?
19. Как выполняют поверку сетки нитей?
20. В чем заключается установка теодолита в рабочее положение?
21. Как измеряют горизонтальный угол одним полным приемом?
22. Какое допускается расхождение между измеренными значениями угла в полу-приемах, с какой точностью измеряют угол полным приемом?
23. Что называют местом нуля вертикального круга и как оно определяется?
24. Как измеряют вертикальный угол наклона и по каким формулам его вычисляют?
25. Какие приборы применяют для измерения линии?
26. Для чего производят компарирование мерной ленты, рулетки?
27. Как определить длину линии, измеренную стальной лентой?
28. С какой относительной погрешностью измеряют линии стальной лентой?
29. Какие поправки вводят в результат измерения линии стальной лентой?
30. По какой формуле вычисляют поправку за наклон линии?
31. По какой формуле вычисляют поправку за компарирование?
32. По какой формуле вычисляют поправку за температуру?
33. Какие существуют способы определения недоступных расстояний?
34. По каким формулам определяют расстояния, измеренные нитяным дальномером?
35. Как приводят к горизонту линию, измеренную нитяным дальномером?
36. С какой точностью измеряют расстояния нитяным дальномером?
37. Расскажите принцип измерения расстояния светодальномером.

## VI. ТЕОДОЛИТНЫЕ РАБОТЫ

1. Какова цель теодолитной съемки?
2. Как создается съемочное обоснование для теодолитной съемки?
3. Дайте понятие замкнутого и разомкнутого теодолитных ходов.
4. В чем сущность съемки ситуации способом перпендикуляров (прямоугольных координат)?
5. В чем сущность полярного способа съемки ситуации?
6. В чем сущность способов линейных и угловых засечек при съемке ситуации?
7. Что называют абрисом?
8. Как вычисляют угловую невязку замкнутого теодолитного хода и как ее распределяют? Как вычисляют допустимую невязку?
9. Чему равна сумма исправленных углов в замкнутом теодолитном ходе?

10. Как вычисляют угловую невязку разомкнутого теодолитного хода?
11. Чему равна сумма исправленных углов в разомкнутом теодолитном ходе?
12. Как вычисляют дирекционные углы сторон замкнутого теодолитного хода?
13. В чем заключается контроль правильности вычисления дирекционных углов сторон замкнутого теодолитного хода?
14. Как вычисляют дирекционные углы сторон разомкнутого теодолитного хода?
15. В чем заключается контроль правильности вычисления дирекционных углов, сторон разомкнутого теодолитного хода?
16. Как по дирекционным углам сторон теодолитных ходов вычисляют румбы?
17. В чем заключается прямая геодезическая задача?
18. По каким формулам вычисляются приращения координат?
19. В чем заключается обратная геодезическая задача?
20. Как вычисляют невязки в приращениях координат замкнутого теодолитного хода, их допустимость и распределение?
21. Чему равна сумма исправленных приращений координат в замкнутом теодолитном ходе?
22. Как вычисляют невязки в приращениях координат разомкнутого теодолитного хода, их допустимость и распределение?
23. Чему равна сумма исправленных приращений координат в разомкнутом теодолитном ходе?
24. Как вычисляют и контролируют координаты точек замкнутого и разомкнутого теодолитных ходов?
25. Как строят координатную сетку при построении плана?
26. Как наносят по координатам на план точки теодолитных ходов и как контролируют правильность их нанесения?
27. Как наносят на план точки ситуации, снятые способом перпендикуляров?
28. Как наносят на план точки ситуации, снятые полярным способом?
29. Как наносят на план точки ситуации, снятые способом линейной засечки?
30. Как наносят на план точки ситуации, снятые способом угловой засечки?

## VII. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

1. В чем сущность геометрического нивелирования?
2. Какие существуют способы геометрического нивелирования?
3. Что такое последовательное нивелирование?
4. Каково название и назначение частей нивелира Н-3?
5. Какие существуют поверки нивелира Н-3?
6. Как выполняют поверку параллельности оси круглого уровня и оси вращения нивелира?
7. Как выполняют поверку сетки нитей?
8. Как выполняют поверку главного условия нивелира - параллельности оси цилиндрического уровня к визирной оси зрительной трубы?
9. В чем заключается основное отличие нивелира Н-3К от Н-3?
10. В чем заключается приведение нивелира в рабочее положение?
11. Какие точки называют плюсовыми, а какие промежуточными?
12. Как называют точки установки нивелира?
13. Какой порядок работы на станции при техническом нивелировании?
14. Как осуществляют контроль нивелирования на станции?
15. Какие точки называют исковыми?
16. В чем отличие нивелирования связующих и промежуточных точек?
17. Что называют горизонтом инструмента?

18. Как вычисляют отметки точек через превышения?
19. Как вычисляют отметки точек через горизонт инструмента?
20. Как вычисляют невязку в превышениях замкнутого нивелирного хода. Ее допустимость и распределение?
21. Чему равна сумма исправленных превышений в замкнутом нивелирном ходе?
22. Как вычисляют невязку в превышениях в разомкнутом нивелирном ходе, ее допустимость и распределение?
23. Чему равна сумма исправленных превышений в разомкнутом нивелирном ходе?
24. Какими способами вычисляют отметки связующих и промежуточных точек?

### **VIII. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ**

1. Какую съемку называют топографической?
2. В чем сущность тригонометрического нивелирования?
3. Какую съемку называют тахеометрической?
4. Какие виды съемочного обоснования применяют при тахеометрической съемке?
5. Какой порядок работы на станции при тахеометрической съемке?
6. По каким формулам вычисляют горизонтальные проложения линий и превышения при тахеометрической съемке?
7. Как вычисляют отметки станций и реечных точек при тахеометрической съемке?
8. Какой порядок составления плана тахеометрической съемки?
9. В чем сущность мензуральной съемки?
10. Какой порядок съемки и составления плана при мензуральной съемке?
11. Какие приборы применяются при мензуральной съемке?
12. Для каких целей применяют центрировочную вилку?
13. Как создается съемочное обоснование при мензуральной съемке?

### **СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

#### **IX. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ, ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПЕРЕНЕСЕНИИ ПРОЕКТОВ СООРУЖЕНИЙ НА МЕСТНОСТЬ**

1. Какие сооружения называются линейными?
1. Что называется трассой линейного сооружения?
2. Какие элементы характеризуют трассу?
3. Какие виды работ возникают при трассировании линейных сооружений?
4. В чем заключается разбивка пикетажа?
5. В каких случаях при разбивке пикетажа намечаются плюсовые точки?
6. Параметры круговой кривой.
7. Перечислите элементы круговой кривой и покажите их на рисунке.
8. Назовите главные точки круговой кривой.
9. Как учитывается домер при разбивке пикетажа?
10. Как нивелируют трассу и вычисляют отметки связующих и промежуточных точек?
11. Как строится продольный профиль трассы?
12. Как строят красную (проектную) линию?
13. Как вычисляются красные (проектные) и рабочие отметки?
14. Что такое точки нулевых работ и как их оформляют на профиле трассы?
15. Как вычисляют данные для разбивки главных точек круговой кривой?
16. Как создают плановое и высотное обоснование на строительной площадке?
17. Что представляет собой строительная сетка и для чего ее создают на строительной площадке?

18. Что значит перенести проект сооружения в натуру?
19. Для чего составляют разбивочные чертежи и что на них записывают?
20. Какие существуют способы подготовки данных для перенесения проектов сооружений в натуру?
21. В чем сущность аналитического способа подготовки данных для разбивки сооружений?
22. В чем сущность графического способа подготовки данных для разбивки сооружений и какой у него недостаток?
23. В чем сущность графоаналитического способа подготовки данных для разбивки сооружений?
24. Какие оси сооружения называют главными, основными, промежуточными?
25. Какие виды работ выполняют при перенесении проекта сооружения в натуру в горизонтальной плоскости?
26. Какие виды работ выполняются при перенесении проекта сооружения в натуру по высоте?
27. Как построить на местности проектный горизонтальный угол?
29. Как построить проектный угол с точностью, выше точности теодолита, с помощью которого выполняют построение?
30. Как построить на местности проектную линию?
31. Какими способами производят разбивку точек сооружения?
32. Какие необходимо иметь данные для разбивки на местности точки способом прямоугольных координат?
33. По каким проектным данным производят разбивку на местности точки полярным способом?
34. Как производят разбивку на местности точки способом угловой засечки?
35. Как производят разбивку на местности точки способом линейной засечки?
36. Как вынести на местность точку с заданной отметкой?
37. Как разбить на местности линию заданного уклона?
38. Как разбить на местности сетку квадратов?
39. Как нивелируют сетку квадратов и вычисляются высоты вершин сетки?
40. По какой формуле вычисляют проектную отметку при проектировании горизонтальной площадки с нулевым балансом земляных работ?
41. Как вычисляют рабочие отметки при проектировании горизонтальной площадки?
42. Что такое картограмма земляных работ и как она составляется?
43. Как определяют положение точек нулевых работ при составлении картограммы земляных работ?
44. Как вычисляют объемы земляных работ?
45. Как передать отметку на дно глубокого котлована?
46. Как передать отметку на высокую часть сооружения?
47. Как определить высоту сооружения с помощью теодолита и мерной ленты?
48. Как определить на местности положение главных точек кривой?
49. Как вычисляют данные для детальной разбивки кривой способом прямоугольных координат?
50. Как производят на местности детальную разбивку кривой способом прямоугольных координат?

## ВОПРОСЫ

для подготовки к экзамену по дисциплине «Инженерная геодезия» для специальности 1-74 05 01 – «Мелиорация и водное хозяйство»

### 1. Основные вопросы

1. Геодезия, её значение в народном хозяйстве.
2. Основные понятия о форме и размерах Земли.
3. Горизонтальные проложения линий местности.
4. Влияние кривизны Земли на горизонтальные расстояния и высоты точек.
5. Географические координаты точек.
6. Прямоугольные координаты. Зональная система координат Гаусса-Крюгера.
7. Ориентирование линий местности. Азимуты истинный и магнитный. Дирекционный угол и румб.
8. Прямая и обратная геодезические задачи.
9. Абсолютные и относительные высоты точек. Изображение рельефа на топографических картах и планах.
10. Понятие о плановых государственных сетях.
11. Проложение теодолитных ходов. Теодолитная съёмка.
12. Уравнивание углов точек теодолитного хода.
13. Вычисление углов и румбов сторон теодолитного хода.
14. Вычисление и уравнивание приращений координат.
15. Общие понятия о геодезических измерениях. Погрешности измерений.
16. Свойства случайных погрешностей. Арифметическое среднее.
17. Средняя квадратическая погрешность отдельного измерения. Предельная погрешность.
18. Понятие о неравноточных измерениях. Весовое среднее.
19. Средняя квадратическая погрешность простого арифметического среднего.
20. Зрительные трубы геодезических инструментов.
21. Уровни геодезических инструментов.
22. Измерение расстояний мерной лентой. Поправки за наклон линий; температуру и компарирование.
23. Определение недоступных расстояний. Принцип измерения расстояний светодальномером.
24. Теория нитяного дальномера. Приведение наклонных расстояний, измеренных нитяным дальномером к горизонту.
25. Общие сведения о нивелировании. Высотные государственные сети. Нивелирные знаки.
26. Сущность геометрического нивелирования. Приборы и принадлежности для геометрического нивелирования.
27. Рассказать устройство нивелира Н-3 и перечислить его поверки.
28. Программа работы на станции при техническом нивелировании. Основные источники погрешностей.
29. Поверка главного условия нивелира Н-3, Н-3К.
30. Общие сведения о трассе автомобильной дороги. Элементы трассы.
31. Разбивка пикетажа и поперечников. Учёт домера.
32. Параметры и элементы круговой кривой.
33. Обработка результатов технического нивелирования. Уравнивание нивелирного хода.
34. Порядок построения продольного профиля трассы. Проектирование красной линии.
35. Вычисление проектных отметок и отметок точек нулевых работ. Вычисление расстояний от точек нулевых работ до ближайших пикетов.

36. Принцип измерения горизонтального угла. Типы теодолитов. Приспособления для центрирования.
37. Устройство теодолита Т30, 2Т30. Перечислить поверки теодолита.
38. Поверка уровня при горизонтальном круге теодолита. Поверка сетки нитей.
39. Коллимационная погрешность, её определение и исправление.
40. Устройство вертикального круга теодолита Т30. Место нуля вертикального круга, его определение и исправление.
41. Устройство вертикального круга теодолита 2Т30. Место нуля вертикального круга, его определение и исправление.
42. Измерение горизонтального угла способом приёмов.
43. Основные источники погрешностей при измерении горизонтальных углов.
44. Сущность гидростатического и тригонометрического нивелирования.
45. Сущность тахеометрической съёмки. Порядок выполнения работы на станции при тахеометрической съёмке.
46. Способы переноса проекта на местность. Подготовка геодезических данных для выноса.
47. Полярный способ и способ угловой засечки выноса проекта в натуру.
48. Вынос в натуру проектного горизонтального угла с точностью теодолита и с повышенной точностью.
49. Определение теодолитом магнитного азимута при помощи ориентир-буссоли.
50. Нивелирование через водные преграды.
51. Построение на местности проектного отрезка и прямого угла с помощью рулетки.
52. Вынос в натуру точки с заданной проектной отметкой. Контроль выноса.
53. Вынос проектной линии с заданным уклоном при помощи теодолита.
54. Построение плоскости заданного уклона.
55. Передача отметок на дно котлована и на монтажные горизонты.
56. Определение высоты сооружения.
57. Разбивка и закрепление осей при строительстве фундаментов сооружения. Стротельная обноска, устройство, назначение.
58. Геодезические наблюдения за смещениями и деформациями инженерных сооружений.
59. Исполнительные съёмки, выполняемые в процессе строительства.
60. Мензурная съёмка.
61. Поверки мензулы и кипрегеля.
62. Состав и организация геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации гидромелиоративных сооружений. Особенности изысканий в гидромелиорации.
63. Состав геодезических работ при съёмке водоёмов, промерах глубин водотоков.
64. Геодезические разбивочные работы при строительстве русла канала, насыпи, дамбы.

## 2. Дополнительные вопросы

1. Что называют дирекционным углом?
2. Что такое уклон линии?
3. Какую форму имеет Земля?
4. Что такое широта точки?
5. Что такое долгота точки?
6. Что такое осевой меридиан?
7. Чем отличается дирекционный угол от географического (истинного) азимута?
8. Что называется заложением и высотой сечения рельефа?

9. В чем сущность прямой геодезической задачи?
10. Перечислите свойства случайных погрешностей.
11. Что такое вес измеренной величины?
12. Что называют визирной осью зрительной трубы?
13. Как установить трубу по глазу?
14. Как установить трубу по предмету?
15. Что называют осью цилиндрического уровня?
16. Что называют осью круглого уровня?
17. Как проверяют цилиндрический уровень при алидаде горизонтального круга теодолита?
18. Что такое кривая, как элемент круговой кривой?
19. Что называют горизонтом инструмента?
20. Что называют высотой инструмента?
21. Что называют местом нуля вертикального круга теодолита?
22. Что называют коллимационной погрешностью?
23. Условия, предъявляемые к взаимному положению осей теодолита.
24. Условия, предъявляемые к взаимному положению осей нивелира.
25. Сформулируйте главное условие нивелира для нивелира НЗ.
26. Сформулируйте главное условие нивелира для нивелира Н-ЗК.
27. Чем отличается нивелир Н-ЗК от нивелира Н-3?
28. На что влияет кривизна Земли?
29. Чем отличается осевой меридиан от географического (истинного)?
30. Что называют масштабом карты или плана?
31. Что называют горизонталью?
32. Что называют высотой сечения рельефа?
33. Какие погрешности исключают вводом поправок в измеренное значение?
34. Что такое домер?
35. Когда и как используют домер?
36. Что такое биссектриса, как элемент круговой кривой?
37. Какие точки называются главными точками круговой кривой?
38. Перечислите способы выноса проекта в натуру.
39. Что такое тангенс, как элемент круговой кривой?
40. Перечислите элементы и параметры круговой кривой.
41. По какой формуле подсчитывают допустимую угловую невязку в теодолитном ходе?
42. Как распределяют угловую невязку?
43. Как вычисляются линейные невязки  $f_x$  и  $f_y$  при камеральной обработке теодолитного хода?
44. На топографическом плане измерить прямоугольные координаты  $X$ ,  $Y$  точки, указанной преподавателем.
45. На топографическом плане измерить географические координаты  $\varphi$ ,  $\lambda$  точки, указанной преподавателем.
46. На топографическом плане измерить отметку  $H$  точки, указанной преподавателем.
47. На топографическом плане измерить географический (истинный) азимут  $A$  линии, указанной преподавателем.
48. На топографическом плане измерить магнитный азимут  $A_m$  линии, указанной преподавателем.
49. На топографическом плане измерить дирекционный угол  $\alpha$  линии, указанной преподавателем.

50. На топографическом плане измерить румб  $\beta$  линии, указанной преподавателем.
51. Измерить разность нулей (РО) пятки рейки, указанной преподавателем.
52. По дальномеру измерить расстояние между прибором и рейкой, указанными преподавателем.
53. Измерить горизонтальный угол, указанный преподавателем, способом приёмов.
54. Измерить вертикальный угол наклона, указанный преподавателем.
55. Измерить коллимационную погрешность (С) теодолита, указанного преподавателем.
56. Измерить значение места нуля (МО) вертикального круга теодолита, указанного преподавателем.

## ВОПРОСЫ

для подготовки к экзамену по дисциплине «Инженерная геодезия» для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

### 1. Основные вопросы

1. Геодезия. Значение геодезии в народном хозяйстве.
2. Масштабы: численный, линейный, поперечный. Точность масштаба.
3. Азимуты: географический (истинный), магнитный, связь между ними.
4. Дирекционные углы и румбы, связь между ними
5. Понятие о форме и размерах Земли.
6. Географические координаты.
7. Понятие о прямоугольных координатах. Зональная система координат. Горизонтальные проложения. Приведение наклонных расстояний к горизонтальным проложениям.
8. Влияние кривизны Земли на горизонтальные расстояния.
9. Погрешности геодезических измерений. Свойства случайных погрешностей.
10. Арифметическое среднее результатов измерений.
11. Средняя квадратическая погрешность. Предельная погрешность.
12. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $Y=KX$  ( $K$  - постоянная).
13. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $Y=X+Z$ .
14. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $Y=KX_1+KX_2+KX_3$ .
15. Средняя квадратическая погрешность функции общего вида  $Y=f(U, X, Z, \dots)$ .
16. Средняя квадратическая погрешность арифметического среднего.
17. Понятие о неравноточных измерениях.
18. Прямая и обратная геодезические задачи.
19. Устройство зрительной трубы. Установка трубы для наблюдений.
20. Уровни геодезических инструментов, их устройство и назначение.
21. Измерение длин линий при помощи мерной ленты.
22. Нитяной дальномер, его теория и точность.
23. Приведение к горизонту наклонных расстояний, измеренных дальномером.
24. Определение неприступных расстояний.
25. Теодолитная съемка, ее сущность и порядок производства работ. Способы съемки ситуации при теодолитной съемке.
26. Уравнивание углов разомкнутого и замкнутого теодолитного хода.
27. Вычисление дирекционных углов и румбов сторон теодолитного хода. Контроль вычислений.
28. Вычисление и уравнивание приращений координат теодолитного хода.
29. Вычисление координат точек теодолитного хода.

30. Сущность геометрического нивелирования; способы.
31. Преимущество нивелирования из «Середины».
32. Простое и сложное нивелирование. Связывающие и промежуточные точки.
33. Горизонт инструмента. Определение высот точек методом горизонта инструмента.
34. Устройство и поверки нивелиров НЗ, НЗК.
35. Поверка главного условия нивелира НЗ и НЗК.
36. Влияние несоблюдения главного условия нивелира на точность нивелирования.
37. Общие сведения о трассе автомобильной дороги.
38. Состав геодезических работ при трассировании автомобильной дороги.
39. Проложение магистрального хода по трассе.
40. Разбивка пикетажа при трассировании автомобильной дороги.
41. Элементы круговой кривой.
42. Главные точки кривой. Расчет пикетажного наименования главных точек кривой.
43. Детальная разбивка кривой способом координат.
44. Детальная разбивка кривой способом хорд.
45. Вынос пикета на кривую.
46. Порядок построения продольного профиля автодороги.
47. Порядок построения красной (проектной) линии на продольном профиле. Вычисление проектных отметок. Рабочие отметки.
48. Точки нулевых работ. Определение расстояний от точек нулевых работ до ближайших пикетов. Вычисление отметок точек нулевых работ.
49. Увязка замкнутого и разомкнутого нивелирного хода.
50. Основные источники погрешностей при геометрическом нивелировании.
51. Порядок работ на станции при геометрическом нивелировании способом из середины.
52. Теодолит и его устройство. Отсчетные устройства оптических теодолитов.
53. Оптическая схема теодолита.
54. Условия, предъявляемые к взаимному положению осей теодолита.
55. Поверка уровня при горизонтальном круге.
56. Коллимационная погрешность. Ее определение и исправление.
57. Поверка сетки нитей трубы теодолита.
58. Измерение горизонтального угла способом приемов. Основные источники погрешностей.
59. То же способом круговых приемов.
60. Тахеометрическая съемка, ее сущность
61. Тригонометрическое нивелирование. Состав и порядок работы на станции, при тахеометрической съемке
62. Вертикальный круг теодолита ТЗ0. Место нуля. Измерение углов наклона.
63. Вертикальный круг теодолита 2ТЗ0. Место нуля. Измерение углов наклона теодолитом.
64. Состав и организация геодезических работ при изысканиях, проектировании и строительстве инженерных сооружений.
65. Генеральный план. Виды генеральных планов и их назначение.
66. Подготовка геодезических данных для выноса проекта в натуру полярным способом.
67. Геодезические расчеты при проектировании горизонтальной площадки.
68. Построение картограммы земляных работ при вертикальной планировке.
69. Подсчет объема земляных работ при вертикальной планировке.
70. Перенесение в натуру проектного горизонтального угла.
71. Перенесение в натуру проектных длин линий.
72. Вынос в натуру точки с заданной проектной отметкой.

73. Вынос в натуру линии заданного уклона.
74. Передача отметок на дно котлована и на монтажные горизонты.
75. Разбивка точек сооружений методом полярных и прямоугольных координат.
76. Разбивка точек сооружений методом прямой угловой и линейной засечкой.

## 2. Дополнительные вопросы

1. Что называется дирекционным углом?
2. Что такое уклон линии?
3. Какую форму имеет Земля?
4. Что такое широта точки?
5. Что такое долгота точки?
6. Что такое осевой меридиан?
7. Чем отличается дирекционный угол от (географического) истинного азимута?
8. Что называется заложением и высотой сечения рельефа?
9. В чем сущность прямой геодезической задачи?
10. Перечислите свойства случайных погрешностей.
11. Что такое вес измеренной величины?
12. Что называют визирной осью зрительной трубы?
13. Как установить трубу по глазу?
14. Как установить трубу по предмету?
15. Что называют осью цилиндрического уровня?
16. Что называют осью круглого уровня?
17. Что такое цена деления уровня?
18. Что такое чувствительность уровня?
19. Что называют горизонтом инструмента?
20. Что называют высотой инструмента?
21. Что называют местом нуля вертикального круга теодолита?
22. Что называют коллимационной погрешностью?
23. Перечислите требования, предъявляемые к теодолиту?
24. Перечислите требования, предъявляемые к нивелиру?
25. Сформулируйте главное условие нивелира Н-3?
26. Сформулируйте главное условие нивелира для нивелира Н-3К?
27. Чем отличается нивелир Н-3К от нивелира Н-3?
28. На что влияет кривизна Земли?
29. Чем отличается осевой меридиан от географического (истинного)?
30. Что называется масштабом плана или карты?
31. Что называется горизонталью?
32. Что называется высотой сечения?
33. Какие погрешности исключают путем ввода поправок?
34. Что такое домер?
35. Когда и как используют домер?
36. Что такое биссектриса, как элемент круговой кривой?
37. Какие точки называются главными точками круговой кривой?
38. Для чего строят продольный профиль?
39. По какой формуле вычисляют допустимую угловую невязку в теодолитном ходе?
40. Как распределяют угловую невязку?
41. Как распределяют невязку  $f_x$  и  $f_y$  в приращения координат?
42. Перечислите способы выноса проекта в натуру.
43. От каких направлений выносят углы и расстояния при выносе проекта в натуру?

44. Как проверяют цилиндрический уровень при алидаде горизонтального круга теодолита?
45. Что такое кривая, как элемент круговой кривой?
46. Что такое тангенс, как элемент круговой кривой?
47. Перечислите элементы и параметры круговой кривой?
48. Для чего строят продольный профиль трассы?
49. Перечислите главные точки круговой кривой?
50. Перечислите проверки нивелира.

## ВОПРОСЫ

для подготовки к экзамену по дисциплине «Инженерная геодезия» для специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

### 1. Основные вопросы

1. Геодезия. Значение геодезии в народном хозяйстве.
2. Основные понятия о форме и размерах Земли.
3. Горизонтальные проложения линий местности.
4. Влияние кривизны Земли на горизонтальные расстояния и высоты точек.
5. Географические координаты точек.
6. Прямоугольные координаты. Зональная система координат Гаусса-Крюгера.
7. Ориентирование линий местности. Азимуты: истинный и магнитный. Дирекционный угол и румб.
8. Прямая и обратная геодезические задачи.
9. Абсолютные и относительные высоты точек. Изображение рельефа на планах и картах.
10. Понятие о плановых государственных геодезических сетях.
11. Проложение теодолитных ходов. Теодолитная съемка.
12. Уравнивание углов теодолитного хода.
13. Вычисление дирекционных углов и румбов сторон теодолитного хода.
14. Вычисление и уравнивание приращений координат.
15. Общие понятия о геодезических измерениях. Погрешности измерений.
16. Свойства случайных погрешностей. Арифметическое среднее.
17. Средняя квадратическая погрешность одного измерения. Предельная погрешность.
18. Средняя квадратическая погрешность функции измеренных величин. Привести пример.
19. Средняя квадратическая погрешность функций вида  $Y=KX$ ,  $Y=X+Z$ ,  $Y=K_1X_1+K_2X_2+K_3X_3+\dots$ . Привести пример.
20. Понятие о неравноточных измерениях. Весовое среднее.
21. Средняя квадратическая погрешность простого арифметического среднего.
22. Зрительные трубы геодезических инструментов.
23. Уровни геодезических инструментов.
24. Измерение расстояний мерной лентой. Поправки за наклон линий, температуру, компарирование.
25. Принцип измерения расстояний светодальномером. Лазерные рулетки их принцип работы и назначение.
26. Определение недоступных расстояний.
27. Теория нитяного дальномера. Приведение к горизонту наклонных расстояний, измеренных дальномером.

28. Общие сведения о нивелировании. Высотные государственные сети. Нивелирные знаки.
29. Сущность геометрического нивелирования. Приборы и принадлежности для геометрического нивелирования.
30. Рассказать устройство нивелира Н-З и перечислить его поверки.
31. Рассказать устройство нивелира Н-ЗК и Н-ЗКЛ, перечислить их поверки.
32. Программа работы на станции при техническом нивелировании. Основные источники погрешностей.
33. Поверка главного условия нивелира Н-З.
34. Поверка главного условия нивелира Н-ЗК (Н-ЗКЛ).
35. Обмер зданий с помощью теодолита.
36. Способы определения вертикальности стен.
37. Определение параметров зданий, имеющих форму тел вращения.
38. Принцип измерения горизонтального угла. Типы теодолитов. Приспособления для центрирования.
39. Устройство теодолитов Т30, 2Т30. Перечислить поверки теодолитов.
40. Поверка уровня при горизонтальном круге теодолита: Поверка сетки нитей.
41. Коллимационная погрешность, её определение и исправление.
42. Устройство вертикального круга теодолита Т30. Место нуля вертикального круга, его определение и исправление.
43. Устройство вертикального круга теодолита 2Т30. Место нуля вертикального круга, его определение и исправление.
44. Измерение горизонтального угла способом приемов и круговых приемов.
45. Основные источники погрешностей при измерении горизонтальных углов.
46. Сущность гидрометрического и тригонометрического нивелирования.
47. Сущность тахеометрической съемки. Порядок выполнения работ на станции при тахеометрической съемке.
48. Способы переноса проекта на местность. Подготовка геодезических данных для выноса проекта в натуру.
49. Полярный способ и способ угловой засечки выноса проекта в натуру.
50. Вынос в натуру проектного горизонтального угла с точностью теодолита и с повышенной точностью.
51. Определение теодолитом магнитного азимута при помощи ориентир-буссоли.
52. Нивелирование через водные преграды.
53. Построение на местности проектного отрезка и прямого угла с помощью рулетки.
54. Вынос в натуру точки с заданной проектной отметкой. Контроль выноса.
55. Вынос проектной линии с заданным уклоном при помощи теодолита.
56. Построение плоскости заданного уклона.
57. Передача отметок на дно котлована и на монтажные горизонты.
58. Определение высоты сооружения.
59. Многомаршрутная аэросъемка. Продольное и поперечное перекрытие.
60. Геометрические свойства снимка.
61. Геометрические свойства горизонтально расположенного снимка.

## 2. Дополнительные вопросы

1. Что называется дирекционным углом?
2. Что такое уклон линии?
3. Какую форму имеет Земля?
4. Что такое широта точки?
5. Что такое долгота точки?

6. Что такое осевой меридиан?
7. Чем отличается дирекционный угол от истинного азимута?
8. Что называется заложением и высотой сечения рельефа?
9. В чем сущность прямой геодезической задачи?
10. Перечислите свойства случайных погрешностей.
11. Что такое вес измеренной величины?
12. Что называют визирной осью зрительной трубы?
13. Как установить трубу по глазу?
14. Как установить трубу по предмету?
15. Что называют осью цилиндрического уровня?
16. Что называют осью круглого уровня?
17. Что такое цена деления уровня?
18. Что такое чувствительность уровня?
19. Что называют горизонтом инструмента?
20. Что называют высотой инструмента?
21. Что называют местом нуля вертикального круга теодолита?
22. Что называют коллимационной погрешностью?
23. Перечислите требования, предъявляемые к теодолиту?
24. Перечислите требования, предъявляемые к нивелиру?
25. Сформулируйте главное условие нивелира для нивелира Н.
26. Сформулируйте главное условие нивелира для нивелира Н-ЗК.
27. Чем отличается нивелир Н-ЗК от нивелира Н-З?
28. На что влияет кривизна Земли?
29. Чем отличается осевой меридиан от географического (истинного)?
30. Что называется масштабом карты или плана?
31. Что называется горизонталью?
32. Что называется высотой сечения?
33. Какие погрешности исключают вводом поправок в измеренное значение?
34. По какой формуле подсчитывают допустимую угловую невязку в теодолитном ходе?
35. Как распределяют линейные невязки  $f_x$  и  $f_y$  в приращения координат?
36. Перечислите способы выноса проекта в натуру.
37. От каких направлений строят углы и расстояния при выносе проекта в натуру?
38. Как проверяют цилиндрический уровень при алидаде, горизонтального круга теодолита?

### Типовые задачи к экзаменационным билетам

#### Задача 1

Определить длину линии на плане масштаба 1:1000, если ее длина на местности составляет 624,9.

#### Задача 2

Отсчеты по горизонтальному кругу КП= 8°24'; КП=188°27'  
Определить коллимационную ошибку.

#### Задача 3

Вычислить координаты точки В, если известны координаты точки А, дирекционный угол линии А-В и расстояние между точками А-В. Е

$X_A=424,03$ ;  $Y_A=627,98$ ;  $d_{А-В}=312,47$  м;  $\alpha_{А-В}=310^{\circ}59'$

#### Задача 4

Имеется точка А с отметкой  $H_A=86,035$ . Требуется вынести точку В с проектной отметкой  $H_B=85,963$ . Определить отсчет по рейке, установленной в точке В, если отсчет по рейке в точке А равен 1217 мм.

#### Задача 5

Дан дирекционный угол предыдущей линии  $\alpha_{1-2}=99^\circ 17'$  и правый по ходу угол между предыдущей и последующей линиями  $\beta=48^\circ 24'$ . Вычислить дирекционный угол последующей линии  $\alpha_{2-3}$ .

#### Задача 6

Дан румб линии  $r=C3:24^\circ 13'$ . Определить дирекционный угол этой линии.

#### Задача 7

Вершина угла имеет пикетаж ПКЗ+97,03 тангенс  $T=46,63$  кривая  $K=87,27$  домер  $D=6,00$ . Определить пикетаж главных точек кривой.

#### Задача 8

Определить отметку речной точки, если известна отметка станции  $H_{ст}=124,365$ , высота инструмента  $i=1,47$  м, высота наведения  $V=2,13$  вычисленное превышение по измеренному углу наклона  $h'=-0,87$

#### Задача 9

Известны дирекционные углы последующей линии  $\alpha_{2-3}=345^\circ 54'$  и предыдущей линии  $\alpha_{1-2}=188^\circ 50'$ . Определить угол между линиями 1-2 и 2-3.

#### Задача 10

Результат измерения линии стальной лентой в прямом и обратном направлении равен  $D_p=312,04$   $D_o=312,17$   
Определить окончательное значение длины линии, абсолютную и относительную погрешности.

#### Задача 11

Определить абсолютную и относительную невязку теодолитного хода, если известны невязки по осям координат  $f_x=0,18$   $f_y=-0,24$  Длина хода  $P=791,03$  м.

#### Задача 12

Определить уклон линии АВ, если даны отметки пикетов:

начального ПКЗ+62,17	$H_A=213,065$
конечного ПК6+0,99	$H_B=209,697$

#### Задача 13

Координаты начала и конца линии АВ известны:

$X_A=165,03$	$Y_A=312,04$
$X_B=308,75$	$Y_B=209,36$

Определить румб линии АВ

#### Задача 14

Определить величину угловой невязки  $f_{\beta}$ , ее знак и допустимость в полигоне, имеющем 4 вершины, если сумма измеренных внутренних углов  $\Sigma\beta_n=359^{\circ}57'$

#### Задача 15

Дирекционный угол линии АВ равен  $\alpha_{A-B}=195^{\circ}04'$   
Определить обратный дирекционный угол линии ВА.

#### Задача 16

Определить место нуля (МО) вертикального круга теодолита 2Т30, если известны отсчеты: КП= $16^{\circ}04'$

КЛ= $16^{\circ}09'$

#### Задача 17

Дана точка А с отметкой  $H_A=165,034$ . Требуется на расстоянии 265,3 м определить отметку точки В, если уклон линии А-В равен  $i=9,6\%$

#### Задача 18

Определить горизонт инструмента, если известна отметка точки А:  $H_A=99,365$  м. и отсчеты по рейке, установленной по точке А равны 1703 мм и 6488 мм.

#### Задача 19

Координаты начала и конца линии АВ известны:

$X_A=563,04$

$X_B=309,03$

$Y_A=908,63$

$Y_B=160,03$

Определить длину линии АВ.

#### Задача 20

Длина компаратора равна 20,002 м. Среднее из результатов измерения компаратора 20-метровой рулеткой составило 20,010 м. Определить поправку к длине рулетки и уравнение рулетки.

#### Задача 21

Определить отметку пикета, если известна отметка станции  $H_{ст.}=125,45$ ; высота инструмента  $i=1,54$  м.; высота наведения  $V=3,00$  м.; вычисленное превышение по измеренному вертикальному углу  $h' = 2,40$  м.

#### Задача 22

Известен пикетаж вершины угла и значения элементов круговых кривых

$ВУ=ПК 3+40$   $T=57,74$  м;  $K=104,72$  м;  $D=10,75$  м.  $Б=15,47$  м.

Определить пикетаж главных точек кривой.

#### Задача 23

Определить уклон линии АВ длиной 65 м, если известны отсчеты по рейкам из нивелирования: в точке а = 1013 мм; в точке в=0301 мм.

#### Задача 24

По карте масштаба 1:10000 с высотой сечения рельефа 2,5 м определить отметку точки, лежащей между горизонталями  
(Положение точки должно быть указано преподавателем)

#### Задача 25

Вычислить уклон линии между пикетами ПК 3+50; ПК 6+50 если отметки этих точек известны  $H_{3+50} = 160,315$  м. и  $H_{6+50} = 161,930$  м.

#### Задача 26

При задании направления линии АВ длиной 200 м была допущена погрешность в угле на 1'. Определить смещение точки В линии АВ. (Радиян в минутах  $\rho = 3438'$ )

#### Задача 27

Определить погрешность определения длины окружности, если при измерении радиуса была допущена погрешность в  $\pm 1$  мм.

#### Задача 28

Известны случайные погрешности  $\Delta_1 = +2$  мм;  $\Delta_2 = -1$  мм;  $\Delta_3 = +3$  мм;  $\Delta_4 = -4$  мм.  
Определить среднюю квадратическую погрешность результата измерений.

#### Задача 29

Линия измерена 4 раза. Получены результаты:

$l_1 = 133,15$  см;  $l_2 = 133,17$  см;  $l_3 = 133,16$  см;  $l_4 = 133,14$  см.

Определить среднюю квадратическую погрешность результата измерений.

#### Задача 30

Один угол измерен теодолитом 2Т30 и теодолитом 2Т5. Получены результаты  $\beta_1 = 35^\circ 15' 30''$  теодолитом 2Т30 и  $\beta_2 = 35^\circ 15' 15''$  – теодолитом 2Т5

Определить средневесовое значение угла.

### Образцы тестовых заданий в экзаменационных билетах по дисциплине «Инженерная геодезия»

1. Прямой и обратный дирекционные углы отличаются на

а)  $90^\circ$

б)  $180^\circ$

в)  $270^\circ$

г)  $360^\circ$

д)  $45^\circ$

2. Масштаб может быть

а) численный;

б) линейный;

в) именованный;

г) поперечный;

д) совокупность перечисленных вариантов.

**3. Точность масштаба 1:2000 будет**

- а) 2 м
- б) 0,2 м
- в) 0,04 м
- г) 20 м
- д) 0,02 м
- е) 0,01 м

**4. Горизонталь - это**

- а) линия, проходящая через соседние высоты точек;
- б) линия, соединяющая точки с одинаковыми высотами;
- в) линия, соединяющая точки с одинаковыми заложениями;
- г) линия вертикального разреза местности;
- д) уменьшенное изображение вертикального разреза местности.

**5. Высота сечения рельефа - это**

- а) расстояние между горизонталями на карте;
- б) расстояние по вертикали между секущими плоскостями;
- в) расстояние от Кронштатского футштока;
- г) расстояние по вертикали от уровенной поверхности Земли.

**6. Какие задачи можно решать по топографической карте?**

- а) определение прямоугольных и географических координат;
- б) определение углов ориентирования;
- в) определение высот точек;
- г) проведение границ водосборной площади;
- д) построение профиля местности;
- е) совокупность всех перечисленных вариантов.

**7. Осевой меридиан - это**

- а) ось Земли;
- б) начальный меридиан;
- в) средний меридиан зоны;
- г) магнитный меридиан.
- д) совокупность всех перечисленных вариантов.

**8. Средняя квадратическая погрешность функции вида  $Y=KX$**

( $K$  - постоянная величина;  $X$  - измеряемая величина) выразите формулой

- а)  $m_y = K^2 m_x^2$
- б)  $m_y = K^2 / m_x^2$
- в)  $m_y = K \cdot m_x$
- г)  $m_y = m_x / K$
- д)  $m_y = \pm \sqrt{K} \cdot m_x$

**9. При неограниченном количестве измерений арифметическое среднее стремится**

- а) к нулю;
- б) среднему значению;
- в) истинному значению;
- г) Гауссову среднему значению.

10. Как выверяют вертикальность колонн теодолитом?

- а) проецированием верхней метки вниз в двух плоскостях;
- б) относительно продольного створа;
- в) совокупность двух вариантов.

11. Что понимают под деформацией зданий и сооружений?

- а) вертикальные и горизонтальные перемещения;
- б) крены и перекосы;
- в) оба перечисленные варианты.

12. По каким измеренным или вычисленным значениям судят об осадке здания?

- а) по превышениям;
- б) по отметкам;
- в) по горизонту инструмента.

13. По каким формулам вычисляют осадки?

а)  $S = h_i - h_0$ ;

б)  $S = H_0 - H_i$ ;

в)  $S = H_i - H_0$ ;

здесь  $h_0$  и  $h_i$  - превышения между марками в начальном цикле и всех последующих;  $H_0$  и  $H_i$  - отметки марок в начальном и последующих циклах.

14. Что изучает инженерная геодезия?

- а) методы геодезических работ при изысканиях для строительства;
- б) методы определения горизонтальных и вертикальных деформаций;
- в) геодезические работы при проектировании инженерных сооружений;
- г) геодезические работы при строительстве инженерных сооружений;
- д) совокупность всех перечисленных вопросов.

15. Какую форму имеет Земля?

- а) геоида;
- б) шара;
- в) эллипсоида;
- г) референц-эллипсоида.

16. Какая форма Земли принята для решения геодезических задач?

- а) геоида;
- б) шара;
- в) эллипсоида;
- г) референц-эллипсоида.

17. В геодезии наивысшую точность измерения расстояний характеризуют относительной погрешностью  $\Delta d / d$

- а) 1:2000
- б) 1:5000
- в) 1:100000
- г) 1:1000000

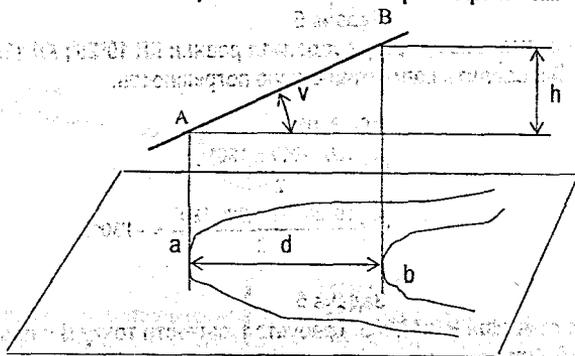
18. Долготы отсчитывают от

- а) осевого меридиана;
- б) истинного меридиана;
- в) Гринвичского меридиана;
- г) экватора;
- д) параллели.

## ОБРАЗЦЫ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ С РЕШЕНИЕМ

### Задача 1

Рассчитайте величину заложения, соответствующую заданному уклону  $i=0,006$ , если масштаб плана 1:2000, а высота сечения рельефа  $h=1\text{ м}$ .



### Решение

Мерой крутизны ската служит угол наклона  $v$  или уклон  $i$ , равный тангенсу угла наклона  $i = \operatorname{tg} v = h/d$ ;

где  $h$  - высота сечения рельефа; по условию равна 1 м;  
 $d$  - заложение.

Уклон может быть положительным или отрицательным в зависимости от знака превышения; выражается, обычно, в промилях. Величина заложения вычисляется по формуле  $d = h/i = 1/0,006 = 166,7\text{ м}$ , что в масштабе 1:2000 составит 8,3 см.

### Задача 2

Известны дирекционные углы последующей линии  $\alpha_{\text{посл.}} = 312^\circ 48'$  и предыдущей  $\alpha_{\text{пред.}} = 136^\circ 50'$ . Определить правый по ходу горизонтальный угол между линиями.

### Решение

Дирекционные углы вычисляются по правилу:

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

$$\beta_{\text{п.}} = \alpha_{\text{пред.}} - \alpha_{\text{посл.}} + 180^\circ = 136^\circ 50' - 312^\circ 48' + 180^\circ = 4^\circ 02'$$

### Задача 3

По данным предыдущей задачи определить левый по ходу горизонтальный угол между линиями.

### Решение

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

$$\beta_{\text{л.}} = \alpha_{\text{посл.}} - \alpha_{\text{пред.}} + 180^\circ = 312^\circ 48' - 136^\circ 50' + 180^\circ = 355^\circ 58'$$

### Задача 4

Дана точка А с отметкой  $H_A = 173,020\text{ м}$ . Требуется на расстоянии  $d = 300\text{ м}$ . Определить отметку точки В, если уклон линии АВ равен  $i_{A-B} = 10\%$ .

Решение

Превышение  $h$  между точками определяется по формуле:  $h=d \cdot i$ ;

Уклон  $i_{A-B}=10\text{‰}=1\%=0,010$ .  $h=300 \cdot 0,010=3,0$  м.

$H_B=H_A+h=173,020+3,0=176,020$  м.

### Задача 5

Отсчёты по горизонтальному кругу теодолита равны: КП  $10^\circ 26'$ ; КЛ  $190^\circ 29'$ .

Определить коллимационную погрешность.

Решение

$$C = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2};$$

$$C = \frac{10^\circ 26' - 190^\circ 29' + 180^\circ}{2} = -130''.$$

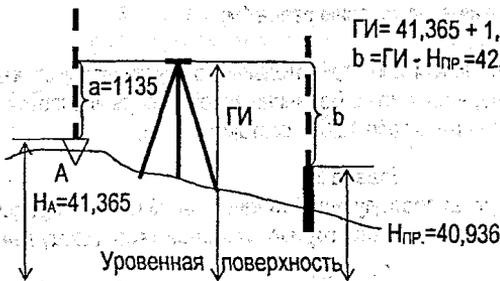
### Задача 6

Имеется точка А с отметкой  $H_A=41,365$ . Требуется вынести точку В с проектной отметкой  $H_{пр.}=40,936$ . Определить отсчёт по рейке, установленной в точке В, если отсчёт по рейке в точке А равен 1135.

Решение

$$ГИ = 41,365 + 1,135 = 42,500;$$

$$b = ГИ - H_{пр.} = 42,500 - 40,936 = 1,564 \text{ м} = 1564 \text{ мм}.$$

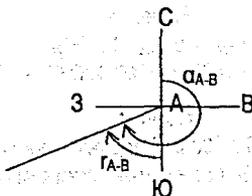


### Задача 7

Дан румб линии А-В  $r_{A-B}=\text{ЮЗ:}87^\circ 13'$ . Определить дирекционный угол этой линии.

Решение

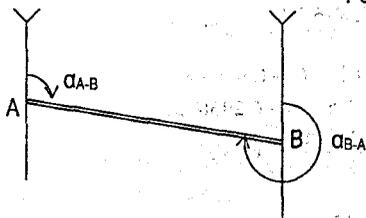
$$\alpha_{A-B} = 87^\circ 13' + 180^\circ = 267^\circ 13'.$$



### Задача 8

Дирекционный угол линии А – В равен  $\alpha_{А-В}=92^{\circ}52'$ . Определить обратный дирекционный угол этой линии ( $\alpha_{В-А}$ ).

Решение

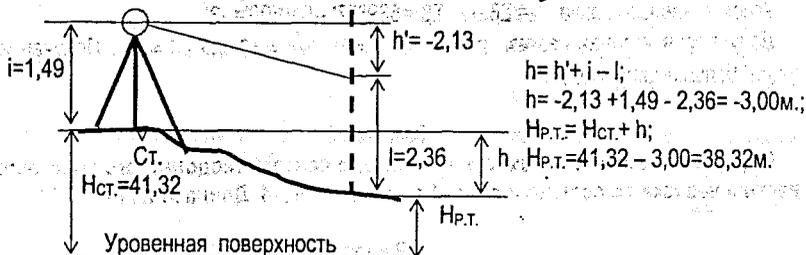


$$\alpha_{В-А} = \alpha_{А-В} + 180^{\circ} = 92^{\circ}52' + 180^{\circ} = 272^{\circ}52'$$

### Задача 9

Вычислить отметку речной точки при тахеометрической съёмке, если известна отметка станции  $H_{Ст.}=41,32\text{м}$ , высота инструмента  $i=1,49\text{м}$ , высота наведения  $l=2,36\text{м}$ , вычисленное превышение по измеренному вертикальному углу  $h'=-2,13\text{м}$ .

Решение



$$h = h' + i - l;$$

$$h = -2,13 + 1,49 - 2,36 = -3,00\text{м.};$$

$$H_{р.т.} = H_{Ст.} + h;$$

$$H_{р.т.} = 41,32 - 3,00 = 38,32\text{м.}$$

### Задача 10

Определить уклон линии А-В, если даны отметки точек:

начальной ПК 3 +17,62  $H_A=41,316$ ;

конечной ПК 8 +0,13  $H_B=39,687$ .

Решение

$$h = H_B - H_A = 39,687 - 41,316 = -1,629\text{м.}$$

$$d = 800,13 - 317,62 = 482,51\text{м.}$$

$$i = \frac{h}{d} = \frac{-1,629}{482,51} = -0,0034 = -0,34\% = -3,4\text{‰}$$

### Задача 11

Определить значение место нуля (МО) вертикального круга теодолита 2Т30 и вертикальный угол  $\nu$ , если известны отсчеты по вертикальному кругу: КП  $6^{\circ}28'$ ; КЛ  $-6^{\circ}31'$ .

Решение

$$MO = \frac{КП + КЛ}{2} = \frac{6^{\circ}28' - 6^{\circ}31'}{2} = -1^{\circ}30'';$$

$$\nu = КЛ - MO = -6^{\circ}31' - (-1^{\circ}30'') = -6^{\circ} + 1^{\circ}30'' = -6^{\circ}29^{\circ}30'';$$

$$\nu = MO - КП = -1^{\circ}30'' - 6^{\circ}28' = -6^{\circ}29^{\circ}30'';$$

$$\nu = \frac{КЛ - КП}{2} = \frac{-6^{\circ}31' - 6^{\circ}28'}{2} = -6^{\circ}29^{\circ}30''.$$

### Задача 12

Определить величину угловой невязки, её знак и допустимость в полигоне, имеющем 5 вершин, если сумма измеренных внутренних углов  $\Sigma\beta_{изм.} = 539^{\circ}57'$ .

Углы измерены теодолитом 4Т30П.

Решение

Теоретическая сумма углов равна  $\Sigma\beta_T = 180^{\circ}(n-2) = 180^{\circ}(5-2) = 540^{\circ}00'$ ,

где  $n$  — количество углов.

Угловая невязка равна  $f_{\beta} = \Sigma\beta_{изм.} - \Sigma\beta_T = 539^{\circ}57' - 540^{\circ}00' = -3'$ .

Допустимая угловая невязка равна  $f_{\beta доп.} = \pm 2 \cdot t \cdot \sqrt{n} = \pm 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{5} \approx \pm 2'$ . Полученная невязка больше допустимой.

### Задача 13

Определить абсолютную и относительную невязки теодолитного хода, если известны невязки по осям координат  $f_x = -0,23$ ;  $f_y = +0,14$ . Длина хода  $P = 683,17$  м.

Решение

$$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,23)^2 + (0,14)^2} = \pm 0,27 \text{ м.}$$

$$f_{отн.} = \frac{f_{абс.}}{P} = \frac{0,27}{683,17} = \frac{1}{2530}.$$

### Задача 14

Определить горизонт инструмента, если известна отметка точки А  $H_A = 26,013$  м и отсчеты по рейке, установленной на точке А равны: 1803 мм и 6488 мм.

Решение

Горизонт инструмента равен отметке точки плюс отсчет по чёрной стороне рейки, установленной на этой точке  $ГИ = 26,013 + 1,803 = 27,816$  м.

### Задача 15

Длина линии измерена в прямом и обратном направлениях. Получены результаты:  $D_{пр.} = 212,86$  м.;  $D_{обр.} = 212,74$  м. Условия измерений хорошие. Найти абсолютную и относительные погрешности измерений и оценить результаты измерений.

Решение

Абсолютная погрешность равна:  $\Delta D = D_{пр.} - D_{обр.} = 212,86 + 212,74 = 0,12$  м.

Окончательная длина линии равна:  $D = \frac{212,86 + 212,74}{2} = 212,80$  м.

Относительная погрешность равна:  $\frac{\Delta D}{D} = \frac{0,12}{212,80} = \frac{1}{1773} > \frac{1}{2000}$ .

Относительная погрешность больше предельно допустимой, следовательно, линию необходимо измерить заново.

### Задача 16

Чему равна абсолютная погрешность измерения линии длиной 80 метров, если относительная погрешность равна  $1/2000$ ?

Решение

Линию измеряют в прямом  $D_n$  и обратном  $D_o$  направлениях. Разность  $\Delta D = D_n - D_o$  не должна превышать  $1/2000$  измеряемого отрезка. Если это условие выполнено, то вычисляют среднее значение  $D = 0,5 \cdot (D_n + D_o)$ . Если условие не выполнено, то измерение длины линии повторяют.

$D = 80$  метров.  $\Delta D / D = 1/2000$ .  $\Delta D = D/2000 = 80/2000 = 0,04$  метра = 4 см.

### Задача 17

Определить МО теодолита Т-30 и вертикальный угол  $v$ , если отсчёты по вертикальному кругу известны:  $КП = 175^\circ 28'$ ;  $КЛ = 4^\circ 36'$ .

Решение

$$МО = \frac{КЛ + КП - 180^\circ}{2} = \frac{4^\circ 36' + 175^\circ 28' - 180^\circ}{2} = 2';$$

$$v = КП - МО = 4^\circ 36' - 2' = 4^\circ 34';$$

$$v = МО - КП + 180^\circ = 2' - 175^\circ 28' + 180^\circ = 4^\circ 34';$$

$$v = \frac{КЛ - КП + 180^\circ}{2} = \frac{4^\circ 36' - 175^\circ 28' + 180^\circ}{2} = 4^\circ 34'.$$

### Задача 18

По известным координатам точек А и В требуется определить горизонтальное проложение линий  $d_{А-В}$  и ориентирное линии А-В.  
 $X_A = 300,00$  м,  $Y_A = 400,00$  м,  $X_B = 100,00$  м,  $Y_B = 200,00$  м.

Решение

Находим приращения координат:

$$\Delta X_{А-В} = X_B - X_A = 100,00 - 300,00 = -200,00 \text{ м.}$$

$$\Delta Y_{А-В} = Y_B - Y_A = 200,00 - 400,00 = -200,00 \text{ м.}$$

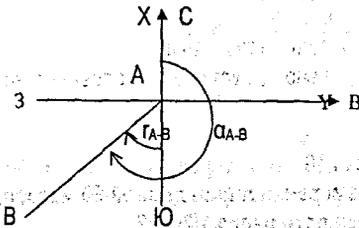
Определим значение румба  $r$  и его направление

$\operatorname{tgr} = \frac{-200,00}{-200,00} = 1,00$        $\alpha_{A-B} = \text{Ю}3:45^\circ$       Дирекционный угол линии АВ определим по направлению румба  $\alpha_{A-B} = 180^\circ + 45^\circ = 225^\circ$ .

Горизонтальное проложение линии АВ определим по формулам:

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}; \quad d = \frac{\Delta X}{\cos r}; \quad d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$$

$$d = \sqrt{(-200,00)^2 + (-200,00)^2} = \frac{200,00}{0,707107} = \frac{200,00}{0,707107} = 282,84 \text{ м.}$$



### Задача 19

Выполнить аналитическую интерполяцию между пикетными точками 2 и 4.  $H_2=44,91$ ;  $H_4=43,56$ ; расстояние между пикетами  $d=19,3\text{м}$ .

Решение

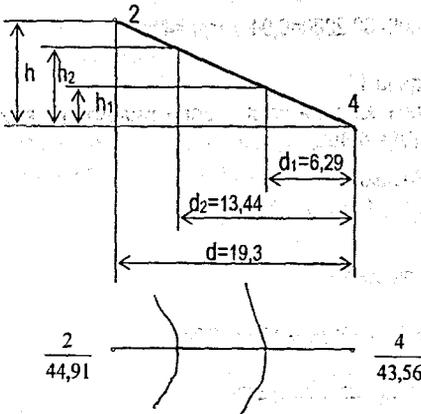


Схема к задаче 19

$$h = H_2 - H_4 = 44,91 - 43,56 = 1,35 \text{ м.}$$

$$h_1 = 44,0 - 43,56 = 0,44 \text{ м.}$$

$$h_2 = 44,5 - 43,56 = 0,94 \text{ м.}$$

$$d_1 = \frac{h_1}{h} \cdot d = \frac{0,44}{1,35} \cdot 19,3 = 6,29 \text{ м.}$$

$$d_2 = \frac{h_2}{h} \cdot d = \frac{0,94}{1,35} \cdot 19,3 = 13,44 \text{ м.}$$

### Задача 20

Известны прямоугольные координаты точки А, горизонтальное проложение  $d_{A-B}$  и ориентирное направление  $\alpha_{A-B}$  линии А-В.  $X_A=400,00\text{м}$ ,  $Y_A=200,00\text{м}$ ,  $d_{A-B}=200,00\text{м}$ ,  $\alpha_{A-B}=150^\circ$ . Вычислить прямоугольные координаты точки В.

Решение

Приращения координат будут:

$$\Delta X = -d \cos r = -200,00 \cdot 0,866025 = -173,21 \text{ м;}$$

$$\Delta Y = +d \sin r = +200,00 \cdot 0,5 = +100,00 \text{ м.}$$

Находим координаты точки В.

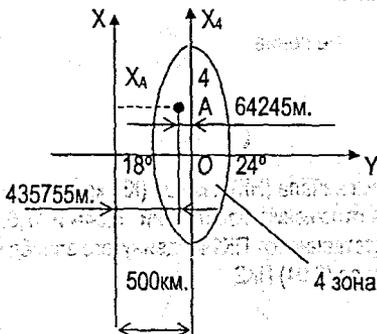
$$X_B = X_A + \Delta X = 400,00 - 173,21 = 226,79 \text{ м;}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y = 200,00 + 100,00 = 300,00 \text{ м.}$$

### Задача 21

Точка А расположена в четвертой зоне в 64245 м к западу от осевого меридиана. Определить её приведенную ординату.

Решение



Приведенная ордината равна  
 $Y_A = 4(500000 - 64245) \text{ м} = 4435755 \text{ м.}$

Первая цифра – 4 указывает номер зоны.

### Задача 22

Радиус круговой кривой равен  $R=200 \text{ м}$ . Угол поворота равен  $\varphi=32^\circ 10'$ . Определить значения основных элементов круговой кривой.

Решение

Значение элементов вычисляются по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 200 \operatorname{tg} \frac{32^\circ 10'}{2} = 200 \operatorname{tg} 16^\circ 05' = 200 \cdot 0,288320 = 57,66 \text{ м.}$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180^\circ} = 3,14 \cdot 200 \cdot \frac{32^\circ 10'}{180^\circ} = 3,14 \cdot 200 \cdot \frac{32,167}{180} = 112,28 \text{ м.}$$

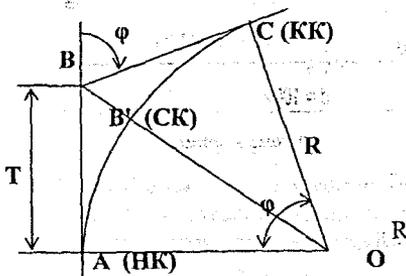


Схема к задачам 22,23

$$D = 2T - K = 2 \cdot 57,66 - 112,28 = 3,04 \text{ м.}$$

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}} - R = \frac{200}{\cos \frac{32'10''}{2}} - 200 = \frac{200}{0,960860} - 200 = 8,15 \text{ м.}$$

### Задача 23

Вершина угла поворота трассы имеет пикетажное значение ПК1+63,00. Угол поворота равен  $\varphi = 32^\circ 10'$ . Радиус круговой кривой равен  $R = 200$  м. Значения основных элементов круговой кривой вычислены в примере (задача 22). Определить пикетажные значения главных точек круговой кривой.

Решение

-	ВУ№1	ПК1+63,00
-	T	57,66
+	НК	ПК1+ 5,34
+	K	112,28
-	КК	ПК2+17,62
-	0,5 K	56,14
+	СК	ПК1+61,48
-	0,5 D	1,52
-	ВУ№1	ПК1+ 63,00

Разбивка начала (НК) и конца (КК) круговой кривой сводится к отложению расстояний 5,34 м и 17,62 м соответственно от ПК1 и сдвинутого вперед на величину домера (3,04) ПК2.

### Задача 24

На продольном профиле вычислить расстояния от точки нулевых работ до ПК0 и ПК1. Рабочие отметки приведены на схеме.

Решение

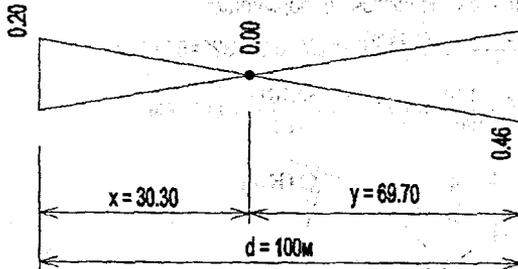


Схема к примеру

$$X = \frac{0,20}{0,20 + 0,46} \cdot 100 = 30,30 \text{ м;}$$

$$Y = \frac{0,46}{0,20 + 0,46} \cdot 100 = 69,70 \text{ м;}$$

Контроль

$$d = x + y = 30,30 + 69,70 = 100 \text{ м.}$$

### Задача 25

Вычислить площадь контура 1-2-3, ограниченного точками с координатами, приведенными в таблице.

Решение

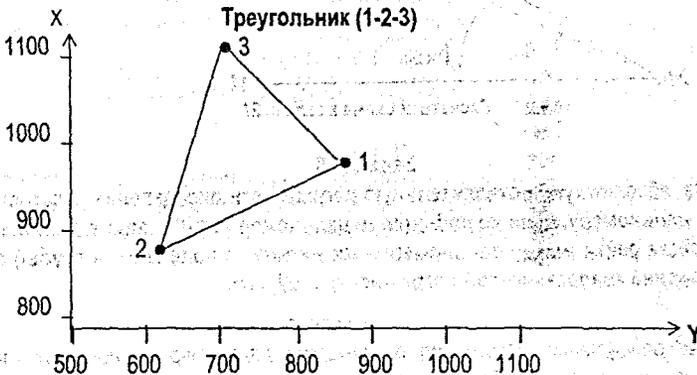
Координаты точек

№ точек	Координаты точек	
	X	Y
1	973,15	870,08
2	882,70	623,11
3	1109,01	700,64

Площадь участка, вершины которого обозначены по ходу часовой стрелки, может быть вычислена по формулам:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1});$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1}).$$



$$P = 0,5 [X_1 (Y_2 - Y_3) + X_2 (Y_3 - Y_1) + X_3 (Y_1 - Y_2)] =$$

$$= 0,5 \cdot [973,15 \cdot (623,11 - 700,64) + 882,70 \cdot (700,64 - 870,08) + 1109,01 \cdot (870,08 - 623,11)] =$$

$$= 24439,60 \text{ м}^2.$$

$$P = 0,5 [Y_1 (X_3 - X_2) + Y_2 (X_1 - X_3) + Y_3 (X_2 - X_1)] =$$

$$= 0,5 \cdot [870,08 \cdot (1109,01 - 882,70) + 623,11 \cdot (973,15 - 1109,01) + 700,64 \cdot (882,70 - 973,15)] =$$

$$= 24439,60 \text{ м}^2.$$

### Задача 26

Рассчитайте необходимое количество приёмов, если значение угла должно быть определено со средней квадратической погрешностью не более  $m = 15''$ , а средняя квадратическая погрешность измерения угла одним приёмом  $t = 30''$ .

Решение

Количество приёмов  $n$  измерения угла вычисляются по формуле

$$n = t^2 / m^2 = 30^2 / 15^2 = 4.$$

### Задача 27

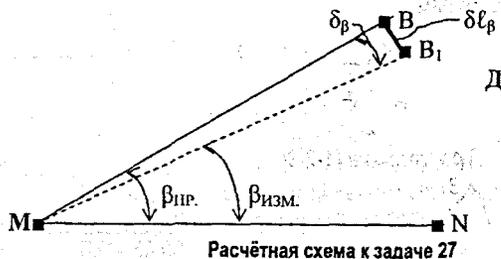
Требуется построить проектный угол  $\beta_{пр.} = 45^{\circ}09'45''$  в точке М. Длина стороны МВ равна  $D=100\text{ м}$ . Определить величину смещения точки В, если среднее значение построенного угла из нескольких приёмов составило  $\beta_{изм.} = 45^{\circ}09'25''$ .

Решение

Сначала находим угловую величину смещения  $\delta_{\beta} = \beta_{пр.} - \beta_{изм.} = 45^{\circ}09'45'' - 45^{\circ}09'24'' = 21''$ , а затем линейную

$$\delta l_{\beta} = D \cdot \frac{\delta_{\beta}}{\rho} = \frac{100000 \text{ мм} \cdot 21''}{206265} = 10 \text{ мм.}$$

Следовательно для получения значения угла с повышенной точностью необходимо точку В<sub>1</sub> передвинуть по перпендикуляру к линии МВ<sub>1</sub> на 10 мм.

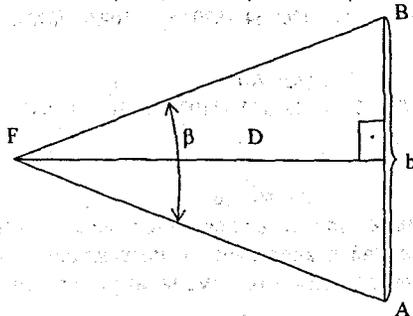


### Задача 28

Найдите абсолютную и относительную погрешности определения расстояния по нитяному дальномеру, если коэффициент дальномера  $K=100$ , длина линии 80 м, а длина отрезка рейки между дальномерными нитями (в поле зрения трубы) отсчитана со средней квадратической погрешностью  $\pm 2,0$  мм.

Решение

В основу определения расстояния оптическими дальномерами положено оптико-механическое решение равнобедренного параллактического треугольника, в котором известен параллактический угол  $\beta$ , а измеряется сторона  $b$ .



Из треугольника FAB имеем  $D = b/2 \operatorname{ctg}(\beta/2)$ ,  
или по малости угла  $D = b/2 (1/\operatorname{tg}(\beta/2)) = bp/\beta$

где  $\rho$  – радиан, т.е.  $D = K \cdot b$ .

Здесь  $K = \rho/\beta = 100$  – коэффициент дальномера.

$D = K \cdot b = 100 \cdot b$  – это функция вида  $z = K \cdot x$ , где  $K$  – постоянная величина.

Таким образом, переходя к средним квадратическим погрешностям получим,

$$m_z^2 = K^2 m_x^2 \text{ или } m_z = K m_x.$$

Следовательно, абсолютная погрешность будет  $m_0 = 100 \cdot 2,0 = 200 \text{ мм} = \pm 0,2 \text{ м}$ ,

а относительная  $0,2/80 = 1/400$ .

### Задача 29

Рассчитайте величину сдвига (смещения) некоторой точки сооружения, если её координаты, определённые методом микротриангуляции, в первом и во втором циклах наблюдений получились (м):  $X_1 = 114,116$ ;  $Y_1 = 236,918$ ;  $X_2 = 114,119$ ;  $Y_2 = 236,914$ .

#### Решение

Сдвиг конструкций или сооружений можно определить по изменению координат точек относительно пунктов опорной сети. Наиболее удобным из всех способов является способ микротриангуляции, который применяют для наблюдений за сдвигами сооружений, имеющих значительную протяжённость (мосты, плотины, дамбы и т.д.)

Если  $X_1$  и  $Y_1$  – координаты некоторой точки сооружения в первом цикле наблюдений, а  $X_2$  и  $Y_2$  – координаты этой же точки во втором цикле наблюдений, то полная величина сдвига

$$r = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$r = \sqrt{(114,119 - 114,116)^2 + (236,914 - 236,918)^2} = \sqrt{0,003^2 + (-0,004)^2} = 0,005 \text{ м} = 5 \text{ мм}.$$

### Задача 30

Найдите погрешность определения превышения тригонометрическим нивелированием, если длина линии 100 м измерена с относительной погрешностью 1/2000, а угол наклона линии равен  $5^\circ$  и измерен со средней квадратической погрешностью 0,5'.

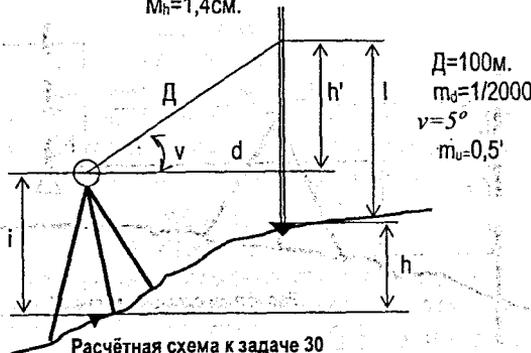
#### Решение

Превышение  $h$  определяется по формуле  $h = h' + i - l = (D/2) \cdot \sin 2v + i - l$ . На точность определения превышений влияют главным образом погрешности измерения расстояний  $D = kp$  и угла наклона  $v$ . Влияние этих погрешностей может быть установлено из анализа формулы  $h = (D/2) \cdot \sin 2v$ . Это формула общего вида, т.е.

$$m_h^2 = (1/2 \sin 2v)^2 m_D^2 + (D \cos 2v)^2 (m_v/\rho)^2 =$$

$$= (0,5 \sin 2 \cdot 5^\circ)^2 (1/2000)^2 + (100 \cos 2 \cdot 5^\circ)^2 (30''/206265)^2 = 2,05162 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

$$M_h = 1,4 \text{ см}.$$



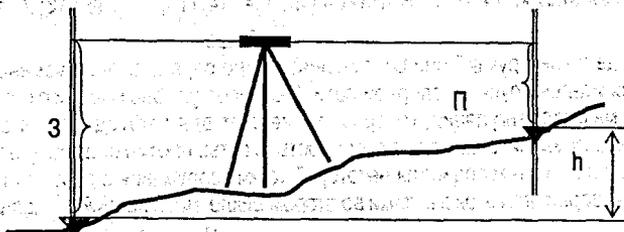
### Задача 31

Найдите среднюю квадратическую погрешность определения превышения геометрическим нивелированием из середины, если погрешность отсчётов по рейкам  $m_{\text{отсч.}} = \pm 2$  мм.

Решение

Превышение  $h$  определяется по формуле  $h = \frac{(3_* - \Pi_*) - (3_* - \Pi_*)}{2}$  на основании тео-

рии погрешностей  $m_h^2 = \frac{4 \cdot m_{\text{отсч.}}^2}{4}$  или  $m_h = m_{\text{отсч.}}$ , где  $m_{\text{отсч.}} = m_{3_*} = m_{\Pi_*} = m_{3_*} = m_{\Pi_*}$  - точности одного отсчёта по рейке. Таким образом,  $m_h = \pm 2$  мм.



Расчётная схема к задаче 31

### Задача 32

Рассчитайте величину осадки сооружения, если при геометрическом нивелировании отсчёты по рейкам, установленным на фундаментальном (глубинном) репере и осадочной марке, получились равными: в первом цикле наблюдений- 1595 и 1442, во втором цикле- 1802 и 1646.

Решение

Наблюдения за осадками сооружений производятся путём повторного нивелирования осадочных марок. Величины осадок определяют из нивелирования относительно опорных реперов, установленных не менее, чем за 100м от сооружения в грунтах, не подвергающихся деформации. Определение величины осадок сводится к определению превышений между репером и осадочными марками через определённые промежутки времени.



Расчётная схема к задаче 32

$$a_1=1595; a_2=1802;$$

$$b_1=1442; b_2=1646.$$

Осадка марки находится по разности

$$S_h = h_0 - h_1;$$

$h_0, h_1$  – превышения по данным начального (нулевого) и последующих циклов наблюдений.

$$h_0 = a_1 - b_1 = 1595 - 1442 = 153 \text{ мм.}$$

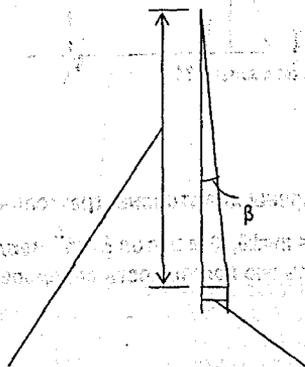
$$h_1 = a_2 - b_2 = 1802 - 1646 = 156 \text{ мм.}$$

Следовательно, осадка будет  $S_h = 153 - 156 = -3 \text{ мм.}$

### Задача 33

Рассчитайте угловую величину крена стены здания высотой 30 м, если линейная величина крена составила  $b=32 \text{ мм.}$

Решение



$H=30 \text{ м}$  – высота здания  $b=32 \text{ мм}$  – линейная величина крена

Угловая величина крена определяется по формуле  $\frac{b}{H} = \text{tg} \beta$ , а т.к. угол  $\beta$  мал,

можно записать  $\beta = \frac{b \cdot \rho}{H}$ , где  $\rho = 206265''$  – число секунд в радиане.

$$\beta = 32 \cdot 206265 / 30000 = 220,02'' = 3'40''$$

### Задача 34

Рассчитайте среднюю квадратическую погрешность передачи отметки на дно глубокого котлована с помощью нивелира, рейки и опущенной отвесно в котлован рулетки (погрешностями в отметке строительного репера, поправками за температуру, компарирование и другими пренебречь). Средняя квадратическая погрешность отсчёта по рейке  $\pm 2 \text{ мм}$ , по рулетке  $\pm 3 \text{ мм}$ .

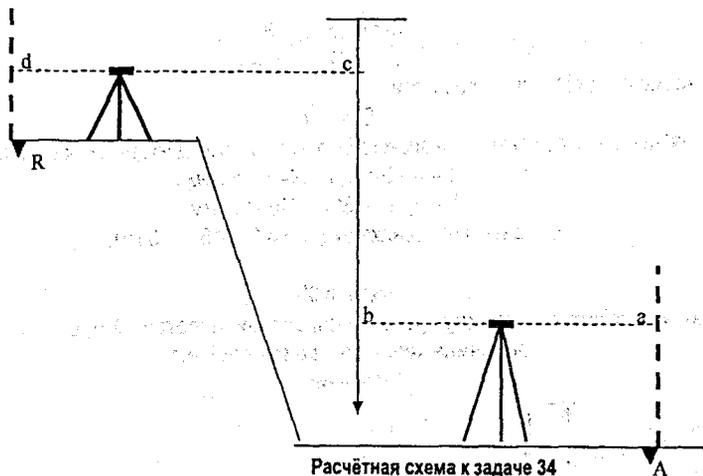
Решение

$$H_A = H_R + d - (c - b) - a$$

$m_p = \pm 2 \text{ мм}$  – средняя квадратическая погрешность отсчёта по рейке;

$m_r = \pm 3 \text{ мм}$  – средняя квадратическая погрешность отсчёта по рулетке.

$$m_h = \pm \sqrt{m_p^2 + m_r^2 + m_p^2 + m_r^2} = \pm \sqrt{2m_p^2 + 2m_r^2} = \pm \sqrt{2 \cdot 2^2 + 2 \cdot 3^2} = \pm 5,1 \text{ мм}$$



### Задача 35

Для определения площади треугольника измерены две стороны треугольника  $a=30$  м и  $b=40$  м с одинаковой точностью  $m_a = m_b = m = \pm 0,10$  м и угол  $\beta = 45^\circ$  между ними с точностью  $m_\beta = \pm 1'$ . Определить относительную погрешность определения площади треугольника.

### Решение

Известно, что площадь треугольника в этом случае определяется формулой:

$$P = \frac{1}{2} ab \sin \beta = 424,3 \text{ м}^2$$

Найдём частные производные по аргументам  $a$ ,  $b$  и  $\beta$ , получим

$$\frac{\partial P}{\partial a} = \frac{1}{2} b \sin \beta; \quad \frac{\partial P}{\partial b} = \frac{1}{2} a \sin \beta; \quad \frac{\partial P}{\partial \beta} = \frac{1}{2} ab \cos \beta.$$

Далее имеем

$$m_p^2 = \frac{1}{4} b^2 \cdot \sin^2 \beta \cdot m_a^2 + \frac{1}{4} a^2 \cdot \sin^2 \beta \cdot m_b^2 + \frac{1}{4} a^2 \cdot b^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot \frac{m_\beta^2}{\rho^2}$$

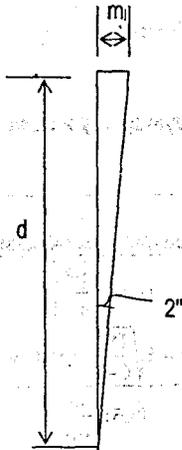
Здесь  $\rho = 3438'$  - число минут в радиане.

Подставив в полученное выражение численные значения соответствующих величин, получим

$$m_p = \pm 2,5 \text{ м}^2 \text{ и } \frac{m_p}{P} \approx \frac{1}{170}.$$

### Задача 36

Рассчитайте среднюю квадратическую погрешность  $m_l$  переноса базового знака на перекрытие монтажного горизонта способом вертикального проектирования, если точность фиксации отвесной линии прибором вертикального проектирования  $2''$ , а высота монтажного горизонта равна  $d=8$  м. (Погрешностями за центровку прибора и фиксацию точки на перекрытии пренебречь).



Решение

$$\frac{m_l}{H} = \operatorname{tg} 2''$$

$$m_l = H \cdot \operatorname{tg} 2''$$

$$\text{или } m_l = \frac{2'' \cdot H}{\rho''} = \frac{2'' \cdot 8000}{206265} = 0,08 \text{ мм.}$$

Расчётная схема к задаче 36

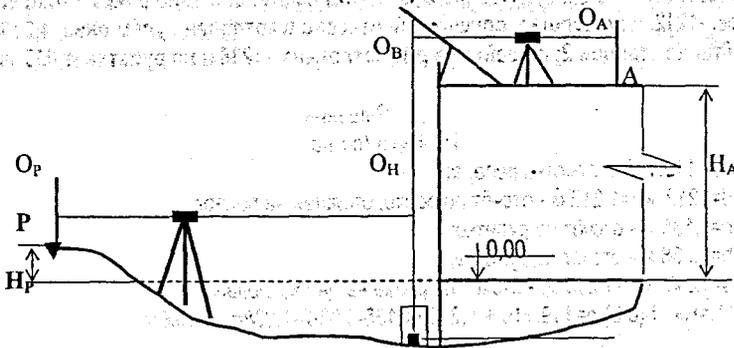
### Задача 37

Рассчитать среднюю квадратическую погрешность  $m_h$  передачи отметки на монтажный горизонт с помощью нивелира, если погрешность отсчёта по рейке и рулетке равна  $m_r = 2$  мм (погрешностями в отметке исходного строительного репера, поправками за температуру и компарирование реек и рулетки пренебречь).

Решение

На исходной точке  $P$  с известной отметкой  $H_P$  и на определяемой точке  $A$  ставят рейки, а посредине между рейками и подвешенной рулеткой - два нивелира. Сначала берут отсчёты  $O_P$  и  $O_A$  по рейкам, затем одновременно по сигналу - по рулетке  $O_B$  и  $O_H$ . Отметку  $H_A$  вычисляют по формуле:

$$H_A = H_P + O_P + (O_B - O_H) - O_A, \text{ следовательно}$$



Расчётная схема к задаче 37

$$m_h^2 = m_{H_r}^2 + m_{O_r}^2 + m_{O_n}^2 + m_{O_n}^2 + m_{O_n}^2, \text{ где}$$

$m_{O_r} = m_{O_n} = m_p = \pm 2$  мм - средняя квадратическая погрешность отсчёта по рейке;

$m_{O_n} = m_{O_n} = m_{л} = \pm 2$  мм - средняя квадратическая погрешность отсчёта по рулетке;

$m_{H_r} = 0$  - средняя квадратическая погрешность исходного репера.

Следовательно,

$$m_h = \pm \sqrt{m_p^2 + m_p^2 + m_p^2 + m_p^2} = \pm \sqrt{2m_p^2 + 2m_p^2} = \pm \sqrt{2 \cdot 2^2 + 2 \cdot 2^2} = \pm 4 \text{ мм.}$$

### Задача 38

Линия измерена шесть раз. Определить её вероятнейшую длину и оценку точности измерений.

#### Решение

№ п/п.	Длина линии, м	$v$ , см	$v^2$	Формулы и вычисления
1	225,26	+6	36	$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}$
2	225,23	+3	9	
3	225,22	+2	4	
4	225,14	-6	36	$m = \pm \sqrt{\frac{158}{6-1}} = \pm 5,6 \text{ см}$
5	225,23	+3	9	
6	225,12	-8	64	
Х <sub>0</sub> =225,20		[ $v$ ]=0	[ $v^2$ ]=158	$m_x = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$ $m = \pm \frac{5,6}{\sqrt{6}} = \pm 2,3 \text{ см}$

Точность измерения длины линии необходимо оценивать относительной погрешностью. Относительная погрешность вероятнейшего значения измеренной линии будет

$$f_{\text{отн}} = \frac{m_x}{X_0} = \frac{2,3}{22520} = \frac{1}{9800}$$

### Задача 39

Рассчитайте отметку дна котлована по результатам геометрического нивелирования, если отметка репера 119,119 м, отсчёты на станции 1: по рейке, стоящей на репере, -1212, а по рулетке, опущенной отвесно в котлован нулём вниз, -4,315м; отсчёты на станции 2: по рейке на дне котлована -1238 и по рулетке- 1,038 мм

#### Решение

$$H_A = H_R + d - (c-b) - a$$

$H_R = 119,119$  м - отметка репера;

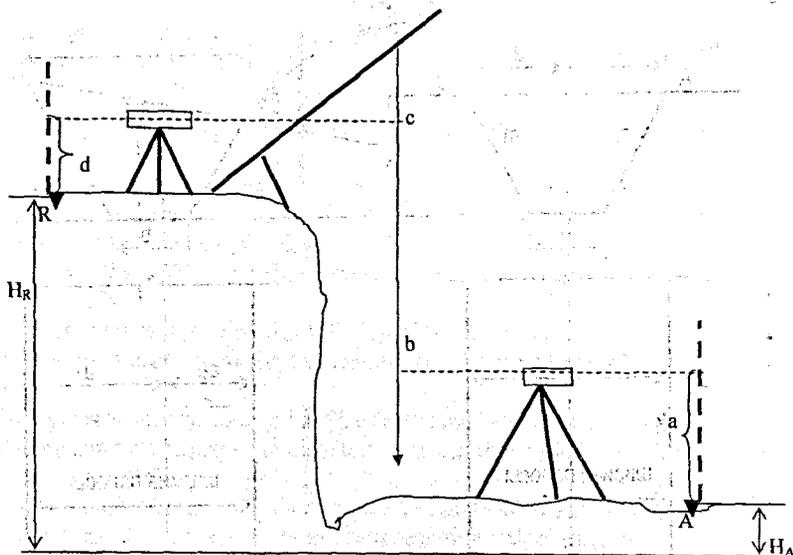
$d = 1212$  мм = 1,212 м - отсчёт по рейке, стоящей на репере;

$c = 4,135$  м - отсчёт по рулетке;

$b = 1,038$  м - отсчёт по рулетке;

$a = 1238$  мм = 1,238 м. - отсчёт по рейке на дне котлована.

$H_A = H_R + d - (c-b) - a = 119,119 + 1,212 - (4,135 - 1,038) - 1,238 = 115,996$  м.



Расчётная схема к задаче 39

#### Задача 40

Измерен радиус окружности с точностью  $m_R = \pm 0,1$  мм. Определить, с какой точностью вычислена длина окружности  $m_C$ .

Решение

Известно, что  $C = 2\pi R$ , т.е.  $m_C = \pm 2\pi m_R$  или  $m_C = \pm 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \text{ мм} \approx \pm 0,63 \text{ мм}$

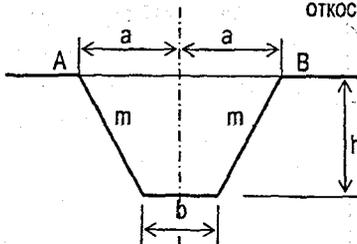
#### Задача 41

Ширина дна канала  $b=4$ м; заложение откосов канала  $m=1,5$ ; уклон местности  $n=0$ ; проектная отметка дна канала  $H_{пр}=39,13$ м; отметка земли в данной точке по оси  $H_{ф}=42,43$ . Определить расстояния от оси до бровок канала (рис. а).

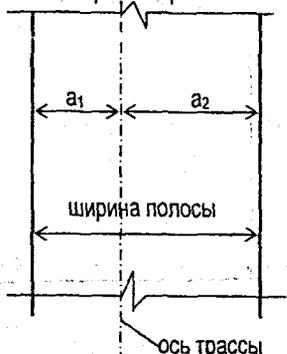
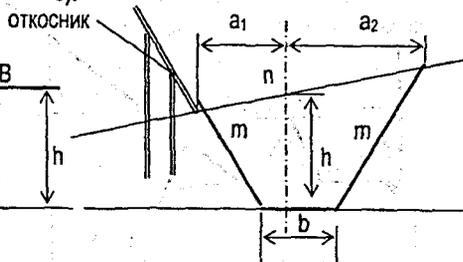
Решение

$$a = \frac{b}{2} + h \cdot m = \frac{4}{2} + (42,43 - 39,13) \cdot 1,5 = 6,95 \text{ м.}$$

а).



б).



**Задача 42**

Ширина канала по дну  $b=3\text{м}$ ; заложение откосов канала  $m=1,4$ ; уклон местности  $n=6$ ; глубина канала по оси  $h=3\text{м}$ . Определить расстояния от оси до бровок канала (рис. б).

Решение

$$a_1 = \left(\frac{b}{2} + h \cdot m\right) \cdot \frac{n}{n+m} = \left(\frac{3}{2} + 1,4 \cdot 3\right) \cdot \frac{6}{6+1,4} = 4,62\text{м (вниз по уклону местности),}$$

$$a_2 = \left(\frac{b}{2} + h \cdot m\right) \cdot \frac{n}{n-m} = \left(\frac{3}{2} + 1,4 \cdot 3\right) \cdot \frac{6}{6-1,4} = 7,41\text{м (вверх по уклону местности).}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. - М.: Недра, 1977.
2. Васютинский И.Ю. Гидростатическое нивелирование. - М.: Недра, 1976.
3. Ганьшин В.Н. и др. Справочное руководство по крупномасштабным съёмкам. - М.: Недра, 1977.
4. Геодезические работы в мелиоративном строительстве. - М.: Недра, 1981.
5. Зеленский А.М., Нуйкина Ю.В., Фолитар Г.В. Инженерная геодезия в автодорожном строительстве (курс лекций). - Брест: БрГТУ, 2007. - с. 148.
6. Зеленский А.М., Фолитар Г.В. Инженерная геодезия (курс лекций). - Брест: БрГТУ, 2007. - с. 184.
7. Инженерная геодезия. / Под ред. П.С. Закатова. - М.: Недра, 1976.
8. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР. - М.: Недра, 1966.
9. Инструкция по нивелированию I, II, III, и IV классов. - М.: Недра, 1974.
10. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. - М.: Недра, 1985.
11. Курс инженерной геодезии. / Под ред. В.Е. Новака. - М.: Недра, 1989.
12. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. - М.: Недра, 1990.
13. Митин Н.А.: Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. - М.: Недра, 1978.
14. Нестерёнок М.Е., Нестерёнок В.Ф., Позняк А.Е.: Геодезия: - Минск: Университетское, 2001. - с. 312.
15. Практикум по инженерной геодезии. / Под ред. В.Е. Новака. - М.: Недра, 1987.
16. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. Наземные съёмки. - М.: Недра, 1977.
17. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. - М.: Недра, 1989.
18. Федоров В.И., Шилов П.И. Инженерная геодезия. - М.: Недра, 1982.

Учебное издание

Составители:  
**Зеленский Алексей Михайлович**  
**Фолитар Георгий Владимирович**  
**Фолитар Роман Георгиевич**

# Инженерная геодезия

Вопросы для самоконтроля при изучении инженерной геодезии  
для студентов специальностей 1-70 02 02 «Экспертиза и управление  
недвижимостью», 1-70 03 010 «Автомобильные дороги»,  
1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство»  
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Фолитар Г.В.  
Редактор: Строкач Т.В.  
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 11.07.2008 г. Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 2,6.  
Уч.-изд. л. 2,75. Формат 60x84 1/16. Тираж 100 экз. Заказ № 738.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.