

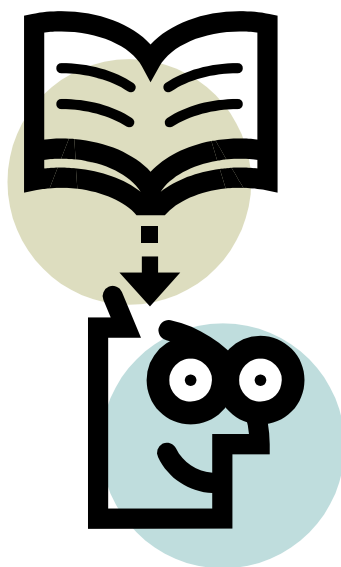
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

КАФЕДРА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**ЗВЕРЕВА Л.А., ПАШКОВСКАЯ А.А.**

## **МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

Учебно-методическое пособие для изучения дисциплины  
и задания для выполнения самостоятельной работы  
студентам направления  
21.03.02 Землеустройство и кадастры



Брянская область  
2024

УДК 621.878.2:332.3:528.4 (076)

ББК 38.523:65.32-5:26.12

З 43

Зверева, Л. А. Машины и оборудование в землеустройстве: учебно-методическое пособие для изучения дисциплины и задания для выполнения самостоятельной работы студентам направления 21.03.02 Землеустройство и кадастры / Л. А. Зверева, А. А. Пашковская. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. – 85 с.

Методическое пособие содержит краткое содержание основных тем для изучения дисциплины и задания для выполнения практической работы, а также примеры выполнения заданий, перечень литературных источников.

Рецензент: к.т.н., доцент, Широбокова О.Е

*Рекомендовано методической комиссией института энергетики и природопользования Брянской ГАУ протокол №6 от 18.06.2024 г.*

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2024

© Зверева Л.А., 2024

© Пашковская А.А., 2024

## Содержание

1 Цели освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре	4
3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	5
4 Темы теоретического курса	7
5 Перечень вопросов к зачету по дисциплине	8
6 Учебная литература	9
7 Теоретический курс	9
7.1 Назначение землеустройства	9
7.2 Геодезические и землеустроительные предприятия и организации	13
7.3 Геодезические инструменты и их использование	16
7.4 Основное оборудование для выполнения геодезических работ	21
7.5 Технологии используемые в геодезии Trimble GPS Systems: Решения для геодезистов	31
7.6 Дополнительное оборудование геодезиста	46
8 Пункты геодезических сетей	49
9 Современное оборудование для почвенных полевых исследований	52
10 Практические задания	59
10.1 Выбор транспортных средств	59
10.2 Износ и амортизация производственных фондов	61
10.3 Показатели использования основных производственных фондов	64
10.4 Расчетный фонд времени работы оборудования	68
10.5 Презентации и видеофильмы	70
10.6 Привязка трассы к пунктам опорной геодезической сети	70
10.7 Определение расходов воды графоаналитическим способом	74
10.8 Определение видов подземных вод (Расчет коэффициента фильтрации)	79
Литература	84

## **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью дисциплины является обучение теоретическим представлениям и практическим навыкам в землеустройстве, выполнение работ по подготовке к сертификации приборов, оборудования, технических устройств и систем; определение требований и составление технической документации на выполнение ремонтных работ, приборов и оборудования; составление заявок на новое оборудование, приемка и освоение нового оборудования и приборов; выполнение работ по подготовке к сертификации приборов, оборудования, технических устройств; составление заявок на новое оборудование, приемка и освоение нового оборудования и приборов;

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Блок ОПОП ВО: Б1.В.1.10

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо: знать объекты исследования дисциплины которыми являются земельные участки и прочно связанные с ними объекты недвижимости (здания, сооружения, коммуникации и иные объекты), перемещение которых без соразмерного ущерба их назначению невозможно.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: «Геодезия». «Землеустройство»

Знания полученные при освоении дисциплины необходимы для выполнения выпускной квалификационной работы.

### **3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом 10.009 Профессиональный стандарт «Землеустроитель», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 июня 2021 г. № 434н

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

**- организационно-управленческая:**

определение требований и составление технической документации на выполнение ремонтных работ, приборов и оборудования;

составление заявок на новое оборудование, приемка и освоение нового оборудования и приборов;

обоснование технических и организационных решений;

составление технической документации и отчетности;

выполнение работ по подготовке к сертификации приборов, оборудования, технических устройств;

**- проектная деятельность:**

Разработка рабочих проектов в землеустройстве;

Разработка проектной и рабочей технической документации по землеустройству и кадастрам, территориальному планированию, развитию объектов недвижимости, оформлению законченных проектных работ;

Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации по землеустройству и кадастрам, территориальному планированию, развитию объектов недвижимости стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

**- научно-исследовательская деятельность:**

Разработка и апробация автоматизированных систем землеустроительно-

го проектирования, обработки кадастровой и другой информации, их анализ;

Проведение экспериментальных исследований в землеустройстве, кадастрах и их внедрение в производство;

Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта использования земли и иной недвижимости;

Защита объектов интеллектуальной собственности; производственно-технологическая деятельность;

**- производственно-технологическая деятельность:**

Ведение государственного кадастра недвижимости;

Осуществление проектно-изыскательских и топографо-геодезических работ по землеустройству и государственному кадастру недвижимости;

Проверка технического состояния приборов и оборудования;

Использование информационных технологий, моделирования и современной техники в землеустройстве и кадастрах;

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

**Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.**

Изучение дисциплины Машины и оборудование в землеустройстве направлено на формировании следующих компетенций: УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; ПКС-9.2; ПКС-9.3

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и

ПК-9: Способен к организации ремонтно-эксплуатационных работ и работ по уходу за мелиоративными системами

## 4 ТЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

### **Раздел 1. Назначение землеустройства**

- 1.1 Понятие, содержание, системы землеустройства
- 1.2 Геодезические и землеустроительные предприятия и организации
- 1.3 Геодезические инструменты и их использование
- 1.4 Основное оборудование для выполнения геодезических работ

### **Раздел 2. Геодезические приборы для съемок**

- 2.1 Основные объекты геодезических измерений
- 2.2 Организация геодезической службы в землеустройстве
- 2.3 Сфера применения геодезического оборудования Виды съемок и их классификация. Рекогносцировка
- 2.4 Геодезические приборы для съемки поверхности земли. История геодезических работ и применяемые геодезические приборы
- 2.5 Теодолиты. Тахеометры. Устройство теодолитов. Аксессуары к теодолитам.
- 2.6 Лазерные нивелиры. Устройство нивелиров. Аксессуары к нивелирам

**Раздел 3. Обзор программных комплексов, применяемых при выполнении кадастровых работ.**

- 3.1 Программный комплекс АИС ГКН. Программа Mapinfo. Программа AutoCad. Программа Технокад
- 3.2 Формирование межевого плана в программе Технокад. Межевой план как основной документ постановки на учет объекта недвижимости. Содержание межевого плана земельного участка. Текстовая и графическая часть
- 3.3 Комплект приборов кадастрового инженера обязательно включает измерительные рейки, вехи, штативы, трубо-кабелеискатель. Область применения
- 3.4 Квадрокоптеры. Летящее крыла или дрон. Ассортимент квадрокоптеров. Область применения
- 3.5 Будущее геодезии - GPS и ГЛОНАСС оборудование.
- 3.6 Компьютерное программное обеспечение для обработки результатов полевых измерений.

## 5 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «Машины и оборудование в землеустройстве»

1. Понятие, содержание, система землеустройства
2. Основные объекты геодезических измерений
3. Примерная структура основных производственных фондов геодезического предприятия
4. Сфера применения геодезического оборудования Виды съемок и их классификация
5. Геодезические приборы для съемки поверхности земли
6. История геодезических работ и применяемые геодезические приборы
7. Теодолиты. Тахеометры.
8. Устройство теодолитов
9. Аксессуары к теодолитам
10. Лазерные нивелиры
11. Устройство нивелиров
12. Аксессуары к нивелирам
13. Программный комплекс АИС ГКН. Программа Mapinfo. Программа AutoCad. Программа Технокад.
14. Формирование межевого плана в программе Технокад.
15. Межевой план как основной документ постановки на учет объекта недвижимости. Содержание межевого плана земельного участка. Текстовая и графическая часть
16. Комплект приборов кадастрового инженера обязательно включает измерительные рейки, вехи, штативы, трубо-кабелеискатель
17. Устройство приборов кадастрового инженера
18. Область применения приборов кадастрового инженера
19. Квадрокоптеры. Летящее крыла или дрон
20. Ассортимент квадрокоптеров.
21. Область применения квадрокоптеров.
22. Будущее геодезии - GPS и ГЛОНАСС оборудование
23. Компьютерное программное обеспечение для обработки результатов полевых измерений



## 6 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Левитская Т.И. Основы геодезии: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 88 с.
2. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов. М.: КолосС, 2000
3. Сизов А.П. Современные проблемы землеустройства и кадастров. Ч. 1 Землеустройство: учебное пособие для студентов магистратуры. М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. 69 с.
4. Матвеев В.Т., Золотарев И.И., Матвеев С.В. Экономика геодезического производства: монография / под общ. ред. В.Т. Матвеева. Новосибирск: СГГА, 2002. 268 с.

## 7 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

### 7.1 Понятие и содержание системы землеустройства

**Землеустройство** – комплекс мероприятий: по изучению состояния земель, планированию и организации рационального использования земель и их охраны, описанию местоположения и (или) установлению на местности границ объектов землеустройства, организации рационального использования гражданами и юридическими лицами земельных участков для осуществления сельскохозяйственного производства, а также по организации территорий, используемых общинами коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, для обеспечения их традиционного образа жизни (внутрихозяйственное землеустройство).

Вопросы землеустройства в России регулируются Земельным кодексом Российской Федерации и соответствующими Федеральными законами РФ.

**Землеустроительные работы** – это совокупность инженерно-геодезических изысканий, направленных на изучение состояния земли, определения границ участков, планирование и рациональное использование ресурсов.

1. Изучение земель: инвентаризация, почвенные и исследования, оценка.
2. Геодезические и картографические работы.

3. Исследования качества почвы, другие изыскания.
4. Оценка качества земель: цель мероприятий состоит в том, чтобы оценить пригодность участков для нужд сельскохозяйственной сферы.
5. Инвентаризация земель: выявление участков, используемых не в соответствии с ВРИ.
6. Планирование, организация рационального использования, охрана.
7. Описания местонахождения участков.
8. Установление объектов землеустройства по Правилам, которые утверждены Постановлением российского Правительства от 20.08.2009 под N
9. Внутрихозяйственное землеустройство, которое проводится для организации использования участков с\х назначения и их надлежащей охраны

**На данный момент основные объекты** для землеустроительных работ это:

- земельные участки; парки; заповедники; природные памятники;
- административно-территориальные зоны; оборонные объекты.

**Методы**, которые используются при землеустройстве:

- Фотометрия (3D-модели объекта на основе фотографических изображений);
- Компьютерное моделирование (создание макетов объекта, при помощи специализированных программ);
- Расчетно-конструктивное проектирование (расчеты по особенностям землепользования);
- Аналитика и синтез.

По результатам проведения землеустройства формируется *землеустроительная документация.*

- генеральная схема землеустройства территории Российской Федерации, схема землеустройства территорий субъектов Российской Федерации, схема землеустройства муниципальных образований, схема использования и охраны земель;
- карта (план) объекта землеустройства;
- проект внутрихозяйственного землеустройства;
- проекты улучшения сельскохозяйственных угодий, освоения новых зе-

мель, рекультивации нарушенных земель, защиты земель от эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражения и других негативных воздействий;

- материалы почвенных, геоботанических и других обследований и изысканий, оценки качества земель, инвентаризации земель;

- тематические карты и атласы состояния и использования земель. Федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации могут устанавливаться другие виды землеустроительной документации.

- чертежи земельного участка, где располагаются разные объекты;
- генеральный план конкретной территории;
- карту местности с обозначением и зонированием земель по разным категориям;
- чертеж надела, в котором обозначаются геодезические знаки;
- проект, предусматривающий восстановление деградировавших участков;
- схему, предусматривающую организацию охранной зоны.

**Землеустроитель** — очень древняя профессия, восходящая к римским временам. Тогдашние инструменты были на удивление точными, даже несмотря на то, что сейчас они считаются рудиментарными по сегодняшним стандартам. Но оборудование, которое они использовали в свое время, значительно эволюционировало, поскольку современное геодезическое оборудование, которое используют геодезисты, позволяет им не только точно измерять землю, но и делать это в любых ситуациях и погодных условиях. В общем, есть различные инструменты, которые землеустроитель имеет в своем арсенале, и оборудование, которое поможет им выполнить свою задачу.

Техническое обеспечение процесса землеустройства составляет одну из важнейших его сторон и выражается в следующем:

1. Изготовление планово-картографических материалов как основы изучения земельных ресурсов, инвентаризации земель, разработки проектов и схем землеустройства.

2. Проведение землеустроительных, почвенных, почвенно-эрозионных, геоботанических, мелиоративных, водохозяйственных, дорожных и других обследований и изысканий для целей землеустройства.

3. Использование технических приемов и методов землеустроительного проектирования и обоснования проектных решений, включая экономико-математические модели и средства автоматизации.

4. Топографо-геодезические методы и средства перенесения в натуру проектов землеустройства, установления границ землепользований и земельных участков на местности.

5. Технические средства изготовления землеустроительной документации.

Землеустройство как техническое мероприятие требует высокоточных действий, отображаемых на плакатах и на местности. Оно не только формирует систему землепользования, но и создает основу для ведения земельного кадастра, то есть регистрации землевладений и землепользования, количественного и качественного учета и оценки земель. Поэтому от технической оснащенности землеустройства, его точности и оперативности действий зависит достоверность государственного банка данных о земле и землепользовании.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое землеустройство?
2. Землеустроительные работы
3. Методы, которые используются при землеустройстве:
4. Землеустроительная документация
5. Техническое обеспечение процесса землеустройства

## 7.2 Геодезические и землеустроительные предприятия и организации

*Землеустроительное предприятие* — это самостоятельный хозяйственный субъект, обладающий правами юридического лица, который на основе использования трудовым коллективом имущества выполняет работы, оказывает услуги по землеустройству, кадастровые и геодезические работы. Например в Брянской области — это «ГеоТехнология» ООО, ООО «Геокомплекс» и др.).

Для выполнения своих функций предприятие создает проект по конкретному объекту.

*Проект* — это комплекс взаимосвязанных мероприятий в рамках предприятия. Иногда проект представляется как временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов, услуг или результатов.

*Главная задача* предприятия — это хозяйственная деятельность, направленная на получение прибыли для удовлетворения социальных и экономических интересов членов трудового коллектива и интересов собственника имущества предприятия.

В геодезическом производстве происходит непрерывный и весьма интенсивный процесс обновления и качественного улучшения состава основных фондов. Например, в системе Роскартографии наращивание производственных мощностей осуществляется путем оснащения предприятий современной вычислительной техникой, автомобильным и воздушным транспортом, светорадиодальномерами, приборами и аппаратурой съемки шельфа, оборудованием определения координат орбитальным методом, автоматизированными системами создания цифровых моделей местности по аэрокосмическим снимкам, а также, при необходимости и достаточном обосновании, путем реконструкции старых и строительства новых предприятий.

**Основными фондами** называются средства производства в виде средств труда действующие в течение длительного времени (более 1 года) и принимающие участие во многих периодах производства (производственных циклах) без изменения своей первоначальной формы.

Таблица 1- Примерная структура основных производственных фондов геодезического предприятия

Группы основных производственных фондов	Удельный вес, %
1. Здания	33,0
2. Сооружения	0,8
3. Передаточные устройства	49,2
4. Машины и оборудование	
В том числе:	
4.1. Силовые машины и оборудование	1,5
4.2. Рабочие машины и оборудование	6,8
4.3. Измерительные и регулирующие приборы и устройства, лабораторное оборудование	29,6
4.4. Вычислительная техника	12
5. Транспортные средства	3,2
6. Инструменты и приспособления, производственный и хозяйственный инвентарь и прочие основные фонды	13,6
Итого	100

Кроме того: производственный инвентарь и принадлежности, предназначенные для хранения материалов и облегчения труда - верстаки, стеллажи, столы, контейнеры; предметы конторского и хозяйственного назначения - мебель, сейфы, предметы противопожарного назначения; библиотечные фонды (техническая литература) и оборудование; музейные экспонаты

Машины и оборудование землеустроительного предприятия в основном используются при выполнении различных видов Землеустроительных съемок.

Землеустроительная съемка обычно используется для установления или восстановления границ, линий, углов или памятников собственности или земли.

Топографическая съемка - определение взаимного расположения точек (мест) на земной поверхности путем измерения горизонтальных расстояний,

перепадов высот и направлений

Для проведения геодезических работ требуется высокоточное, сертифицированное оборудование, которое прошло метрологический контроль.

Геодезисты используют **различные геодезические принадлежности и оборудование**, чтобы должным образом завершить свою работу.

Для проведения геодезических работ требуется высокоточное, сертифицированное оборудование, которое прошло метрологический контроль. Обойтись одной лазерной рулеткой не получится. Стоит отметить, что геодезическим оборудованием пользуются специалисты многих профессий. Получение точных сведений и данных при измерении расстояния от одного объекта до другого, определение угла наклона поверхности — типичные задачи. Строительство, картография, землеустройство, горная сфера деятельности, промышленность — хорошее геодезическое оборудование, например лазерный нивелир, везде пользуется востребованностью.

### **7.2.1 Организация ремонтного хозяйства предприятия**

Основные функции ремонтного хозяйства:

1. Аттестация оборудования.
2. Разработка технологических процессов ремонта и их оснащение.
3. Организация и планирование технического обследования и ремонта оборудования.
4. Расчет трудоемкости ремонтных работ.
5. Выполнение работ по техническому обследованию и ремонту.
6. Модернизация оборудования.

Ремонтное хозяйство предприятия выполняет техническое обследование и ремонт оборудования, целью которых является поддержание оборудования в постоянной работоспособности. Для осуществления этой цели на предприятии существует планово-предупредительный ремонт (ППР).

ППР – это совокупность запланированных организационно-технических мероприятий по уходу, надзору за оборудованием, его обслуживанию и ремонту.

Основная цель данных мероприятий – предотвращение нарастающего износа, предупреждение аварий и поддержание оборудования в рабочем состоянии.

ППР включает в себя техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт (Т), средний ремонт (С) и капитальный ремонт (К).

Техническое обслуживание помогает поддерживать работоспособность оборудования и заключается в наблюдении за его состоянием и правилами эксплуатации. ТО выполняется во время перерывов в производственном процессе.

Текущий ремонт предусматривает замену или восстановление отдельных деталей оборудования без его разборки.

Средний ремонт выполняется с частичной разборкой оборудования, при этом заменяются или восстанавливаются основные детали, узлы оборудования.

При капитальном ремонте проводится полная разборка оборудования, полная замена и восстановление базовых деталей и узлов.

Ремонтный цикл – это период времени от момента ввода оборудования в эксплуатацию до первого капитального ремонта (время между двумя последовательно выполняемыми капитальными ремонтами).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Землеустроительное предприятие
2. Основные производственные фонды
3. Структура Основных производственных фондов
4. Планово-предупредительный ремонт (ППР).

### **7.3 Геодезические инструменты и их использование**

Геодезические измерительные задачи отличаются областью проведения и целевым. Для проведения геодезических работ требуется высокоточное, сертифицированное оборудование, которое прошло метрологический контроль. Обойтись одной лазерной рулеткой не получится. Стоит отметить, что геодезическим оборудованием пользуются специалисты многих профессий. Получение



точных сведений и данных при измерении расстояния от одного объекта до другого, определение угла наклона поверхности — типичные задачи. Строительство, картография, землеустройство, горная сфера деятельности, промышленность — хорошее геодезическое оборудование везде пользуется востребованностью. По этой причине для маркшейдерских работ, топографической, геодезической, исполнительной съемки требуются разные виды оборудования.

Геодезические работы являются неотъемлемой частью технологического процесса строительного производства и их следует проводить по проекту и единому для данной строительной площадки графику, увязанному со сроками выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ. Геодезические работы при строительстве линейных сооружений, монтаже подкрановых путей, вертикальной планировке следует выполнять преимущественно лазерными приборами. Геодезические инструменты используются для помощи в измерении земли, включая вертикальное расстояние, горизонтальное расстояние и объем выкопанного материала.

Геодезист использует геодезические инструменты для точного измерения земной поверхности. От определения измерений в поле, анкетирования или исследования правовых инструментов и анализа данных до поддержки планирования, проектирования и установления границ собственности и нанесения на карту соответствующих деталей.

**Инструменты** — это часто используемое слово в геодезии, но для разных людей оно может означать разные вещи. Например, некоторые люди называют полевые журналы инструментами. Технически, полевой журнал больше похож на то, что мы называем приборами, то есть все ваше геодезическое оборудование или геодезические инструменты собраны в одном месте для дальнейшего использования. Карманный компьютер не является инструментом как таковым, но он может быть полезен при выполнении определенных видов расчетов и выполнении определенных видов вычислений. В основном это инструменты, используемые для измерения земли. Некоторые виды использования следующие:

а) Инструменты, используемые для линейных измерений:

- Цепь или рулетка
- Стрелки
- Кольшки
- Измерительные рейки
- Смещенные рейки
- Отвес
- Оптический прямоугольный рейнджер

б) Инструменты, используемые для угловых измерений:

- Призматический компас
- Геодезический компас

в) Инструменты, используемые для вертикальных измерений:

- Нивелирная рейка
- Нивелир
- Теодолит

г) Инструменты, используемые для измерения площади




	
Рулетка	Отвес
	
Оптический прямоугольный рейнджер	

Рисунок 1- Инструменты для измерений

## **Дополнительное оборудование геодезиста**

Геодезисты используют в своей повседневной работе самые разнообразные инструменты и оборудование; это зависит от типа проводимого обследования, вот несколько примеров:

**«Измерительные колеса»** используются для более быстрой и точной съемки больших расстояний, прокручивая их от начальной до конечной точки. Возможно, вы видели человека, использующего один из них возле дороги, на школьной игровой площадке или на спортивных площадках.

**«Призматические столбы»** используются для измерения высоты существующего грунта или уклона при использовании в сочетании с уровнем съемки, таким как автоматический уровень, транзитный уровень или лазерный уровень.

### **Призмы**

Призмы используются в геодезии для закрепления контрольных точек на доступной и удобной высоте. Призмы обычно устанавливаются на геодезических вехах и используются вместе с электронными дальномерами (EDM), которые повышают общую точность.

**"Геодезические призмы"** представляют собой угловой куб или световозвращатель, обычно прикрепленный к геодезическому столбу и используемый в качестве мишени для измерения расстояния. Современная альтернатива измерительному колесу.

**"Геодезические штативы"** - это специальные штативы, предназначенные для поддержки геодезических инструментов, таких как теодолиты, тахеометры, уровни, призмы или транзиты. Как правило, геодезические штативы и другие штативы изготавливаются из трех разных материалов

**"Автоматические уровни"** - это оптические приборы, используемые в геодезии и строительстве для переноса, измерения или установки горизонтальных уровней.

**Цифровой уровень** это комбинация пузырькового уровня и электронного уклономера. Кроме того, цифровые нивелиры позволяют геодезистам, инженерам и экскаваторщикам выполнять быстрые и точные угловые измерения для

быстрой передачи данных на компьютер или другое устройство. Эти уровни портативны и их легко перемещать с места работы на место работы

**Цифровые уровни** обеспечивают быстрое и точное считывание показаний с помощью штрих-кода. Они дают возможность записывать показания одним нажатием кнопки, а также отображать расстояние до персонала.

**Пузырьковые уровни**, или спиртовые уровни представляют собой простые инструменты, предназначенные для определения того, является ли поверхность горизонтальной (уровень) или вертикальной (отвес).

*Пузырьковый уровень* это трубка с воздушным пузырем, который находится в центре, когда уровень находится в горизонтальном или вертикальном положении. По мере того как уровень становится менее сбалансированным, пузырек смещается от центра, что позволяет пользователю проводить измерения невооруженным глазом.

**Электронные инклинометры** измеряют углы наклона и наклона объекта к его силе тяжести. Это похоже на датчики наклона, индикаторы наклона, измерители уклона, измерители уклона, измерители градиента, градиентометры, уровнемеры и измерители уровня. Электронный инклинометр обычно используется в авиации и гражданском строительстве.

### **Отражатели**

Отражающие мишени являются важным инструментом, обеспечивающим максимально точные измерения. Светоотражающие ленты должны быть прочными и изготовлены из качественных материалов, устойчивых к ультрафиолетовому излучению, особенно для строительных работ. Мишени, используемые в сочетании с тахеометрами, предназначены для обеспечения точной планировки зданий или площадок. Качественная отражающая мишень обеспечивает точное измерение, а также планировку здания или площадки. Мишени, используемые для строительных работ, изготовлены из прочных, устойчивых к ультрафиолетовому излучению материалов, которые предназначены как для точных, так и для скрытых измерений.

## **Трегеры и держатели**

Сама точность тахеометра будет зависеть от наличия качественных трегеров и держателей. Они поставляются с винтом для антенны GNSS, заглушкой для призмы, пластинчатым уровнем или оптическим отвесом.

**Магнитные локаторы:** при определении местоположения таких элементов, как трубы, инженерные коммуникации и подземные резервуары, магнитные локаторы могут помочь геодезисту быстро определить местонахождение черных металлов.

## **Контрольные вопросы:**

1. Инструменты, используемые для геодезических измерений
2. Дополнительное оборудование геодезиста
3. Виды уровней
4. Призмы
5. Отражатели
6. Магнитные локаторы

## **7.4 Основное оборудование для выполнения геодезических работ**

Есть несколько основных единиц оборудования, которые потребуются геодезистам, когда они выйдут в поле. В основном это измерительные станции в сочетании с различными типами программного обеспечения и различными геодезическими расходными материалами.

- Нивелиры (цифровые, лазерные, оптические); теодолиты (оптические и цифровые);
- Теодолиты (оптические и цифровые);
- Тахеометры
- Электронные и лазерные уровни;
- Приборы вертикального проектирования; GNSS-приемники и HDS-сканеры; дальнометры (лазерные рулетки);

- GPS-техника;
- Штатив;
- Вешка;
- Лазерная рулетка;
- Трубоискатель и кабелеискатель.
- 3D-сканер

## **GPS/ГНСС**

Использование глобальной системы позиционирования или глобальной навигационной спутниковой системы является очень важным активом для геодезиста. Это современное оборудование, которое значительно облегчает работу по сравнению со старыми временами. Он использует сигналы через антенну, чтобы помочь нам определить форму, положение, границы, объекты или точки в пространстве, которые относятся к другим точкам, формам или границам. В последнее время этот тип технологии получил обновления и развился до такой степени, что помогает определять все с впечатляющей точностью. Скорость и производительность по запросу выросли невероятным образом, что сделало съемку возможной с точностью до сантиметра, и все это благодаря кинематическому позиционированию в реальном времени, которое значительно улучшило систему.

**3D-сканер** — это очень важное и ценное программное обеспечение, которое помогает геодезисту точно измерять и собирать данные об объектах, зданиях, поверхностях и ландшафтах. Сканер собирает информацию в виде данных облака точек, состоящего из миллионов трехмерных координат. Таким образом, собранные координаты можно использовать для формирования различных трехмерных моделей автоматизированного проектирования, которые, в свою очередь, используются для анализа топографических особенностей и структур. Чем точнее 3D-сканер, тем меньше будет стоимость проекта.

## **Тахеометры**

Одним из основных видов геодезического оборудования является теодо-

лит. Это геодезический инструмент, в котором используется вращающийся телескоп, который измеряет горизонтальные и вертикальные углы и, таким образом, измеряет правильные и точные измерения площадей и в то же время триангулирует положение объекта в пределах области. Тахеометр на самом деле представляет собой теодолит, который использует электронику для расчета углов и расстояний. На самом деле он поставляется с бортовым компьютером, который позволяет собирать данные и проводить расчеты триангуляции. Этот инструмент также позволяет нам записывать объекты топографической съемки или даже устанавливать такие объекты, как дороги, границы или дома.

Эта разновидность приборов позволяет проводить измерения расстояний, углов и высот. Интересно, что изначально тахеометр представлял собой конструкцию, которая состояла из теодолита оптического типа и светодальномера. Потом по мере пользования оборудование было усовершенствовано и ему была интегрирована электронная оптическая система.

Тахеометры используются геодезистами для получения сведений при создании топографических карт. Также без них не обойтись при проведении строительных работ. Тахеометры нужны для определения размерных характеристик объектов и их величин.

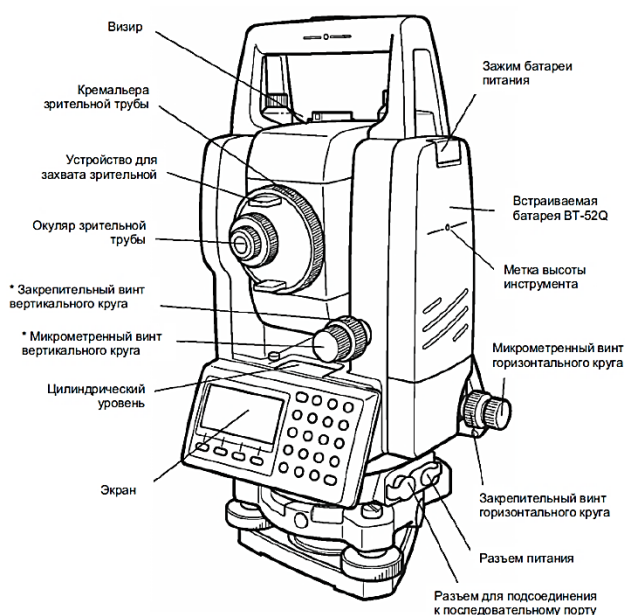


Рисунок 2 - Конструкция тахеометра

Наиболее распространенным оборудованием, используемым инженерами-геодезистами для получения пространственных данных, в настоящее время является тахеометр вместе с его аксессуарами — призматической вехой, призмой и геодезическим штативом. Тахеометры всегда ошибочно принимают за часть оборудования в фотографии. Прохожие во время опроса иногда принимают позу, надеясь, что геодезист их сфотографирует, но всегда разочаровываются, когда им говорят, что у него нет возможности фотографировать.

Тахеометр — это легкий оптический прибор, выполняющий следующие функции:

- Измерение расстояния между двумя точками
- Определить координаты точек
- Измерение угла
- Отображение деталей точек в цифровом виде
- Хранение данных

Тахеометр превосходит обычный теодолит благодаря той же функции, что и у теодолита, в сочетании с функцией автоматического нивелира и электронным измерителем расстояния. Основными характеристиками, которые делают его лошадиным, являются:

- Все функции управляются с клавиатуры
- На цифровую панель выводятся значения расстояния, угла, высоты и координаты наблюдаемой точки.
- Координаты отражателя/призмы и их угол/азимут можно сохранить и вызвать для следующей настройки прибора.
- Если известны координаты конкретной точки, прибор отображает угол, на который нужно повернуть прибор, и расстояние, на которое следует переместить отражатель/призму.

Рефлектор/геодезическая призма перенаправляет измерительный луч обратно на электронный дальномер (EDM)/тахеометр, который определяет расстояние от объекта до определенной точки съемки. Их часто прикрепляют к полюсу призмы, чтобы он фокусировался на определенной позиции. Он должен



быть правильно выровнен с инструментом, чтобы обеспечить точные результаты. Призменные веши используются вместе с отражателем/наблюдательной призмой для фокусировки в определенном месте и обеспечения надежных и стабильных показаний.

Геодезические штативы представляют собой трехопорные стойки, которые предназначены для обеспечения стабильной основы для тахеометра и разнообразного геодезического оборудования.

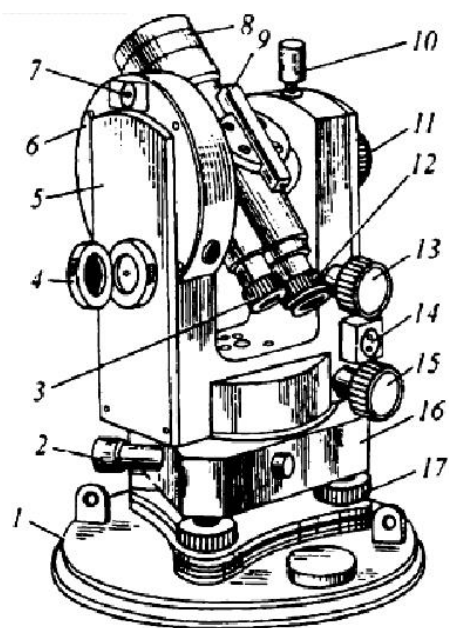
### **Теодолиты**

Этот вид оборудования необходим для определения высот, горизонтальных и вертикальных углов при проведении топографической съемки. Когда необходимо проработать углы наклона рельефа, выполнить контроль строительства или деформационных процессов зданий и сооружений, этот прибор становится основным в руках геодезистов.

Теодолиты были разработаны для точного измерения горизонтальных и вертикальных углов с целью триангуляции — определения местоположения и расстояния до точки путем формирования треугольников. В своей простейшей форме теодолит состоит из подвижного телескопа, прикрепленного перпендикулярно оси. Он устанавливается на головку штатива с помощью трегера с винтами с накатанной головкой для затягивания и ослабления. Теодолит должен располагаться вертикально над измеряемой точкой с помощью отвеса или лазерного отвеса. Трубочатые пузырьки спирта используются для поддержания уровня прибора.

«Транзит» — тип теодолита, разработанный в начале 19 века инженерами -железнодорожниками. Помимо возможности поворота по горизонтали, у транзита есть вертикальный круг и телескоп, который можно перевернуть в вертикальной плоскости. Современные теодолиты используют электронный поворотный энкодер для считывания горизонтальных и вертикальных кругов с высокой степенью точности.

Гиротеодолит представляет собой гироскоп, закрепленный на теодолите, и используется преимущественно в маркшейдерских работах и строительстве туннелей для определения ориентации на истинный север.



- 1 – установочная плата;
- 2 – наводящий винт лимба горизонтального круга;
- 3 – диоптрийное кольцо окуляра отсчетного устройства;
- 4 – зеркальце для подсветки штрихов микроскопа;
- 5 – колонка;
- 6 – вертикальный круг;
- 7 – паз для закрепления ориентир-буссоли;
- 8 – объектив зрительной трубы;
- 9 – визир;
- 10 – закрепительный винт зрительной трубы;
- 11 – боковая кремальера;
- 12 – диоптрийное кольцо окуляра зрительной трубы;

Рисунок 3 - Конструкция теодолита 3Т30

**Гиротеодолит** — гироскопическое визирное устройство, предназначенное для ориентирования туннелей, шахт, топографической привязки и др. **Гиротеодолит** служит для определения азимута (пеленга) ориентируемого направления и широко используется при проведении маркшейдерских, геодезических, топографических и др. работ.



Рисунок 4 - Гироскопы и гиротеодолиты

Тахиметр (или тахеометр) — тип теодолита, используемый для быстрых измерений. Подобно дальномеру, он может электронным или электрооптическим способом определять расстояние до цели.

Геодезисты используют измерительные колеса для более быстрых и менее точных съемок больших расстояний, перекачивая их от начальной до конечной точки. Каждый оборот колеса измеряет определенное расстояние, например ярд или метр. Подсчет оборотов с помощью механического устройства, прикрепленного к колесу, измеряет расстояние напрямую.

Дампи - уровень состоит из устройства, похожего на телескоп, установленного на штативной стойке и используемого для установления или проверки точек в одной и той же горизонтальной плоскости. Вместе с вертикальной рейкой используется для измерения перепадов высот и передачи отметок при съемке зданий.



Рисунок 5 - Дампи (телескоп)

Вариации:

- Уровень наклона: Телескоп можно развернуть на 180 градусов.
- Автоматический уровень или самонивелирующийся уровень: Включает

внутренний компенсационный механизм, который автоматически устраняет любые отклонения, когда он установлен близко к уровню. Преимущество этого заключается в простоте использования и быстрой настройке.

- Цифровой электронный уровень: в нем используются электронные лазерные методы для считывания вертикальной рейки со штрих-кодом.

Большинство геодезических приборов закреплены на треноге, выполняющей роль опоры. Штативы имеют три ножки, которые можно выдвигать или опускать по мере необходимости.

Тахеометр (иногда называемый теодолитом тахеометра TST) представляет собой современный теодолит, оснащенный электронным измерителем расстояния (EDM). Микропроцессор тахеометра обрабатывает собранные данные, чтобы определить:

- Среднее значение нескольких измеренных углов
- Среднее значение нескольких измеренных расстояний
- Горизонтальное расстояние
- Расстояние между любыми двумя точками
- Высоту объектов
- Все три координаты наблюдаемых точек

Собранные и обработанные данные могут быть загружены для дальнейшей обработки с помощью программного обеспечения для автоматизированного проектирования (CAD), информационного моделирования зданий ( BIM ) или программного обеспечения географической информационной системы ( ГИС )

### **Лазерные дальномеры**

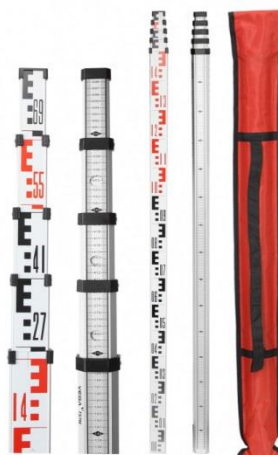
Эта разновидность оборудования позволяет проводить измерительные процедуры с самой низкой погрешностью. Лазерные дальномеры помогают определять площадь помещений, их объем. Они востребованы при строительстве зданий и сооружений. Преимущество дальномера состоит в его простоте пользования.

## Нивелирные рейки

Рейки используются геодезистами для фиксирования разницы высот. Удобное и востребованное оборудование при проведении геологических, строительных и топографических работ. Используется для технического нивелирования.



Дальномер



Нивелирные рейки

Рисунок 6 - Дальномер и Нивелирные рейки

## **Геодезического оборудование GPS, ГЛОНАСС технологии, Георадары**

Системы спутниковой навигации GPS и ГЛОНАСС используются при проведении геодезических работ. Они реализованы в оборудовании в виде GPS/GNSS приемников. Преимущество состоит в универсальности и адаптивности под различные спутниковые системы, позволяющие определять точные координаты позиционирования в географической плоскости.

Для работы с такими приемниками требуется дополнительное программное обеспечение. Оно позволяет переводить полученные сведения в прямоугольную или географическую систему координат. GPS-приемники помогают получать измерения с высокой точностью.

## Нивелиры

Лазерные нивелиры используются для ориентации горизонтальных и вертикальных областей на местности. Их еще называют построителями плоско-

стей. Востребованы при реализации строительных и ремонтных работ. Они удобны тем, что при использовании не требуют предварительной прорисовки меток на измеряемой поверхности.

### **Геодезические штативы**

Как правило, геодезические штативы и другие штативы изготавливаются из трех разных материалов — дерева, стекловолокна и алюминия. У каждого материала есть свои плюсы и минусы, и не обязательно есть один вариант, который превосходит другие. Например, деревянный штатив будет очень устойчивым и не будет расширяться при длительном воздействии солнца. Древесина также не сильно подвержена вибрации. С другой стороны, деревянные штативы, как правило, немного тяжелее, чем штативы из стекловолокна или алюминия. Алюминий, конечно, легкий, а также очень устойчив к изменениям влажности, поэтому, если вы будете работать в зоне с высокой влажностью, алюминий может быть разумным вариантом. Хотя влага не является проблемой, изменения температуры могут привести к расширению и сжатию алюминия. Наконец, стекловолокно может выдерживать перепады температуры, а также высокую влажность и влажность. Штативы для съемки из стекловолокна также имеют тенденцию быть менее тяжелыми, чем деревянные штативы, что может быть большим преимуществом, если вы будете устанавливать их в нескольких местах.

Штатив для геодезического компаса Nestle 13102000 очень легкий — всего 3,7 кг. Изготовленный из алюминия с немагнитными наконечниками из нержавеющей стали, он может быть отличным вариантом, если вам нужен геодезический штатив, который легко носить с собой.

Немагнитный композитный штатив SOKKIA PFA5-E изготовлен из комбинации материалов, включая композитные ножки из стекловолокна и компоненты, изготовленные из нержавеющей стали, алюминия и термопластика. Все эти материалы устойчивы к коррозии и выдерживают перепады влажности.

Штатив SOKKIA PFW5B-E с деревянной рамой из дерева и композитных материалов обеспечивает превосходное гашение вибраций и был разработан с учетом прочности и устойчивости. В дополнение к дереву мы использовали

стекловолокно для дюбелей и литой алюминий для фурнитуры. Этот прочный штатив имеет опорную поверхность, твердую как чугун.

### **Контрольные вопросы:**

- Нивелиры (цифровые, лазерные, оптические);
- Теодолиты (оптические и цифровые);
- Тахеометры
- Электронные и лазерные уровни;
- Приборы вертикального проектирования;
- GNSS-приемники и HDS-сканеры;
- дальномеры (лазерные рулетки);
- GPS-техника;
- Штатив;
- Вешка;
- Лазерная рулетка;
- Трубоискатель и кабелеискатель.
- 3D-сканер

## **7.5 Технологии используемые в геодезии**

### **Trimble GPS Systems: Решения для геодезистов**

Геодезисты существуют уже много столетий. Хотя их инструменты и методы менялись с течением времени, основные принципы измерения и картирования остаются прежними и сегодня. Развитие новых технологий означает, что теперь геодезисты могут повысить свою скорость и точность. Современные геодезисты используют новейшие технологии для выполнения своей работы каждый день. Геодезисты используют такое оборудование, как тахеометры для электронного расчета расстояний от сотен метров до сантиметровой точности. Также доступны роботизированные версии, позволяющие геодезистам в одиночку управлять тахеометром с помощью дистанционного управления.

Считается, что первая автоматизированная картографическая система бы-

ла создана в Великобритании в 1964 году. Техническое обеспечение – это комплекс аппаратных средств, применяемых при функционировании ГИС: рабочая станция или персональный компьютер (ПК), устройства ввода–вывода информации, устройства обработки и хранения данных, средства телекоммуникации. В соответствии с используемыми техническими средствами различают два способа ввода данных: дигитализацию и векторизацию. Для ручного ввода пространственных данных применяется дигитайзер (рисунок 3).



Рисунок 7.1 – Дигитайзер



Рисунок 7.2 - Спутниковая геодезическая ГЛОНАСС аппаратура  
и GPS геодезия



## **ГНСС-приемник,**

Геодезические приемники GNSS широко применяются при землеустройстве, строительстве, инженерных изысканиях, навигации, мониторинге. Этот прибор заметно упрощает работу геодезистов, картографов и определяет координаты объекта на основе информации, полученной от глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). В отличие от оптических приборов, ГНСС-приемник сводит к минимуму ошибки наблюдателя даже в условиях городской застройки и сокращает срок проведения работ, поскольку его работоспособность не зависит от погодных условий и времени суток.

Комплект приемника ГНСС состоит из четырех элементов:

- основная часть — приемник, который обрабатывает и записывает спутниковые сигналы;
- принимающая часть — антенна;
- управляющее устройство — контроллер;
- передающее устройство — модем.

## **Принцип работы GNSS-приемника**

Он состоит из планшета (столика) с электронной сеткой, к которому присоединено устройство называемое курсором. Курсор представляет собой подобие графического манипулятора – мыши, имеет визир, нанесенный на прозрачную пластинку, с помощью которого оператор выполняет точное наведение на отдельные элементы карты. На курсоре помещены кнопки, которые позволяют фиксировать начало и конец линии или границы области, число кнопок зависит от уровня сложности дигитайзера. Дигитайзеры бывают разных форматов и обеспечивают разрешение 0,03 мм с общей точностью 0,08 мм на расстоянии 1,5 м. Существуют автоматизированные дигитайзеры, обеспечивающие автоматическое отслеживание линий. Наибольшее распространение для ввода данных получили сканеры. Они позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер. Существуют различные типы сканеров, которые различаются: по способу подачи исходного материала (планшетные и протяжные (барабанного типа)); по способу считывания информации (работающие на просвет или на от-

ражение); по 20 радиометрическому разрешению или глубине цвета; по оптическому (или геометрическому) разрешению. Последняя характеристика определяется минимальным размером элемента изображения, который различается сканером

Не вдаваясь в подробности, отметим, что в основе вычисления навигационного решения прибором лежит измерение расстояний от спутников до объекта: расстояние, пройденное радиосигналом от спутника к приемнику, позволяет определить временная задержка, измеряемая устройством.

Системы спутниковой навигации GPS и ГЛОНАСС используются при проведении геодезических работ. Они реализованы в оборудовании в виде GPS/GNSS приемников. Преимущество состоит в универсальности и адаптивности под различные спутниковые системы, позволяющие определять точные координаты позиционирования в географической плоскости.

Для работы с такими приемниками требуется дополнительное программное обеспечение. Оно позволяет переводить полученные сведения в прямоугольную или географическую систему координат. GPS-приемники помогают получать измерения с высокой точностью.

GPS-системы Trimble для съемки отличаются высочайшим качеством, и на них можно положиться. Когда дело доходит до геодезии, наличие точных данных является главным приоритетом. Это области, в которых системы Trimble GPS превосходны.

Картографическое и геодезическое сообщество было первым, кто действительно воспользовался преимуществами GPS. GPS предложил резкое увеличение производительности и надежности, когда дело доходит до сбора данных. В настоящее время во всем мире GPS является ключевой функцией в методах съемки и картографирования. В руках профессионалов GPS гарантирует получение высокоточных геодезических и картографических данных. Конечно, еще одним условием высокого уровня точности является надежный GPS. Сбор данных на основе GPS происходит намного быстрее по сравнению с традиционными методами картографирования и съемки. В дополнение к дополнитель-

ной скорости отклика GPS в геодезии снижает количество требуемой рабочей силы и оборудования. Теперь только один геодезист может выполнить за один день то, на что раньше уходила целая рабочая неделя.

Четыре десятилетия назад, в 1978 году, Чарли Тримбл основал свою компанию в Силиконовой долине. Он и не подозревал, что это означает создание совершенно новой отрасли. С самого начала Trimble стремилась разрабатывать инновационные продукты для навигации и позиционирования.

После того, как космическая система определения местоположения GPS была завершена, она включала 24 спутника. Таким образом, наконец стало возможным обращаться к каждой точке на этой планете с невероятной точностью. Чарли Тримбл и его соучредители увидели в этом самую большую и самую амбициозную возможность расширить свой бизнес с помощью этой инновационной технологии. Поэтому Чарли Тримбл инвестировал в распространение возможностей GPS с помощью инновационных, новаторских продуктов. Более того, благодаря ему GPS стала применяться на традиционных коммерческих рынках, таких как навигация и геодезия, что полностью их изменило. GPS использует спутники в качестве точек отсчета для точного расчета местоположения. Думайте об этом как о способе дать каждому уголку этой планеты свой уникальный адрес. В наше время GPS используют в строительной технике, самолетах, автомобилях и даже ноутбуках!

Хотя когда-то GPS использовалась только в военных целях, сейчас это важная часть нашей повседневной жизни. GPS стал важным в геодезии, которая будет нашей главной темой сегодня. Геодезические стенды для процесса анализа и записи характеристик земли для создания карты или плана строительства. Поскольку GPS позволяет вам точно видеть положение, включая параметры долготы, широты и высоты, не требуя измерения расстояний и углов между точками, это идеальный инструмент для съемки!

Мы не будем вдаваться в подробности процесса расчета и общего оборудования, так как это довольно сложно. Тем не менее, мы рассмотрим пользовательский процесс, который довольно прост. По сути, в доступном приемнике

GPS-приемник быстро определяет свое положение на основе данных, передаваемых орбитальными спутниками. Данные, которые получают пользователи, включают точное описание орбитальных спутников и передающих данных. Нет необходимости долго говорить о GPS-системах Trimble, поскольку их качество говорит само за себя.

#### *Как работают GPS-системы Trimble в геодезии*

Приемники GPS, которые мы используем в повседневной жизни, намного хуже тех, которые мы используем в геодезии. Геодезисты используют две разные частоты, которые транслируются орбитальными спутниками. Во-первых, это фаза или физические характеристики сигнала GPS. Кроме того, второй — это очень сложная техника расчета, благодаря которой можно получить самые точные данные. Как правило, эти приемники должны иметь отдельную антенну.

#### *Как работает GPS в геодезии*

Базовая линия GPS использует два приемника, при этом необходимо измерять по одному на каждом конце линии. Данные собираются одновременно. Продолжительность этих наблюдений обычно составляет один час или больше, в зависимости от требуемой точности и длины линии. Специальное программное обеспечение имеет задачу расчета разницы в положении между двумя точками — этот расчет основан на долготе, широте и высоте. Потенциальные искажения в наблюдениях, поступающих с обеих сторон базовой линии, очень похожи друг на друга. Это сходство позволяет свести к минимуму неопределенность GPS-позиционирования, поскольку искажения компенсируют друг друга.

#### *Системы спутникового позиционирования*

Они позволяют нам измерять объекты или точки в любой точке мира из космоса. Данные, собранные этими системами, могут использоваться для управления крупными инфраструктурными проектами или предоставления информации для автомобильных навигационных систем.

#### *Программное обеспечение ГИС*

Высокотехнологичное программное обеспечение используется для созда-

ния таких программ, как Google Maps, которыми пользуются более 100 миллионов человек в месяц.

### *Глубокие буксиры*

Это системы глубоководной съемки дна океана (часто AUV или автономный подводный аппарат). Они оснащены гидролокатором или камерами, а затем буксируются на малых скоростях по воде с помощью троса, длина которого обычно составляет несколько тысяч метров.

### *Дроны или БПЛА – «Беспилотный летательный аппарат»*

Возможно, вы знакомы с его военными применениями, но дроны начинают использоваться в коммерческих и даже развлекательных целях. Они обладают теми же преимуществами аэрофотосъемки и картографирования, что и обычные самолеты.

### *3D лазерные сканеры*

Эти инструменты используются геодезистами для предоставления данных архитекторам для точной визуализации земли, на которой они собираются строить или проектировать.

### *Мера будущего*

Какими бы умными и целеустремленными ни были профессионалы-геодезисты, они не могут выполнять свою работу в одиночку. С тех пор, как люди разработали концепцию собственности на землю, геодезист был там с оборудованием в руках, чтобы помочь определить границы земли.

Правда в том, что по мере того, как развивалась роль геодезиста, развивались и технологии — и профессия, которая раньше полагалась на веревку с завязанными на ней узлами, сегодня работает с дронами и роботизированными тахеометрами. Конечно, даже сегодняшние технологии продолжают развиваться, и есть даже некоторые современные тенденции, которые мы можем использовать, чтобы заглянуть в будущее и понять, с чем геодезисты могут работать в будущем.

## Технология LiDAR

Технология LiDAR с каждым годом достигает большего. Эта технология восходит к началу 1960-х годов, но достижения последнего времени — и те, которые обещают грядущие годы — действительно меняют правила игры. LiDAR, что означает «обнаружение света и определение дальности», представляет собой метод съемки, в котором используются точки лазерного луча и датчик для измерения расстояния до цели. Регистрируя различия во времени возврата миллионов лазерных точек, можно использовать системы LiDAR для создания цифровых 3D-моделей этой цели. Сегодня технология продвинулась до такого уровня, что облака точек данных, которые она создает, могут создавать карты с высоким разрешением. Существуют даже специализированные формы технологии LiDAR, предназначенные для использования на суше, на море или в воздухе. Пример цифрового 3D-сканирования морского дна, выполненного с использованием технологии LiDAR. Будущее 3D-лазерного сканирования выглядит еще более амбициозным, поскольку теперь доступны системы LiDAR, способные производить этот набор данных в режиме реального времени. Это даст большое преимущество в ближайшие годы; геодезисты смогут работать намного быстрее, а проекты получат гораздо больше гибкости. Распространение технологии LiDAR также означает, что этот процесс 3D-сканирования в реальном времени, который когда-то был доступен только для крупных и высокобюджетных проектов, будет легко доступен на всех уровнях отрасли.

### *Посмотрите на небо*

Широко сообщалось о недавнем росте использования дронов в геодезической отрасли — без каламбура. Как и системы LiDAR, эти беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали более доступными и находятся на пути к тому, чтобы стать неотъемлемой частью инструментария геодезистов. БПЛА могут обеспечить уникальную перспективу, которую наземный геодезист не смог бы получить без них. С воздуха они могут захватить что угодно: от 2D- или 3D-карты, созданной из сшитых вместе изображений, до тепловой карты, регистрирующей тепловые сигнатуры, до облака точек высокой плотности LiDAR.

Сейчас они начинают использовать возможности других геодезических инструментов и инструментов для работы с географическими данными. Например, спутниковые системы могут значительно повысить точность.

### *Геодезисты витают в облаках*

Говоря об облаках, через которые дрейфуют эти высоколетающие дроны, будущее облачных хранилищ данных также выглядит радужным. С более эффективными способами сбора данных, такими как вышеупомянутые LiDAR и БПЛА, появляется больше данных для управления. Хранение данных становится все более сложным, и поэтому постоянное развитие облачных систем хранения данных становится все более важным в геодезической профессии. Если бы не решения для хранения данных, предлагаемые облачным хранилищем данных, многие геодезические фирмы вскоре не смогли бы обслуживать несколько проектов на ходу. Часто они не могут заниматься новыми проектами и клиентами до тех пор, пока их текущие задания не закончатся. У нас есть достаточно причин, по которым профессия геодезиста, несомненно, будет больше привязана к этим типам систем хранения в будущем. Во-первых, облачное хранилище предлагает больше ресурсов, чем локальный компьютер, что может помочь геодезистам быстрее обрабатывать большие объемы информации. Использование облачных систем также упрощает совместную работу разных компаний или групп над проектом; кроме того, есть надежда на удаленную систему хранения, которая не потребует обслуживания и поддержки с их стороны, как локальная система.

Если вы находите технологическую сторону съемки увлекательной, вам повезло — технологии завтрашнего дня, похоже, добьются фантастических результатов и действительно продвинут профессию вперед.

### **Лазерное 3D-сканирование в геодезии**

3D-лазерное сканирование — это мощная технология, которая предлагает множество преимуществ для рабочих процессов топографической съемки. Его точность, неинвазивность и уровень детализации делают его бесценным ин-

струментом для строительства, машиностроения и других отраслей, требующих точных измерений и документирования

Лазерное 3D-сканирование — это современная геодезическая технология, в которой используются лазеры для получения подробных и точных измерений объектов и окружающей среды. Он работает, испуская лазерные лучи, которые отражаются от поверхностей и возвращаются к сканеру, который затем создает 3D-модель исследуемого объекта или области. Эта технология широко используется в строительстве, машиностроении и других отраслях, требующих точных измерений и документации.

Лазерное 3D-сканирование предлагает несколько преимуществ для топографической съемки. Во-первых, он обеспечивает высокоточные измерения рельефа, сооружений и других особенностей наземного участка. Эта точность имеет решающее значение в строительной отрасли, где даже малейшее отклонение может привести к дорогостоящим ошибкам и задержкам. Кроме того, 3D-лазерное сканирование является неинвазивной технологией, то есть не требует физического контакта с исследуемым объектом или окружающей средой. Это делает его идеальным для съемки в труднодоступных местах, таких как высотные здания или труднодоступная местность. Кроме того, лазерное 3D-сканирование обеспечивает уровень детализации, с которым просто не могут сравниться традиционные методы топографической съемки. Он собирает миллионы точек данных в секунду, позволяя создавать высокодетализированные 3D-модели, которые можно использовать для различных целей, таких как планирование и проектирование, проверки и управление активами.

*Как 3D-лазерное сканирование вписывается в рабочие процессы геодезической съемки?*

Включение 3D-лазерного сканирования в рабочие процессы топографической съемки может помочь повысить эффективность, точность и общие результаты проекта. Например, 3D-лазерное сканирование можно использовать для создания высокодетализированных исполнительных моделей существующих сооружений и местности, которые затем можно использовать для целей



проектирования и планирования. Кроме того, 3D-лазерное сканирование можно использовать для мониторинга обследований, которые используются для отслеживания изменений в окружающей среде с течением времени. Это может быть особенно полезно в строительных и инженерных проектах, где изменения местности или конструкций могут происходить быстро.

Геодезия сыграла решающую роль в развитии современного общества. На протяжении веков геодезия помогала нашим предкам наносить на карту их местность. Он заложил основы наших дорог и городов. Он даже сыграл ключевую роль в юридическом разделе земельных участков. Границы нашего природного и искусственного мира определяются работой геодезистов – а они начали работать довольно давно.

*Назад к началу, более 5000 лет назад*

В последние годы большая часть технологий, которые сегодня используют геодезисты, включая фотограмметрию и 3D-сканеры, были использованы для изучения истории археологических раскопок по всей планете. Но знаете ли вы, что один из самых известных в мире археологических памятников является одним из самых ранних примеров работы геодезистов? Эксперты считают, что создание Стоунхенджа было задумано геодезистами того времени с использованием геометрии кольщиков и веревок. Это было более 5000 лет назад, и это был один из самых ранних известных конкретных примеров геодезических работ.

*Знакомство с Книгой судного дня*

Перепрыгнув вперед более чем на тысячу лет, мы подошли к знаменательному событию в 1086 году. Именно тогда английский Вильгельм Завоеватель приказал завершить Книгу судного дня, запись землевладельцев и занимаемых ими земельных участков. Это было масштабное мероприятие по определению точных границ личной собственности. Со дня приказа Вильгельма в 1085 году было зарегистрировано в общей сложности 13 418 предметов. Это охватывало не только сельские земельные участки, хотя это, безусловно, было в центре внимания: другие расшифрованные записи включали границы целых округов и городов.

### *Путешествие в сегодняшний день*

За столетия, прошедшие после указа Судного дня Вильгельма, технологии значительно и быстро развивались. Так же, как и роль геодезиста, многие научные открытия повлияли на геодезический мир. Всего через три или четыре столетия в будущем теодолит, ключевой предмет в наборе инструментов геодезиста и дедушка сегодняшнего тахеометра, официально использовался при съемке. К концу 18 века британский математик Джесси Рамсен произвел революцию в профессии, создав высокоточные геодезические инструменты, в том числе усовершенствованную версию теодолита. На заре промышленной революции в 19 веке геодезия переживала бум, поскольку спрос на дороги, железные дороги, каналы, здания и городские постройки рос как никогда раньше. Чтобы соответствовать этому, оборудование становилось все более сложным. С 20-м веком и появлением компьютерных технологий и орбитальных спутников геодезия снова изменилась.

### **Дроны и Квадрокоптеры для съемки**

Применение дронов произвело революцию в геодезической профессии, открыв огромное количество возможностей, о которых вчерашний геодезист мог только мечтать. Мало того, их использование экономит драгоценное время и деньги геодезистов.

### *Многочисленные области применения геодезических дронов*

Топографическая съемка создает трехмерную карту участка земли с учетом всех особенностей поверхности, как естественных, так и искусственных. Полученные данные сообщают о высоте, размере и мельчайших деталях участка земли. Геодезические дроны оснащены камерой, которая позволяет БПЛА собирать данные с воздуха. Чтобы собранная информация была достаточно полной для обеспечения абсолютной точности, дрон будет фотографировать землю несколько раз и под разными углами, при этом каждое изображение получает свои собственные геокоординаты. Это базовые данные. При загрузке через программное обеспечение для фотограмметрии эти данные можно исполь-

зовать для создания 3D-карт, моделей высот и многого другого.

Наименование	Общий вид	Характеристики
Летательный аппарат (ЛА) самолетного типа		Подъемная сила создается аэродинамическим способом за счет напора воздуха, набегавшего на неподвижное крыло. Аппараты такого типа, как правило, отличаются большей длительностью полета, максимальной высотой полета и высокой скоростью.
ЛА вертолетного типа (дрон)		Аппараты вертолетного типа с вращающимся крылом. Подъемная сила этого типа создается аэродинамически, но не за счет крыльев, а за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов).
ЛА вертолетного типа (квадрокоптер)		Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль.

Рисунок 7.3 – Основные типы БПЛА и их характеристики

Законодательство РФ в области регулирования воздушного пространства (ВП), устанавливает следующие правила: государственному учету подлежат все БПЛА, применяемые для целей геодезии и кадастра, т.к. с марта 2022 года на учет необходимо ставить БПЛА массой от 150 грамм, для этого необходимо в Федеральное агентство воздушного транспорта (ФАВТ) подать заявление о постановке летательного аппарата на учет и полученный от ФАВТ регистрационный номер нужно нанести на корпус БПЛА.

Лицо, осуществляющее управление БПЛА, несет ответственность в случае неправомерного использования ВП РФ, в зависимости от причиненного

ущерба на оператора БПЛА накладывается административная (штраф) или уголовная ответственность.

Область применения БПЛА достаточно широка: транспортировка, доставка грузов, аэрофотосъемка местности и объектов капитального строительства, мониторинг территории, стратегическое назначение и оборона государства. В результате анализа научно-технической литературы и систематизации опыта, была разработана общая классификация беспилотных летательных аппаратов и беспилотных авиационных систем

Таблица 7.1 – Российская универсальная классификация БПЛА

Категория	Взлетная масса, кг	Дальность действия, км
Микро и мини БПЛА ближнего действия	0-5	25-40
Легкие БПЛА малого радиуса действия	5-50	10-70
Легкие БПЛА среднего действия	50-100	70-150 (250)
Средние БПЛА	100-300	150-1000
Средне – тяжелые БПЛА	300-500	70-300
Тяжелые БПЛА среднего радиуса действия	<500	70-300
Тяжелые БПЛА большой продолжительности полета	<1500	1500

Область применения БПЛА достаточно широка: транспортировка, доставка грузов, аэрофотосъемка местности и объектов капитального строительства, мониторинг территории, стратегическое назначение и оборона государства.

Оборудование для оценки растительного покрова и землепользования

- Мультифункциональная платформа Matrice 300 RTK с полезной нагрузкой P1 — это эффективное решение для сбора данных ортофотоплана без опорных точек.

- Phantom 4 RTK — самый компактный и точный дрон от DJI, работающий на небольших высотах. Предоставляет необходимые данные с точностью до сантиметра с использованием небольшого количества точек маршрута для дальнейшего создания 2D-карты и 3D-модели с географической привязкой.
- Решение для управления сельским хозяйством P4 Multispectral. Помогает получать мультиспектральные изображения, собирать данные с точностью до сантиметра и создавать карты индекса растительности для управления фермерскими угодьями.
- Они могут автоматически отображать карту: если геодезист настроил достаточное количество наземных контрольных точек, дроны могут быть настроены на автоматическую траекторию полета.
- Их могут использовать кадастровые геодезисты: дроны могут быстро и эффективно собирать данные о границах собственности, что имеет большое применение в сценариях недвижимости и застройки.
- Они создают карты LiDAR: дроны могут регистрировать точечные изображения зданий, топографических особенностей и объектов.

### *Облегчение жизни*

Прежде всего, вы бы заметили преимущества экономии времени. Традиционные обследования часто могут занимать несколько дней или даже недель, в зависимости от размера и сложности земли, которую необходимо обследовать. Часто дрон может собирать свои данные и изображения всего за несколько часов, оставляя гораздо больше времени для тщательной сортировки этих данных. Дроны также могут быть очень рентабельными. Во-первых, часто требуется меньше персонала на месте, а упаковка дрона и его обслуживание не сложны. Кроме того, некоторые работы по разведке дронов ранее выполнялись с помощью пилотируемых самолетов и спутников — дроны оказались гораздо более дешевым подходом, чем любой из этих вариантов!

Доступность — еще одно преимущество. Дроны могут достигать мест, которые в противном случае было бы трудно нанести на карту. Удаленные рай-

оны, пересеченная местность и труднодоступные места не являются проблемой.

Наконец, для профессии, которая ценит точность, технология дронов соответствует планке. Дроны могут быть оснащены технологией сканирования, которая может создавать изображения с чрезвычайно высоким пространственным разрешением. Имея возможность собирать топографические данные с разных ракурсов, дроны часто могут обеспечить любую перспективу.

### **Контрольные вопросы:**

1. Геодезические приемники GNSS
2. Как работает GPS в геодезии
3. GPS-системы Trimble
4. Технология LiDAR
5. Лазерное 3D-сканирование в геодезии
6. Дроны и Квадрокоптеры для съемки
7. Области применения и достоинства геодезических дронов

## **7.6 Дополнительное оборудование геодезиста**

Геодезисты используют в своей повседневной работе самые разнообразные инструменты и оборудование; это зависит от типа проводимого обследования, вот несколько примеров:

### **Геодезические СИЗ**

Чтобы оставаться в безопасности в полевых условиях, геодезистам необходимо носить с собой большое количество СИЗ.

СИЗ для геодезистов включают в себя:

- Одежда Hi-Vis
- Одежда Hi-Vis
- Жилет Hi-Vis
- Ботинки со стальными колпачками
- Каска

- Защита от солнца
- Защитные очки
- Защита слуха
- Перчатки
- Оборудование для оказания первой помощи
- Ремни безопасности

Для более подробного объяснения СИЗ, которые носят геодезисты:

#### *Одежда Hi-Vis*

Одежда Hi-vis - это одежда яркого цвета, которая делает геодезиста более заметным при работе вблизи дорог и в других местах с интенсивным движением. Как минимум, обычно ожидается, что рубашка, которую вы носите, должна быть яркой. Лично мы рекомендуем носить рубашки и брюки с длинными рукавами для дополнительной защиты от солнца.

#### *Жилет Hi-Vis*

Цель жилетов hi-vis двоякая. Если на вас нет одежды hi-vis, вы можете надеть жилет hi-vis поверх одежды, чтобы ваше движение было заметным, или есть несколько жилетов hi-vis, в которых есть все, что может понадобиться геодезисту, например, краскапланы, лента и все остальное.

#### *Ботинки со стальными колпачками*

Это хорошая идея - приобрести ботинки со стальными колпачками хорошего качества, потому что вы не только будете проводить в них более 40 часов в неделю, но и нуждаетесь в том, чтобы они служили вам долго и должным образом защищали ваши ноги.

#### *Каска*

Если вы когда-нибудь планируете приблизиться к строительной площадке, обязательным требованием на стройплощадке будет ношение каски.

#### *Защита от солнца*

Полевые геодезисты проводят все свое время на улице, поэтому важно защищать себя от солнца, чтобы избежать ожогов и рака кожи.

### *Шляпа*

Широкополые шляпы лучше всего защищают от солнца шею, уши и лицо.

### *Аксессуары для каски*

Если вы проводите много времени на строительных площадках, вы можете добавить к своему шлему широкие поля или шейный клапан, чтобы защититься от солнца на стройплощадке.

### *Солнцезащитный крем*

Нанесение солнцезащитного крема поможет защитить вас от солнца, и его следует делать каждый день, когда вы находитесь на улице.

### *Защитные очки*

Защитные очки не только защищают вас от солнца, но и от риска попадания осколков в глаза.

### *Защита слуха*

Если вы работаете вблизи шумных помещений, таких как строительные площадки, вам необходимо иметь под рукой средства защиты органов слуха. Это должны быть либо ушные вкладыши, либо поролоновые беруши.

### *Перчатки*

Геодезисты часто используют свои руки в полевых условиях, поэтому лучше всего защитить их от возможных травм. Ношение перчаток хорошего качества защитит вашу руку от солнечных ожогов, порезов от инструментов, шипов и веток деревьев.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое СИЗ для геодезистов
2. Что такое *Одежда Hi-Vis*
3. Что такое жилет hi-vis

## **8 ПУНКТЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Пункты геодезических сетей закрепляют на местности центрами, конструкции которых должны обеспечивать неизменность положения и сохран-



ность пункта в течение продолжительного времени. Типовые конструкции центров и реперов, регламентируемые Правилами закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей, выбирают с учетом климатических и физико-географических условий региона, состава и глубины сезонного промерзания грунта.

Для обеспечения лучшей сохранности и опознавания на местности геодезические пункты имеют соответствующее внешнее оформление: наружный знак, канавы, курганы, опознавательные столбы или знаки.

При глубине сезонного промерзания грунта до 200 см пункты геодезической сети 1 - 4-го классов закрепляют центрами типа 3 оп. (рис. 1, а), которые состоят из четырех частей:

1 – железобетонного пилона с поперечным сечением 16x16 см, в верхнюю грань которого заделывают марку. Пилон может быть заменен асбоцементной трубой диаметром не менее 16 см, заполненной бетоном с арматурой. Верхнюю марку располагают на 50 см ниже поверхности земли;

2 – бетонной плиты (якоря), в середине которой расположена выемка для установки пилона;

3 — нижнего центра в виде бетонной плиты с заделанной в нее маркой;

4 — опознавательного столба с охранной пластиной, устанавливаемого над верхней маркой.

Нижняя и верхняя марки должны находиться на одной отвесной линии с отклонением не более 4 мм. При глубине промерзания грунта более 200 см нижний центр не закладывают.

В районах с многоэтажной застройкой для создания геодезических пунктов используют крыши зданий. Такие пункты носят характер надстроек, опирающихся на чердачные перекрытия, внутренние капитальные стены и другие элементы здания (рис. 2). В качестве пунктов на здания устанавливают туры (рис. 2, а, б), пирамиды-штативы со съемными визирными целями (рис. 2, в) и съемные металлические вехи визирными цилиндрами. Центры пунктов закрепляют одной маркой

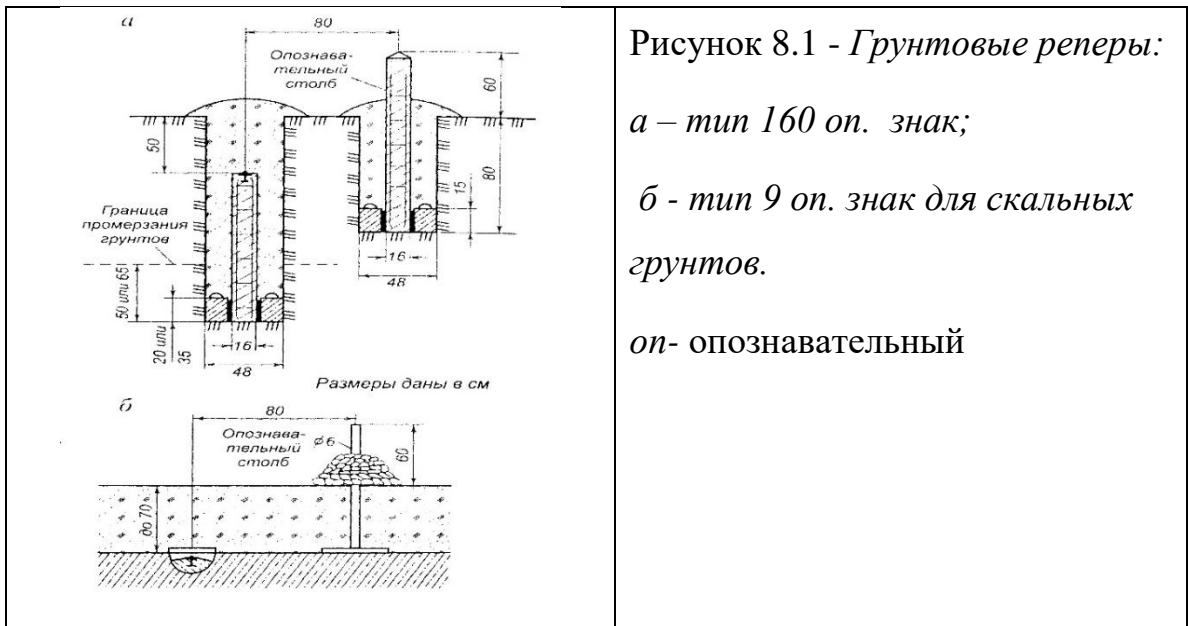


Рисунок 8.1 - Грунтовые реперы:

а – тип 160 оп. знак;

б - тип 9 оп. знак для скальных грунтов.

оп- опознавательный



Рисунок 8.2 - Типы марок:

а — марка, закладываемая в бетон;

б — марка, привариваемая к металлической трубе

В зависимости от конструкции наружные геодезические знаки подразделяются на пирамиды, простые и сложные сигналы (рис. 8.3).

Пирамиды строят на пунктах геодезических сетей всех классов в открытой местности, если видимость на смежные пункты возможна с земли. Они бывают трех- и четырехгранные, простые, со штативом и с вехой; высота пирамид обычно колеблется от 5 до 10 м (рис. 8.3, а).

При необходимости подъема прибора на высоту до 10 м строят простые

сигналы, состоящие из двух пирамид, не соприкасающихся друг с другом: внутренней трехгранной, несущей столик для установки прибора, и внешней четырехгранной с платформой для наблюдателя и визирным цилиндром (рис. 8.3, б).

Для подъема прибора на высоту более 10 м на пункте возводят сложный сигнал, внутренняя пирамида которого опирается на столбы наружной (рис. 8.3, в).

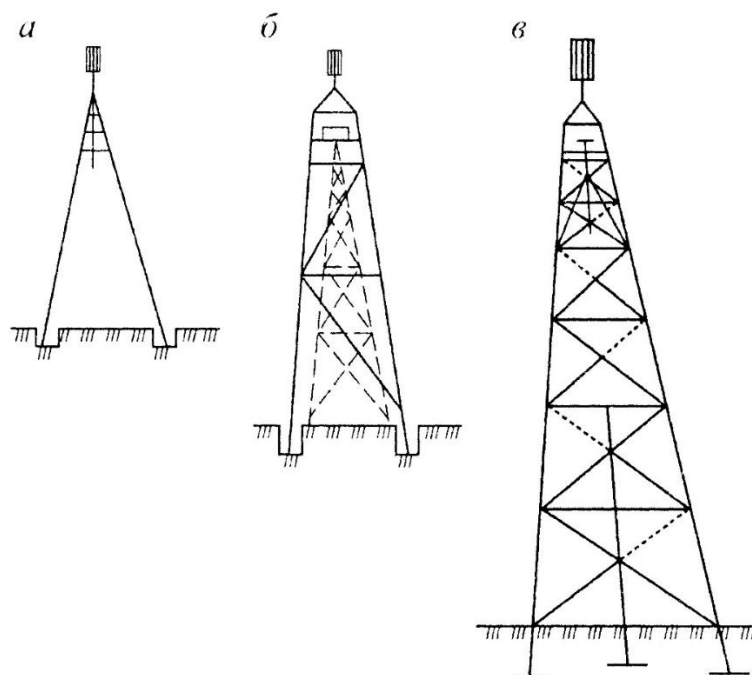


Рис.8.3 - Наружные геодезические знаки:

а — пирамида; б — простой сигнал; в — сложный сигнал

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое Пункты геодезических сетей
2. Типовые конструкции центров и реперов
3. Наружные геодезические знаки

## 9 СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЧВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Хорошо отточенная стальная лопата для почвенных разрезов
2. Большой нож или широкая стамеска для выемки почвенных монолитов
3. Складной или ленточный метр для измерения мощности отдельных горизонтов
4. Обёрточная бумага или мешочки для почвенных образцов
5. Шпагат для завязывания образцов
6. Полевой дневник для описание и зарисовок почвенных разрезов и записей полевых наблюдений
7. Компас
8. Ящики для почвенных монолитов
9. Универсальный индикатор для определения pH
10. Пробирки бумажные фильтры для простейших анализов полевых условиях.
11. Колба с водой
12. Прибор Н.А. Алямовского
13. Азотнокислое серебро для определения наличия ионов хлора
14. Раствор хлористого бария для определения наличия ионов  $SO_4^{2-}$ .
15. 10%-ый раствор соляной кислоты для определения наличия карбонатов в почве.

### **Принадлежности для почвенного анализа**

Пробоотборники-буры Эйдельмана

Кондуктометр для почвы HI 98331

Портативный почвенный pH-метр HI 99121

Набор геолога 01 16

Многопараметровый электронный измеритель COMBI 5000

Автоматический высокоточный потенциометрический титратор АТП-02

pH-метр-милливольтметр pH-410

Проще всего использовать почвенную мобильную экспресс-лабораторию, которая позволяет выполнить основной комплекс анализов. Если же такой возможности нет, то для почвенных исследований пригодятся:

- влагомеры;
- почвенные термометры;
- пенетрометры для замеров плотности почвы;
- анемометры для определения климатических параметров;
- рН-метры для измерения кислотности почвы.

В последнее время агрономы также пользуются портативными датчиками урожайности для выявления необходимости внесения удобрений.



Рис. 9.1 - Пенетрометр для грунта



Рис. 9.2 - Автоматический высокоточный потенциометрический титратор АТП-02



Рис. 9.3 - рН-метр/термометр для почв и торфа Hanna HI 99121N (рН/Т) HI 99121N



Рис. 9.4 - Цифровой измеритель 4в1 - рН, влажности, температуры и освещенности почвы PH 300 yellow

### **Общие правила эксплуатации геодезических и фотограмметрических приборов**

Геодезические приборы являются сложными оптико-механическими или оптико-электронными устройствами, требуют бережного обращения, при соблюдении правил их эксплуатации и правильном выборе времени измерений.

При транспортировании укладочный (транспортировочный) ящик с геодезическим прибором должен находиться в вертикальном положении, под него рекомендуется подкладывать амортизирующие материалы.

Перед извлечением прибора из футляра необходимо подготовить место для его установки (штатив или столик геодезического знака).

Геодезический прибор и штатив защищают от прямых солнечных лучей и дождя зонтом. Прибор, оставляемый во время дождя на штативе, следует закрывать полиэтиленовым или брезентовым чехлом. Случайно попавшие на прибор

капли воды удаляют мягкой салфеткой. Не допускается касаться пальцами оптических поверхностей прибора, удалять пыль можно мягкой кисточкой, а загрязнения — обезжиренной мягкой салфеткой или гигроскопической ватой.

Опробованием проверяют работоспособность подвижных частей прибора (алидады, зрительной трубы, установочных приспособлений, окуляров). Наводящие винты выводят в среднее положение. Во избежание появления вредных механических напряжений и деформаций частей прибора зажимные и юстировочные приспособления нужно затягивать не очень сильно и по возможности постепенно. При работе наводящими устройствами окончательное движение должно быть всегда однообразным, например, на ввинчивание.

Выбор способа измерений в геодезической сети в общем случае определяется конкретными условиями и поставленными задачами (в отношении точности, производительности). Способы геодезических измерений, допуски на промежуточные и заключительные операции измерений устанавливаются действующими технологическими инструкциями, утвержденными ГУГК.

Большое значение для полевого геодезического прибора имеет учет факторов внешней среды при определении выгоднейших периодов наблюдений. При этом подход к разрешению проблемы будет разным в зависимости от точности геодезического прибора. Для высокоточных приборов требуются особо благоприятные условия измерений (высокая прозрачность атмосферы, отсутствие осадков и сильных колебаний изображений, слабый ветер). Этим условиям чаще всего удовлетворяют утренние и вечерние часы. Для приборов средней и малой точности регламентация периодов наблюдений не столь строга. Особые требования в отношении ослабления рефракционных влияний предъявляют точные угловые измерения и нивелирование, измерения расстояний оптическими дальномерами.

По окончании работы в поле геодезический прибор следует тщательно осмотреть, протереть мягкой салфеткой и аккуратно уложить в футляр.

Существуют как общепринятые правила по работе с геодезическими средствами измерений, так и специфические требования, предъявляемые заво-

дом-изготовителем к конкретным моделям геодезической техники, обусловленные прежде всего конструктивными особенностями прибора. Эти требования указаны в руководстве по эксплуатации на любой геодезический прибор. На что именно следует обратить внимание в первую очередь:

1. Не забывайте выполнять операции по проверке приборов перед началом работы. Перечень и порядок выполнения таких операций Вы можете найти в паспорте на геодезический прибор.

2. При установке прибора на штатив надежно затяните становой винт. Ненадежное крепление может привести к падению инструмента.

3. Надежно закрепляйте зажимные винты ножек штатива, на котором устанавливается инструмент. Невыполнение этого требования может привести к падению штатива.

4. Не переносите прибор, не сняв его предварительно со штатива.

5. Следите за тем, чтобы защелка трегера при переноске инструмента была надежно закреплена.

6. Не подвергайте приборы сильным толчкам или вибрации.

7. Покидая инструмент, накрывайте его защитным чехлом.

8. Не оставляйте транспортировочный футляр открытым при работе под дождем. Всегда протирайте инструмент перед укладкой в транспортировочный футляр. Не оставляйте прибор во влажном закрытом футляре. Невыполнение этих требований может привести к попаданию влаги внутрь прибора и выходу прибора из строя.

9. Выполняйте требования стандарта водо- и пылезащищенности для конкретного геодезического прибора. Например, тахеометры SET6E, SET6F, SET5F имеют степень водонепроницаемости класса IPX4 стандарта Международной электротехнической комиссии (IEC). Это означает, что приборы защищены от водных брызг, но их нельзя использовать при работе под дождем. Нарушение этого требования может привести к проникновению влаги внутрь прибора, окислению контактов электронных компонентов или разъемов печатных плат с последующим коротким замыканием и выходу платы из строя.



10. При работе с электронными тахеометрами выключайте питание перед извлечением аккумулятора.

11. Перед укладкой электронного тахеометра в футляр сначала необходимо отсоединить от прибора аккумулятор и поместить его в отведенное в футляре место в соответствии со схемой укладки.

12. Храните приборы в сухом помещении при относительно стабильной температуре.

Выполнение этих простых правил поможет Вам продлить срок эксплуатации геодезических приборов, снизить стоимость обслуживания приборов в период эксплуатации, выполнять необходимые работы быстро и качественно.

### **Требования безопасности труда при эксплуатации топографо-геодезической техники и методы их контроля.**

/ ЦНИИГАиК им. Ф.Н. Красовского, Москва 2001

1. К работе с оптико-электронными, радиоэлектронными приборами, спутниковой и гравиметрической аппаратурой, к обслуживанию бензоэлектрических агрегатов, аккумуляторных батарей должны допускаться лица, имеющие на это право, подготовка которых подтверждена соответствующим документом.

2. При эксплуатации геодезических приборов, оборудования, вспомогательной аппаратуры запрещается:

- применять не по назначению и использовать эту технику в неисправном состоянии;

- эксплуатировать в режимах и при нагрузках, превышающих установленные паспортом нормы;

- применять без контрольно-измерительных и индикаторных устройств, входящих в комплект, или без штатных средств защиты и сигнализации;

- оставлять без присмотра работающее оборудование и аппаратуру в случаях, требующих обязательного присутствия обслуживающего персонала;

- пользоваться оборудованием, не имеющим специального технического заключения по их безопасной эксплуатации.

3. Во время работы радиодальномерами с мощностью излучения более 100 мВт запрещается:

- присутствие людей в секторе  $10^\circ$  с радиусом 3 м с центром в основании антенны дальномерной станции;

- касаться конденсаторов настройки, объемного резонатора и других деталей, находящихся под напряжением более 36 В;

- работать в помещении без поглощающего экрана, устанавливаемого перед антенной.

4. При работе с лазерными геодезическими приборами с мощностью излучения более 1 мВт запрещается:

- в момент генерации излучения осуществлять визуальный контроль точности визирования на отражатель без применения защитных средств;

- направлять луч лазера на глаза или другие части тела людей;

- наводить лазерный луч на отражающие поверхности (зеркала, полированные материалы, стекла).

5. При работе с электронными геодезическими приборами в полевых условиях запрещается:

- касаться руками незащищенных проводов и других элементов электронной схемы;

- работать во время дождя и под линиями электропередачи;

- протирать узлы и детали тряпкой или ветошью.

6. Ремонт, юстировка, настройка высокочастотных приборов должны производиться подготовленными специалистами в рабочих помещениях, в которых пол, стены и потолок экранированы специальными поглощающими материалами.

7. С целью ограничения воздействия электромагнитного излучения рекомендуется:

- рациональное размещение в рабочем пространстве оборудования, излучающего электромагнитную энергию;

- удаление источников излучения от рабочих мест;
- экранирование рабочего места;
- установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала;
- применение средств сигнализации (световой, звуковой) и средств индивидуальной защиты

## 10 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

### Задание 10.1 - Выбор транспортных средств

При выборе транспортных средств необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Транспортные средства предприятия должны соответствовать требованиям организации и технологии обслуживания производственного процесса.
2. Транспортные средства предприятия должны соответствовать основным параметрам грузопотока (мощность транспортного средства, расстояние, масса перевозимого груза).

Количество транспортных средств, необходимых для перевозки грузов предприятия, рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q}{q \cdot k_{исп} \cdot F_э \cdot K_{см} \cdot 60} \left( \frac{2L}{V_{ср}} + t_з + t_з \right)$$

где Q – масса перевозимого груза;

q – грузоподача транспортного средства;

$K_{исп}$  – коэффициент использования грузоподачи транспортного средств;

$F_э$  – эффективный фонд времени использования транспортного средств;

Рассчитать количество транспортных средств, необходимых для перевозки грузов предприятия.

### Исходные данные для задания 10.1

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса перевозимого груза Q, т	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Расстояние перевозок L·10 <sup>3</sup> , км	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40

**Пример расчета** количества транспортных средств, необходимых для перевозки грузов предприятия,

$$N = \frac{Q}{q \cdot k_{исп} \cdot F_э \cdot K_{см} \cdot 60} \left( \frac{2L}{V_{ср}} + t_3 + t_3 \right)$$

где Q – масса перевозимого груза, Q = 20 т;

q – грузоподъемность транспортного средства, q = 0,5 т;

K<sub>исп</sub> – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства, K<sub>исп</sub> = 0,8;

F<sub>э</sub> – эффективный фонд времени использования транспортного средств, F<sub>э</sub> = 5000 час/год;

Эффективный фонд рабочего времени рассчитывается по формулам

$$F_э = \Phi_{ном} - \Phi_{отп};$$

где F<sub>э</sub> – эффективный фонд рабочего времени (дни);

Φ<sub>ном</sub> – номинальный фонд рабочего времени (дни);

Φ<sub>отп</sub> – время отпуска (24 рабочих дня)

$$\Phi_{ном} = N_{дн} - B_{дн} - П_{дн}$$

где  $N_{\text{дн}}$  - количество дней в году;

$V_{\text{дн}}$  - количество выходных дней в году,

$P_{\text{дн}}$  - количество праздничных дней в году.

Пример:  $\Phi_{\text{ном}} = 365 - 102 - 21 = 242$  дня

$$\Phi_{\text{эфф}} = 242 - 24 = 218 \text{ дней}$$

$K_{\text{см}}$  – количество смен,  $K_{\text{см}} = 1$ ;

$L$  – расстояние между пунктами перевозок,  $L = 25000$  км;

$V_{\text{ср}}$  – средняя скорость транспортного средства,  $V_{\text{ср}} = 60$  км/час;

$t_3$  и  $t_в$  – время загрузки, разгрузки транспортного средства,  $t_3 = 40$   $t_в = 30$  мин.

$$N = \frac{4}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 5000 \cdot 1} \left( \frac{2 \cdot 25000}{60} + 0,6 + 0,5 \right) = 1,7 \text{ авто}$$

## 10.2 Износ и амортизация производственных фондов

Основные производственные фонды в процессе их использования изнашиваются. Различают следующие виды износа: физический и моральный.

*Физический износ* это утрата основными средствами своей потребительской стоимости как при функционировании, так и при бездействии. Этот износ протекает не равномерно, в зависимости от режима эксплуатации.

*Моральный износ* наступает, когда еще до своего полного физического износа основные фонды оказываются обесцененными. Он бывает двух родов. Моральный износ первого рода наступает в результате удешевления машин и оборудования такой же конструкции. Моральный износ второго рода имеет место при создании новых, более производительных, машин и механизмов той же стоимости.

*Стоимостной износ*, или снашивание, представляет собой уменьшение стоимости основных производственных фондов по мере их физического износа.

В зависимости от степени износа он бывает полным или частичным. При полном износе основные фонды заменяются новыми, при частичном - ремонтируются, поэтому величина стоимости, которая должна включаться в изготавливаемую продукцию, содержит затраты, необходимые для возмещения частичного износа путем ремонта, затраты на приобретение новых основных фондов взамен выбывших.

*Амортизация* это постепенное перенесение стоимости основных фондов на производимый продукт. Амортизация и износ различаются по своему экономическому содержанию, по составу и величине. Износ отражает старение действующих фондов, степень их изношенности и степень соответствия современному уровню технического развития.

Амортизация представляет собой накопление денежных средств на замену основных фондов путем включения амортизационных отчислений в издержки производства (обращения). Износ отражает качественные характеристики основных фондов, а амортизация количественные показатели: скорость переноса балансовой стоимости основных фондов на себестоимость продукции и др.

По каждому виду основных производственных фондов подсчитывается годовая сумма амортизационных отчислений по формуле

$$A_{г} = \frac{\Phi_{н} - Л}{T_{н}}$$

где  $\Phi_{н}$  - первоначальная стоимость основных фондов, р.;

Л - ликвидационная стоимость основных фондов, р.;

$T_{н}$  - нормативный срок службы основных фондов, год.

Все основные фонды разделены на 10 групп.

Для каждой группы устанавливается срок полезного использования:

1 гр. Машины для горнодобывающей промышленности (1 – 2 года).

3 гр. Вычислительная техника (3 – 5 лет).

4 гр. Приборы, в т. ч. геодезические приборы (5 – 7 лет).

10 гр. Жилища (более 30 лет).

На практике величина амортизационных отчислений определяется по нормам амортизации, %, от первоначальной стоимости основных фондов, по формуле

$$A_{\Gamma} = a \times \Phi_{\Pi} / 100\%$$

Норма амортизационных отчислений утверждается правительственными постановлениями.

$$a = A_{\Gamma} \times 100\% / \Phi_{\Pi},$$

$$a = 100\% / T_{\Pi}$$

В настоящее время действуют "Единые нормы амортизационных отчислений на полное восстановление машин и оборудования, утвержденные в 2001 г.

Степень износа основных фондов определяется коэффициентом физического износа по формуле

$$K_{\Pi} = I \times 100\% / \Phi_{\Pi}$$

где  $I$  сумма износа в виде части стоимости основных фондов, перенесенная на себестоимость по нормам амортизации, руб.

Когда величина  $I$  сравнивается с  $\Phi_{\Pi}$ , то физический износ будет равен 100 %, но это оценка в стоимостной форме.

**Задание 10.2** Определить сумму годовых амортизационных отчислений и норму амортизации для геодезических приборов.

## Исходные данные для задания 10.2

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стоимость оборудования Ф, млн.руб	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
Лиувидационная стоимость Л, тыс.руб	20	25	25	26	28	30	32	35	37	40
Физический износ И, тыс.руб	300	450	500	600	650	700	750	800	900	950

### Пример расчета амортизации геодезического оборудования

Для теодолита:

$$a = 100\%/T_n = 100/5 = 20\%$$

$$A_r = a \times \Phi_n / 100\% = 20 \times 2 / 100 = 400 \text{ тыс.руб.}$$

$$A_r = \frac{\Phi_n - Л}{T_n} = \frac{2000 - 40}{5} = 392 \text{ тыс.руб.}$$

$$K_n = I \times 100\% / \Phi_n = 950 \times 100 / 3000 = 31,7\%$$

## 10.3 Показатели использования основных производственных фондов

В создание основных фондов вложены огромные трудовые, материальные и финансовые ресурсы, и важно, чтобы эти вложения были оправданы, чтобы они окупались. От степени использования основных фондов в значительной мере зависят объемы работ и выпуска продукции, уровень затрат на их производство и рентабельность организации. Поэтому использование основных производственных фондов характеризуется большим числом показателей, по величине и динамике которых можно сделать общие и частные выводы об эффективности использования основных фондов за любой прошедший период.



*Фондоотдача* ( $\Phi$ ). Этот показатель характеризует объем работ в денежном исчислении на один рубль стоимости фондов, исчисляемый по формуле

$$\Phi_o = O/\Phi_{cr} \geq 0$$

где  $O$ - объем землеустроительных работ, руб.;

$\Phi_{cr}$  среднегодовая стоимость основных производственных фондов, руб.

*Фондоемкость* ( $\Phi_c$ ). Она показывает, сколько используется основных производственных фондов для производства каждого рубля работ. Этот показатель, обратный фондоотдаче, определяется по формуле

$$\Phi_{\bar{c}} = \Phi_{cr} / O \leq 0$$

Фондоотдача при улучшении использования фондов должна иметь тенденцию к увеличению, фондоемкость к снижению.

*Фонда-, механо-, энерговооруженность труда.* Эти показатели определяются отношением: а) основных производственных фондов ( $\Phi$ ); б) стоимости машин и механизмов ( $M$ ); в) стоимости энергоустановок к численности работающих ( $Ч$ )

$$\Phi_B = \Phi_{cr}/Ч, M_B = M/Ч,$$

*Показатели экстенсивного использования основных фондов во времени.* Они характеризуются коэффициентом экстенсивного использования  $K_{\text{ЭК}}$  и коэффициентом сменности  $K_{\text{СМ}}$  по формулам

$$K_{\text{ЭК}} = B_{\text{ф}}/B_{\text{к}}, K_{\text{СМ}} = (Ч_1 + Ч_2 + Ч_3) / Ч_1$$

где  $B_{\text{ф}}$  - фактически отработанное время данным видом основных фондов за год, ч;  $B_{\text{к}}$  - календарное число рабочих часов за год (или нормативное

время работы за год, установленное Госстроем РФ для некоторых типов машин и механизмов); Ч<sub>1</sub>, Ч<sub>2</sub>, Ч<sub>3</sub>, число однородных машин и механизмов, работающих в одну, две и три смены соответственно.

*Показатели интенсивного использования основных фондов в единицу времени.* Они характеризуются коэффициентом интенсивного использования

$$K_{и} = T_{ф} / T_{м}$$

где T<sub>ф</sub>, T<sub>м</sub> объем продукции или работ в натуральных показателях фактический и максимально возможный (паспортный, проектный).

*Показатели обновления основных фондов.* Эти показатели отражают скорее не степень использования, а качественный состав групп производственных фондов и характеризуются коэффициентами обновления K<sub>обн</sub>, выбытия K<sub>выб</sub>., определяемых по формулам

$$K_{обн} = \Phi_{п} / \Phi_{к},$$

$$K_{выб} = \Phi_{выб} / \Phi_{н},$$

$\Phi_{п}$  - стоимость вновь вводимых (поступивших) производственных фондов;  $\Phi_{выб}$  - то же выбывших;  $\Phi_{к}$  то же на конец года;  $\Phi_{н}$  - то же на начало года.

*Рентабельность основных производственных фондов (Р).* Она определяется показателем рентабельности, %, по формуле

$$R_{ф} = \Pi_{год} / \Phi_{сг} \geq 0$$

где  $\Pi_{год}$  – балансовая прибыль за год, руб.;

$\Phi_{сг}$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов, руб.

Показатели использования ОП учитываются при анализе деятельности предприятия за отчетный год или за ряд лет.

При этом расчетные показатели использования ОПФ сравниваются с плановыми показателями, с показателями за предыдущий период, с среднеотраслевыми показателями, с показателями в целом по стране и за рубежом.

**Задание 10.3** - Показатели использования основных производственных фондов

**Исходные данные для задания 10.3**

Оборудование	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стоимость оборудования Ф, млн.руб	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
Объем землеустроительных работ О, тыс.руб	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950
Численность работающих (Ч), чел	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
балансовая прибыль Пгод,	200	250	300	350	400	450	550	600	650	700

**Пример расчета задания 10.3:**

Фондоотдача

$$\Phi_o = O/\Phi_{ст} = 950/2700 = 0,35 \text{ руб.}$$

**Контрольные вопросы:**

1. Основные показатели для определения количества автомобилей на предприятии
2. Виды Износа производственных фондов
3. Амортизационные отчисления и нормы амортизации
4. Показатели использования основных производственных фондов
5. Рентабельность основных производственных фондов

## 10.4 Расчетный фонд времени работы оборудования

Максимально возможный фонд рабочего времени для единицы геодезического оборудования рассчитывается по формуле:

$$F_p = F_{pн} - N_p,$$

где  $F_{pн}$  - номинальная часть фонда времени;

$$F_{pн} = (D - (D_b + D_p)) * K_c * t$$

$N_p$  - изменяемая часть фонда времени;

$$N_p = (O + C + D_r) * t$$

$D_r$  - количество нормируемых дней на текущий ремонт оборудования.

При расчете фонда рабочего времени для полевого производства  $K_c = 1$ , а для камерального  $K_c = 2$ .

Общий расчетный фонд времени работы однотипного оборудования можно вычислить как:

$$F_j = F_p * R_j$$

где  $R_j$  - количество единиц оборудования  $j$ -го вида, шт,  $j = 1, n$ .

### Исходные данные для задания 10.4

Оборудование	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Продолжительность полевого периода D, дней	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
Количество единиц оборудования	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
Количество праздников D <sub>p</sub> , дней	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4

**Пример.** Определить расчетный фонд времени на 6-ти месячный полевой период работы приемников «Leica» - спутниковой системы GPS, если планируется затратить на текущий ремонт оборудования (одного приемника) шесть дней. Система состоит из трех рейсовых и одного базового приемников.

При  $t = 8$  час /день, принимая:  $K_c = 1$ ;

$D = 184$ ;  $D_b = 52$ ;  $D_r = 6$ ,  $D_p = 4$ , получим для одного приемника  
 $F_{p.GPS} = (184 - (52 + 4)) * 1 * 8 - (0 + 0 + 6) * 1 * 8 = 976$  часов / ед.обор.,

или  $F_{p.GPS} = 122$  раб.дня. /ед.обор.,

или  $F_{p.GPS} = 5,8$  раб.мес. /ед.обор.

И для системы в целом (для трех рейсовых приемников) по формуле будем иметь

$$FGPS = 5,8 * 3 = 17,4 \text{ раб. мес./сист. GPS. 7.4}$$

## **10.5 Презентации и видеофильмы на тему Геодезическое оборудование:**

1. Презентация «Геодезические приборы».
2. Профессия геодезист.
3. Работа геодезиста на стройке.
4. Геодезия участка (Олег Говорухин).
5. Топографическая съемка для ландшафта.
6. Геодезия в строительстве «Разбивка под шпильки на клей».
7. Пробоотборники-буры Эйдельмана для отбора почвы на глубину до 2

метров

## **10.6 Проектирование привязки трассы к пунктам опорной геодезической сети**

### **10.6.1 Измерение углов поворота и линии трассы**

**Трассой** дороги называют ее продольную осевую линию. В процессе изысканий и проектирования дороги ее трасса предварительно наносится на плане или карте. Вынесение положения трассы с карты на местность называют **р а з б и в к о й** трассы (рисунок 10.6.1).

При разбивке трассы выполняют следующие *геодезические работы*:

- закрепление вершин углов поворота трассы;
- вешение прямолинейных участков трассы между вершинами углов поворотов;
- измерение длин линий и углов поворота трассы;
- разбивка круговых и переходных кривых;
- разбивка пикетажа, плюсовых точек и точек поперечников;
- съемка полосы местности вдоль трассы;
- нивелирование трассы;
- привязка трассы к пунктам опорной геодезической сети;

Направление трассы на местности выбирают или назначают по привязкам к местным предметам, магнитному азимуту линии, измеренному на карте или по привязкам к пунктам геодезической опорной сети.

Выбранные на местности вершины углов поворота трассы закрепляют деревянными столбами.

Таблица 10.6.1 - Исходные данные для трассирования дороги на карте

Углы поворота и расстояния, м	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\beta_1$	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
ПК0-ВУП№1	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
$\beta_2$	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235
ВУП№1-ВУП№2	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
$\beta_3$	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
ВУП№2-ВУП№3	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
$\alpha_{AB}$	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85

Л и н и и трассы измеряют рулетками или дальномерами в прямом и обратном направлениях с предельной относительной погрешностью 1:1000–1:2000. На вершинах поворотов трассы теодолитом способом приемов измеряют углы.

По измеренным правым по ходу углам ( $\beta$ ) (рисунок 1.1), вычисляют углы поворота трассы ( $\varphi$ ) по формулам

$$\varphi_{п} = 180^{\circ} - \beta_1; \quad (10.6.1)$$

$$\varphi_{\text{л}} = \beta_2 - 180^\circ.$$

(10.6.2)

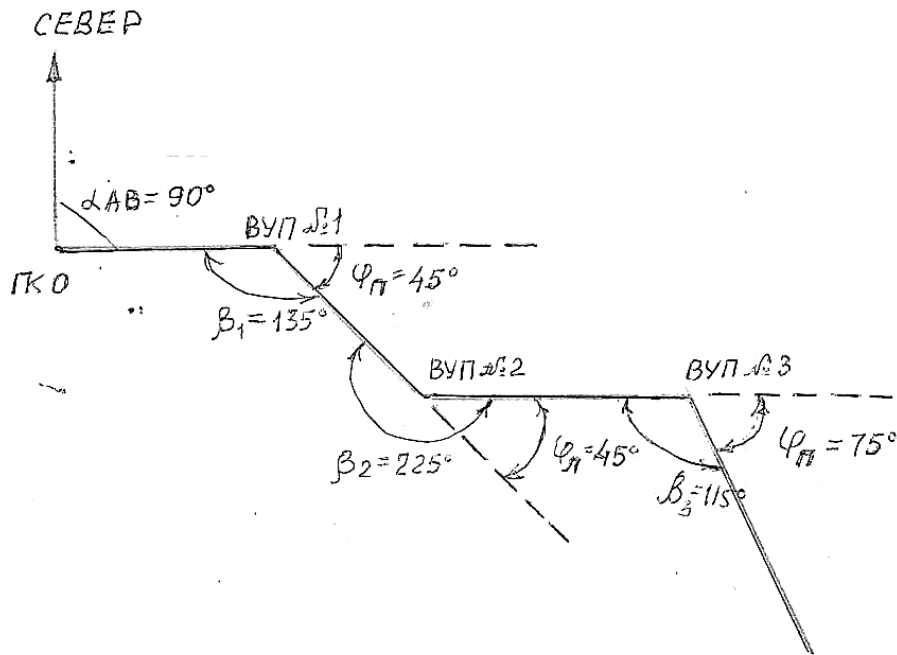


Рисунок 10.6.1 – Определение углов поворота по трассе

Углом поворота трассы ( $\varphi$ ) называется угол между продолжением предыдущего и последующим направлением трассы. При этом, если значение измеренного угла  $\beta$  меньше  $180^\circ$ , то угол поворота трассы будет правый, а если больше  $180^\circ$ , – то левый (см. рисунок 10.6.1).

Одновременно с измерением углов по буссоли определяют магнитные азимуты предыдущего и последующего направлений трассы для контроля измеренного угла между ними.



## 10.6.2. Привязка трассы к пунктам опорной геодезической сети

Таблица 10.6.2 - Исходные данные для привязки дороги на карте

Углы поворота и расстояния	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\alpha_{AB}^\circ$	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$d_0, \text{ м}$	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110
$\beta_1^\circ$	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109

Координаты опорного пункта «А» принимаем условно, например:

$$X_A = 1200\text{м}; Y_A = 2000\text{м}; \text{ угол } \beta_0 = 45^\circ.$$

Привязка трассы к пунктам опорной геодезической сети производится для определения общегосударственных координат точек и дирекционных углов линий трассы. Расстояние по трассе между привязанными точками определяется техническими условиями и может быть от 1 до 20 км. Результаты привязки дают возможность определить плановое положение трассы на поверхности Земли и иметь данные для надежного контроля полевых измерений. Рассмотрим некоторые наиболее распространенные способы привязки.

Пусть на местности имеется два пункта опорной геодезической сети  $A$  и  $B$  (рисунок 10.6.2). В этом случае для привязки точки 1 трассы от пункта  $A$  опорной сети необходимо измерить примычный угол  $\beta_0$  и расстояние  $d_0$ .

По известному дирекционному углу  $\alpha_{AB}$  вычисляют дирекционный угол линии  $A1$ :

$$\alpha_{A1} = \alpha_{AB} + \beta_0.$$

Затем по формулам прямой геодезической задачи получают координаты точки 1 трассы:

$$X1 = XA + d0 \cos\alpha A1;$$

$$Y1 = YA + d0 \sin\alpha A1.$$

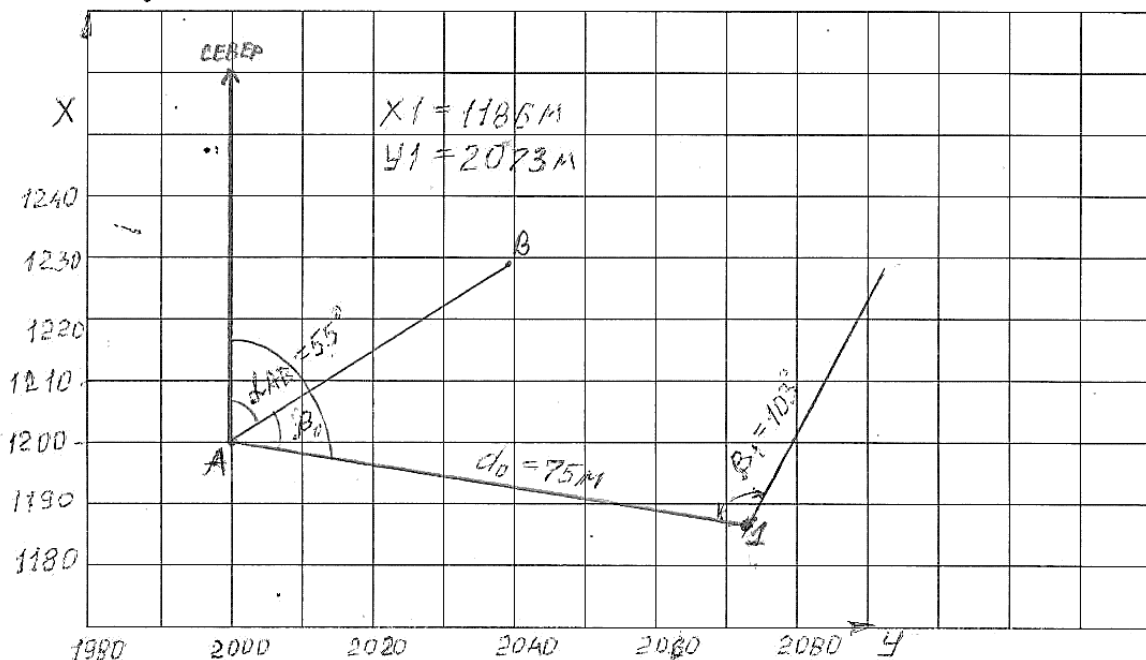


Рисунок 10.6.2 – Привязка трассы

Положение и привязку трассы в соответствии с расчетными данными изображаем на листах формата А-4 в масштабе 1:1000 (рис. 10.7.1 и рис. 10.7.2).

### 10.7 Определение расходов воды графоаналитическим способом

Пример вычисления представлен на графике (рис. 2.1), в такой последовательности. Сначала (с учетом избранного для построения горизонтального масштаба) заполняют находящиеся под профилем графы, т.е. указывают номера промерных и скоростных вертикалей, выписывают глубины, измеренные скорости, расстояния от постоянного начала до скоростных и промерных вертикалей. Если по результатам наблюдений на водомерном посту оказывается, что

уровень воды во время измерений глубин отличался от уровня в период измерения скоростей более чем на 2 см, то до начала вычисления расхода в измеренные глубины на промерных вертикалях должна быть введена поправка-срезка.

На основании записанных значений глубин в подходящем вертикальном масштабе строится профиль живого сечения.

Последующие вычисления расхода основываются на введении понятия элементарного расхода  $q$ , который находят как произведение глубины на среднюю скорость  $v_{cp}$ , т.е.

$$q = h \cdot v_{cp}, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (10.2.1)$$

Элементарный расход можно понимать, как расход воды через единичную меру ширины реки, например, через 1 м.

Однако прежде чем воспользоваться приведенной формулой, необходимо проделать подготовительные построения, так как значения скоростей пока еще имеются только на ограниченном числе вертикалей — на скоростных вертикалях; на промерных вертикалях скорости неизвестны. Чтобы их определить, на вертикальной оси выше уровня воды строят масштаб средних скоростей (он должен быть по возможности крупным) и, пользуясь им, наносят на график положение всех известных скоростных вертикалей; все точки соединяют между собой плавной кривой, а крайние точки соединяют с урезами воды, в итоге получают кривую средних скоростей, отражающую распределение скорости по ширине реки. Далее, по этим кривым находят скорости на вертикалях, где таковые не определялись, т.е. скорости для всех промерных вертикалей; значения этих скоростей на рис.10. 2.1 записаны в скобках.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 10.7.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для задания 2

№ п/п	Варианты														
	1		2		3		4		5		Расстояние	Расстояние			
	Глубина	Скорость	Глубина	Скорость	Глубина	Скорость	Глубина	Скорость	Глубина	Скорость					
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	14	0,0	0,0	14	0,0	0,0	14	0,0	0,0	14
1	2,0	0,50	11	2,1	0,51	11	2,2	0,54	11	2,3	0,53	11	2,4	0,54	11
2	2,3	0,52	13	2,4	0,53	13	2,5	0,61	13	2,6	0,55	13	2,5	0,56	13
3	1,9	0,54	11	2,0	0,60	11	2,1	0,54	11	2,2	0,61	11	2,1	0,62	11
4	2,4	0,56	14	2,5	0,53	14	2,4	0,60	14	2,5	0,55	14	2,3	0,56	14
5	2,3	0,53	11	2,2	0,56	11	2,3	0,53	11	2,4	0,60	11	2,2	0,61	11
6	2,2	0,50	12	2,1	0,51	12	2,2	0,52	12	2,3	0,53	12	2,3	0,54	12
7	1,9	0,51	15	2,0	0,50	15	2,1	0,49	15	2,2	0,51	15	2,2	0,52	15
8	1,7	0,49	11	1,8	0,49	11	1,9	0,45	11	2,0	0,48	11	2,0	0,49	11
9	1,3	0,44	16	1,4	0,45	16	1,5	0,45	16	1,5	0,44	16	1,5	0,45	16
10	0,7	0,30	18	0,8	0,31	18	0,9	0,32	18	0,9	0,30	18	0,8	0,35	18
11	0,4	0,20	23	0,5	0,21	23	0,5	0,21	23	0,5	0,21	23	0,5	0,21	23
12	0,2	0,15	12	0,3	0,15	12	0,2	0,15	12	0,15	0,2	12	0,15	0,3	12
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение таблицы 2.1

№ п/п	Варианты														
	6			7			8			9			10		
	глубина	скорость	расстояние	глубина	скорость	расстояние	глубина	скорость	расстояние	глубина	скорость	расстояние	глубина	скорость	расстояние
0	0,0	0,0	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	2,5	0,55	14	2,6	0,56	14	2,7	0,57	14	2,8	0,58	14	2,9	0,59	14
2	2,4	0,56	11	2,4	0,58	11	2,5	0,59	11	2,5	0,60	11	2,6	0,62	11
3	2,1	0,62	13	2,2	0,64	13	2,1	0,64	13	2,2	0,64	13	2,3	0,64	13
4	2,4	0,56	11	2,5	0,58	11	2,3	0,59	11	2,4	0,60	11	2,5	0,61	11
5	2,3	0,61	14	2,4	0,62	14	2,2	0,62	14	2,3	0,62	14	2,4	0,62	14
6	2,4	0,54	11	2,5	0,55	11	2,3	0,55	11	2,4	0,55	11	2,3	0,55	11
7	2,2	0,52	12	2,3	0,53	12	2,2	0,53	12	2,2	0,52	12	2,2	0,51	12
8	2,0	0,48	15	2,1	0,49	15	2,0	0,49	15	2,0	0,48	15	2,0	0,49	15
9	1,4	0,44	11	1,6	0,45	11	1,5	0,45	11	1,4	0,44	11	1,5	0,43	11
10	0,7	0,40	16	0,8	0,41	16	0,9	0,41	16	0,7	0,40	16	0,8	0,40	16
11	0,4	0,22	18	0,5	0,31	18	0,5	0,31	18	0,4	0,31	18	0,5	0,31	18
12	0,2	0,25	23	0,3	0,15	23	0,15	0,2	23	0,15	0,2	23	0,2	0,2	23
13	0,0	0,0	12	0,0	0,0	12	0,0	0,0	12	0,0	0,0	12	0,0	0,0	12

Найдя скорости, вычисляют элементарные расходы по формуле (10.2.1) и записывают их в соответствующую графу под профилем.

Найденное значение расхода воды выписывают на график, учитывая, что скорости, определяемые гидromетрической вертушкой, содержат погрешность около 3—5%; расход воды округляют до трех значащих цифр, например: 3,52; 35,2; 352 м<sup>3</sup>/с.

Общий расход воды  $Q$  через живое сечение находят как сумму частичных расходов, используя формулу (2.2)

$$Q = \sum \Delta Q = k_1 \cdot q_1 \cdot b_1 + \frac{q_1 + q_2}{2} \cdot b_2 + \frac{q_2 + q_3}{2} \cdot b_3 + \dots + \frac{q_{n-1} + q_n}{2} \cdot b_n + k_z \cdot q_n \cdot b_n \quad (10.2.2)$$

где  $q_1, q_2, q_3, q_n$ , - элементарные расходы в квадратных метрах в секунду;

$b_1, b_2, b_3, b_n$ , - расстояние между вертикалями в метрах.

$k_1 = 0,5$ .

По кривым на графике находят скорости на вертикалях, где таковые не определялись, т. е. скорости для всех промерных вертикалей; значения этих скоростей на рис. 2.1 записаны в скобках.

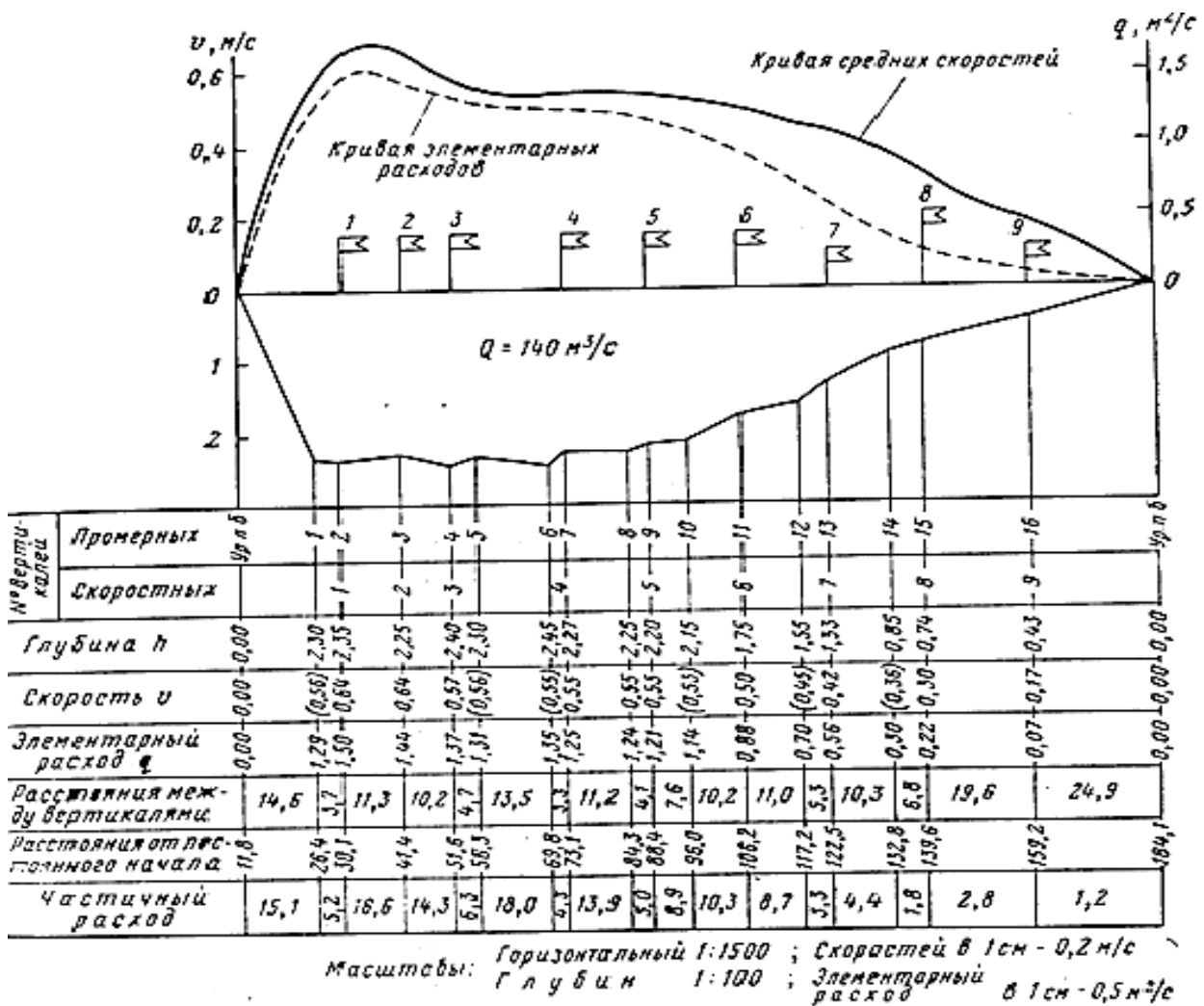


Рис.10.2.1. Вычисление расхода воды графоаналитическим способом

## 10.8. Определение видов подземных вод

### (Расчет коэффициента фильтрации)

По условию задачи необходимо вычислить коэффициент фильтрации ( $K$ ) осадочных водоносных пород, по результатам опытной кустовой откачки. Опытный куст состоит из центральной и двух наблюдательных скважин, расположенных по одному створу. Центральная скважина является совершенной по степени вскрытия, наблюдательные могут быть как совершенными, так и несовершенными. Приступая к решению задачи, необходимо определить тип водоносного горизонта по условиям залегания. Это можно выяснить, сопоставляя глубину появления воды в скважине в процессе бурения и глубину установив-

шегося уровня. Если эти два показателя совпадают по величине, то подземные воды относятся к безнапорным, а если глубина установившегося уровня меньше, чем глубина появления воды, то подземные воды межпластовые напорные (рис.10.8.1).

Исходные параметры по вариантам в таблице 10.8.1.

Схематический и гидрологический разрез на рисунках 10.8.1 и 10.8.2.

Основные, расчетные формулы:

1. Для безнапорного водоносного горизонта:

а) расчет по центральной и первой наблюдательной скважинам

Основные, расчетные формулы:

1. Для безнапорного водоносного горизонта:

а) расчет по центральной и первой наблюдательным скважинам

$$K_{ц-1} = 0,733Q \frac{\lg \frac{X_1}{r}}{(2H - S - S_1)(S - S_1)} =$$

б) расчет по центральной и второй наблюдательным скважинам

$$K_{ц-2} = 0,733Q \frac{\lg \frac{X_2}{r}}{(2H - S - S_2)(S - S_2)} =$$

в) расчет по двум наблюдательным скважинам

$$K_{1-2} = 0,733Q \frac{\lg \frac{X_2}{X_1}}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} =$$



## 2. Для напорного водоносного горизонта

а) расчет по центральной и первой наблюдательным скважинам

$$K_{ц-1} = 0,366Q \frac{\lg \frac{X_1}{r}}{m(S - S_1)} =$$

б) расчет по центральной и второй наблюдательным скважинам

$$K_{ц-1} = 0,366Q \frac{\lg \frac{X_2}{r}}{m(S - S_2)} =$$

в) расчет по двум наблюдательным скважинам

$$K_{ц-1} = 0,366Q \frac{\lg \frac{X_2}{X_1}}{m(S_1 - S_2)} =$$

где  $K$  – коэффициент фильтрации, м/сут

$r$  – радиус фильтра центральной скважины, м/сут;

$X_1$  и  $X_2$  - - расстояние от центральной до первой и второй наблюдательным скважинам;

$S_0, S_1, S_2$  - понижение уровня подземных вод в центральной, в первой и второй наблюдательных скважинах;

$H$  – мощность безнапорного водоносного горизонта, м;

$m$  - мощность напорного водоносного горизонта, м;

$Q$ - расход с которым выполняется откачка, м<sup>3</sup>/сут.

Результаты кустовых опытных откачек

Варианты	Расход, Q, л/сек	Глубина статистического уровня воды, м		Мощность водоносного горизонта H или m, м	Данные о центральной скважине		Данные о наблюдательных скважинах			
		Появление воды	Установление уровня		Диаметр фильтра, мм	Понижение уровня при откачке S <sub>0</sub> , м	1 скважина		2 скважины	
							Расстояние от центр. скв. х <sub>1</sub> , м	Понижение уровня воды S <sub>1</sub> , м	Расстояние от центр. скв. х <sub>2</sub> , м	Понижение уровня воды S <sub>2</sub> , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1,2	4,5	4,5	10,0	219	4,0	2,0	1,5	10,0	0,94
1	1,7	2,5	2,5	5,0	219	2,0	6,0	0,7	11,0	0,46
2	1,0	20,1	10,8	12,0	219	6,4	5,0	3,0	13,0	2,30
3	3,7	4,0	4,0	9,0	219	2,5	1,5	1,3	11,0	0,53
4	2,1	18,0	14,0	10,0	219	3,0	3,0	1,2	11,0	0,68
5	4,0	20,0	12,0	8,3	219	6,8	3,0	2,5	8,0	1,27
6	3,2	4,5	4,5	5,2	219	2,1	5,0	0,9	12,0	0,53
7	7,8	18,5	12,8	7,5	219	4,2	5,0	1,8	18,0	0,26
8	9,1	16,8	16,0	10,5	219	6,4	8,0	3,0	23,0	1,8
9	6,0	3,9	3,9	4,5	219	2,8	2,0	1,0	8,0	0,2
10	6,5	3,8	3,8	6,0	219	2,8	2,0	1,0	7,0	0,3
11	7,0	5,0	5,0	8,0	219	3,0	4,6	2,0	18,0	0,7
12	11,2	19,8	13,5	10,2	219	7,5	6,0	3,2	16,0	1,9
13	10,5	17,3	12,3	9,2	219	7,2	6,0	3,0	16,0	2,1
14	4,2	8,5	8,5	9,0	219	2,1	4,0	0,9	12,0	0,53
15	3,3	5,0	5,0	6,0	219	2,5	3,0	1,3	10,0	0,9
16	5,0	21,0	11,0	7,0	219	6,8	4,0	2,5	12,0	1,27
17	4,3	22,0	13,0	9,0	219	4,0	3,0	1,5	9,0	0,56
18	6,5	20,12	15,0	11,5	219	9,0	6,0	1,8	16,0	0,68

# Примеры расположения грунтовых и напорных подземных вод

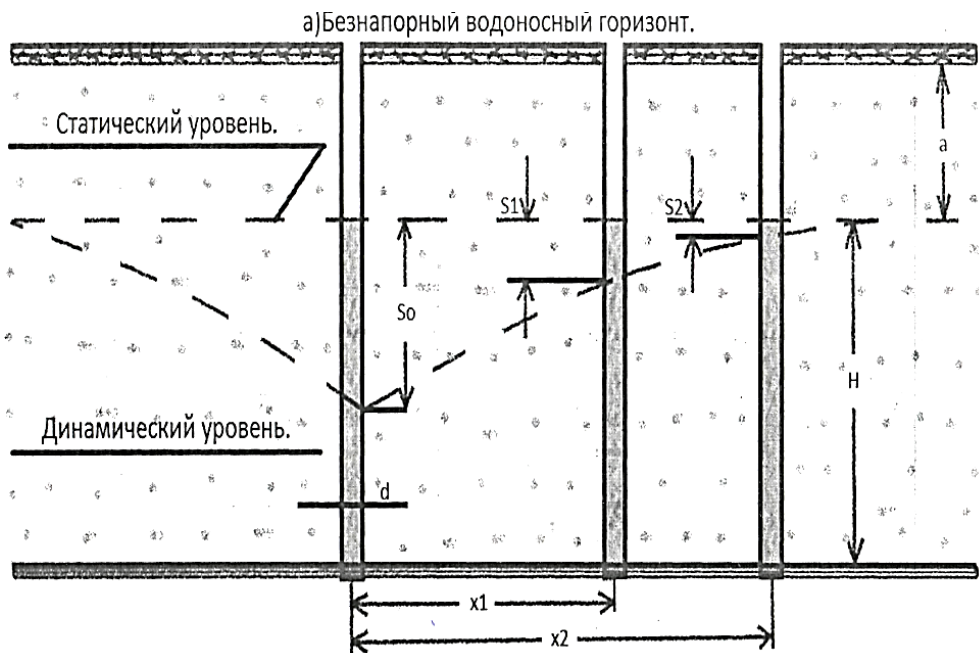


Рис. . Схематический гидрогеологический разрез по скважинам опытного куста.

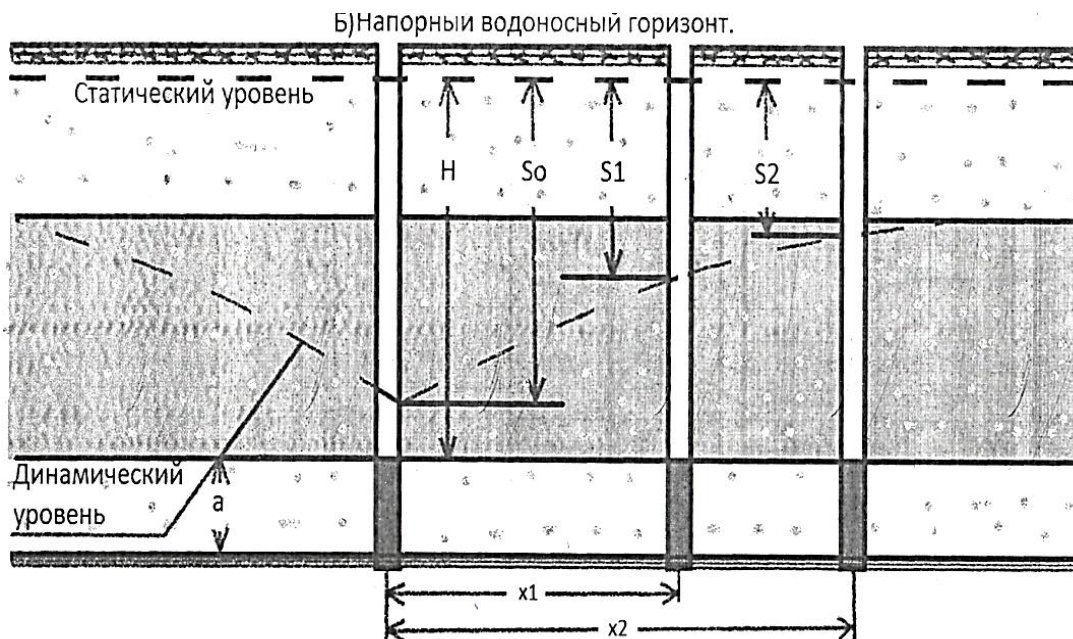


Рис. . Схематический гидрогеологический разрез по скважинам опытного куста.

## Литература

1. Левитская Т.И. Основы геодезии: учеб. пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. 2-е изд., перераб. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 88 с
2. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие для вузов. М.: КолосС, 2000.
3. Сизов А.П. Современные проблемы землеустройства и кадастров. Ч. 1. Землеустройство: учеб. пособие для студентов магистратуры. М.: Изд-во МИ-ИГАиК, 2012. 69 с.
4. Матвеев В.Т., Золотарев И.И., Матвеев С.В. Экономика геодезического производства: монография / под общ. ред. В.Т. Матвеева. Новосибирск: СГГА, 2002. 268 с.

\

Учебное издание

Зверева Людмила Алексеевна  
Пашковская Александра Александровна

**МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ  
В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

Учебно-методическое пособие для изучения дисциплины  
и задания для выполнения самостоятельной работы  
студентам направления  
21.03.02 Землеустройство и кадастры

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к 27.06.2024 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,94. Тираж 25 экз. Изд. №7693.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ