

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
“ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА -  
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВНИМИ” (ФГУП ВНИМИ)

# ИНСТРУКЦИЯ

по маркшейдерским и  
топографо-  
геодезическим работам  
в нефтяной и газовой  
промышленности

ПРОЕКТ  
(ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ РЕДАКЦИЯ)

Санкт-Петербург  
2002

**Инструкция** по производству маркшейдерских работ в нефтяной и газовой промышленности. / Российская Академия Наук, Министерство энергетики Российской Федерации, Федеральное Государственное унитарное предприятие "Государственный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела - Межотраслевой научный центр ВНИМИ" (ФГУП ВНИМИ). 2002. - с.

Изложены технические требования и указания по построению маркшейдерских опорных и съемочных сетей; топографо-геодезическим съемкам на разведочных площадях нефтяных и газовых месторождений; маркшейдерским работам при строительстве скважин, промысловом и гражданском строительстве; наблюдению за деформациями объектов нефтегазодобывающего производства и за движением земной поверхности при разработке нефтяных и газовых месторождений; маркшейдерские и геодезические работы на морских нефтяных и газовых месторождениях; составлению и ведению маркшейдерской документации.

С выходом в свет настоящей Инструкции действие Инструкции по маркшейдерским и топографо-геодезическим работам в нефтяной и газовой промышленности РД 39-117-91 выпуска 1992 г. прекращается.

Инструкция обязательна для всех предприятий, организаций и учреждений, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию предприятий нефтяной и газовой промышленности.

Табл. 42, ил. 12, прил. 21.

*С о с т а в и т е л и :*

*инж. Е.В.Гончаров (раздел 11), канд.техн.наук Г.П.Жуков (разделы 1-4, 10, 12 13),  
инж. Н.Н.Николаев (разделы 7, 8), канд.техн.наук Е.Д.Платонов (разделы 5, 6),  
д-р техн.наук Р.А.Такранов (раздел 9).*

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Инструкция разработана с учетом Законов Российской Федерации, действующих правил безопасности, правил технической эксплуатации при разработке месторождений полезных ископаемых, ГОСТов и СНиПов.

1.2. Инструкция устанавливает основные технические требования на следующие виды маркшейдерских работ: построение опорных и съемочных сетей на земной поверхности; обеспечение строительства скважин, поиска и разведки, проектирования, обустройства и разработки нефтяных и газовых месторождений, реконструкции нефте- и газопромысловых объектов, наблюдений за сдвижением земной поверхности и деформацией зданий и сооружений, эксплуатации объектов хранения нефти и газа и организации геодинамического мониторинга; обработку на ПЭВМ маркшейдерских измерений. Инструкция определяет состав, содержание и масштабы чертежей обязательной графической маркшейдерской документации.

1.3. Маркшейдерские и топографо-геодезические работы и графическая документация предназначены для решения вопросов поисков и разведки месторождений нефти и газа, подсчета их запасов; составления проектной технологической документации на разработку месторождений, проектирования и строительства объектов сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа; охраны окружающей природной среды и недр, защиты земной поверхности, зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ; проектирования и строительства зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

1.4. Требования настоящей Инструкции обязательны для исполнения всеми пользователями недр независимо от форм собственности, в том числе юридическими лицами и гражданами других государств.

1.5. Производство маркшейдерских работ осуществляется на основании специального разрешения (лицензии), выдаваемого органами Госгортехнадзора России.

1.6. Для выполнения маркшейдерских работ предприятие по добыче полезных ископаемых\* обязано иметь в своем составе маркшейдерскую службу (отдел, партия, специализированная организация), деятельность которой регламентируется положением о маркшейдерской службе, утвержденным территориальными органами Госгортехнадзора России. На руководителя предприятия возлагается ответственность за укомплектование маркшейдерской службы необходимым штатом инженерно-технических работников и рабочих, обеспечение ее специально оборудованными помещениями, автотранспортом, инструментами, приборами и материалами, современными средствами организационной и вычислительной техники. В виде исключения предприятия по добыче полезных ископаемых могут обслуживаться сторонними специализированными маркшейдерскими организациями или физическими лицами, имеющими лицензию на право производства маркшейдерских работ.

Численность работников маркшейдерской службы устанавливают исходя из необходимости своевременного выполнения всего комплекса маркшейдерских работ,

---

\* В дальнейшем в настоящей Инструкции употребляется термин "предприятие", под которым понимается действующая или строящаяся производственная единица (по добыче, транспортировке или хранению нефти и газа) субъекта предпринимательской деятельности (пользователя недр) независимо от его организационно-правовой формы.

предусмотренных типовым (отраслевым) положением о маркшейдерской службе, настоящей Инструкцией и другими нормативными документами, относящимися к маркшейдерской службе. При этом учитывают вид полезного ископаемого, геологическое строение месторождения, горнотехнические факторы, объемы и технологию ведения горных, строительно-монтажных и строительных работ, климатические условия региона.

Требования к помещениям маркшейдерской службы приведены в приложении 1, перечень необходимых инструментов, приборов и средств организационно-вычислительной техники - в приложении 2.

1.7. На территории своей производственно-хозяйственной деятельности предприятие выполняет собственными силами или за счет собственных средств без согласования с Госгеонадзором Роскартографии следующие виды топографо-геодезических и маркшейдерских работ:

- развитие и реконструкция маркшейдерских опорных сетей;

- съемки для отражения на топографических планах текущих изменений, связанных с производственно-хозяйственной деятельностью, а также природными явлениями (карстообразованием, склоновыми процессами и т.п.);

- различного рода разбивки, периодические съемки и другие виды маркшейдерско-геодезических измерений с целью контроля за правильностью производства строительно-монтажных и горных работ в соответствии с утвержденными проектами;

- съемки для определения объемов земляных работ, реконструкции подъездных железнодорожных путей, автомобильных дорог и обеспечения других текущих работ;

- наблюдения за деформацией земной поверхности в районах добычи углеводородного сырья, наблюдения за осадкой зданий и сооружений в процессе их строительства и эксплуатации.

1.8. Отдельные виды маркшейдерских работ могут выполняться сторонними специализированными организациями. Проект на эти работы согласовывается с главным маркшейдером предприятия-заказчика, который осуществляет приемку работ. Заказчику передается технический отчет о выполненных работах и согласованный в проекте перечень материалов.

1.9. Технические требования на выполнение топографо-геодезических работ при инженерных изысканиях для проектирования и строительства предприятий, реконструкции и восстановлении опорных сетей, а также при производстве строительно-монтажных работ должны соответствовать требованиям нормативных документов Роскартографии и Госстроя России.

1.10. Топографическую съемку в пределах горнопромышленного района или отдельного месторождения выполняют в одной и той же системе координат и высот. Систему координат и высот устанавливает территориальная инспекция Госгеонадзора Роскартографии.

1.11. Все маркшейдерские работы должны производиться с контролем. Инструменты и приборы, используемые при производстве измерений, исследуют и проверяют с целью установления их пригодности для выполнения работ, соблюдая требования инструкций по эксплуатации приборов, инструкций Госстандарта и настоящей Инструкции. Требования к метрологическому обеспечению средств измерений приведены в приложении 3.

Ведение вычислительной и графической документации рекомендуется выполнять на персональных компьютерах. Программное обеспечение для выполнения вычислительных и графических работ используется в порядке, установленном Госгортехнадзором России.

1.12. При совместной разработке месторождения открытым и подземным способами маркшейдерские работы в зоне опасного влияния горных разработок должны выполняться по проекту, согласованному с органами Госгортехнадзора России. В проекте предусматривают порядок маркшейдерского контроля за безопасным ведением горных работ, устанавливают единые сроки пополнения планов открытых и подземных горных выработок и единый масштаб съемки земной поверхности и горных выработок.

1.13. Маркшейдерская служба горного предприятия обязана вести журнал учета состояния опорной маркшейдерско-геодезической сети и картограммы соответствия топографических планов современному состоянию местности. Требования к построению сетей в горно-промышленных районах, а также форма журнала учета состояния пунктов приведены в приложении 4.

1.14. Контроль за своевременным выполнением и качеством маркшейдерских работ возлагается на руководителя маркшейдерской службы горного предприятия.

1.15. Государственный надзор и контроль за соблюдением правил выполнения маркшейдерских работ при разработке месторождений углеводородного сырья, его транспортировке и хранении осуществляют органы Госгортехнадзора России.

1.16. Маркшейдерские работы должны выполняться с соблюдением правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых.

## 2. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ СЕТИ

2.1. Маркшейдерские опорные сети являются сетями специального назначения, развиваются на территории месторождения на основе пунктов Государственной геодезической сети и создаются собственными силами или специализированными организациями, привлекаемыми для этой цели на договорной основе.

2.2. Маркшейдерские опорные сети создаются спутниковой радиогодезической аппаратурой, традиционными средствами измерений и их комбинацией. Схемы построения маркшейдерских опорных сетей приведены в приложении 5.

2.3. При создании сетей используют методы триангуляции, трилатерации, полигонометрии, нивелирования III и IV классов, в соответствии с требованиями действующих инструкций Федеральной службы геодезии и картографии России. Методика определения координат пунктов с использованием спутниковой аппаратуры приведена в приложении 6.

2.4. В качестве исходных пунктов для построения маркшейдерской опорной сети служат пункты Государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения. Классификация государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и основные технические требования к их построению приведены в приложении 7.

2.3. Средняя плотность пунктов Государственных геодезической и нивелирной сетей должна быть доведена на территориях, подлежащих съемке:

в масштабе 1:10000 – до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 50-60 км<sup>2</sup>;

в масштабе 1:5000 – до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 20-30 км<sup>2</sup> и до одного репера нивелирования на 10-15 км<sup>2</sup>;

в масштабе 1:2000 и крупнее – до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 5-15 км<sup>2</sup> и одного репера нивелирования на 5-7 км<sup>2</sup>.

Для труднодоступных районов указанная плотность пунктов может быть уменьшена не более чем в 1,5 раза.

Дальнейшее увеличение плотности геодезической основы достигается развитием сетей сгущения I и II разрядов.

Плотность геодезической основы должна быть доведена до одного пункта на 7-10 км<sup>2</sup> для съемок масштабов 1:5000 и одного пункта на 1 км<sup>2</sup> – для съемок в масштабе 1:2000.

Для крупномасштабных съемок населенных пунктов и территорий промышленных площадок плотность пунктов должна быть доведена до четырех пунктов на 1 км<sup>2</sup> в застроенной части и до одного пункта на 1 км<sup>2</sup> – на незастроенной территории.

2.6. Пункты опорной сети, используемые в качестве исходных для определения опорных реперов профильных линий наблюдательных станций при наблюдениях за деформацией земной поверхности, должны располагаться в местах, обеспечивающих их устойчивость на период проведения наблюдений.

2.7. Пункты маркшейдерской опорной сети закрепляют центрами, рекомендованными для местных условий инструкциями Роскартографии, а также ведомственными инструктивными и методическими указаниями.

2.8. При построении (реконструкции) опорной сети сторонними организациями места закладки центров и реперов согласовывают с главным маркшейдером предприятия.

Пункты опорной сети, расположенные на территории производственно-хозяйственной деятельности предприятия, сдают для наблюдения за сохранностью предприятию в порядке, предусмотренном постановлением Правительства Российской Федерации № 1170 от 07.10.1996 г. "Положение об охранных зонах и охране геодезических пунктов на территории Российской Федерации".

Акты о приемке пунктов сети подписывает руководитель маркшейдерской службы предприятия.

### 3. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

3.1. Маркшейдерские съемочные сети являются обоснованием для съемки земной поверхности и объектов хозяйственной деятельности предприятия. При съемке руководствуются "Инструкцией по топографической съемке в масштабе 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500" и настоящей Инструкцией. Основные требования к топографическим планам приведены в приложении 8.

3.2. Плановое положение пунктов съемочной сети определяют геодезическими засечками, проложением теодолитных ходов, полярным способом, построением цепочек треугольников и прямоугольной сетки, используя в качестве исходных пункты опорной сети. Высоты пунктов определяют техническим и тригонометрическим нивелированием. Методика предварительной оценки точности положения пунктов маркшейдерской съемочной сети приведена в приложении 9.

Плановое и высотное положение пунктов съемочной сети можно определять спутниковой аппаратурой, а также аналитической пространственной фототриангуляцией.

3.3. Предельные погрешности точек съемочного обоснования и плановых опознавательных знаков ( $m_s$ ) относительно пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения не должны превышать 0,2 мм в масштабе плана на открытой местности и территориях промышленных площадок и 0,3 м – на закрытой древесной и кустарниковой растительностью и заболоченной местности.

3.4. В исключительных случаях при небольшом объеме работ, если на участке работ и вблизи него на расстоянии до 5 км отсутствуют пункты государственной геодезической сети, геодезических сетей 1 и 2 разрядов, съемочное обоснование может являться самостоятельной геодезической основой топографической съемки.

Площадь съемок только на съемочном обосновании должна быть не более, км<sup>2</sup>:

Масштаб

М 1:5000 ..... 20

М 1:2000 и крупнее ..... 10

Самостоятельные съемочные сети в этом случае ориентируют по истинному меридиану, определенному со средней квадратической погрешностью не более 1'.

3.5. Съемочным обоснованием при съемке в масштабе 1:10000 и при съемке коридоров и подводных переходов действующих магистральных нефтепроводов независимо от масштабов могут служить теодолитные ходы точности 1:2000 и магистральные геодезические ходы точности 1:5000 и 1:10000, пункты которых определены относительно пунктов государственной геодезической сети с предельной погрешностью 2 м на открытой местности и 3 м – на местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью.

3.6. Пункты съемочного обоснования закрепляют на местности долговременными знаками в объеме, предусмотренном техническим проектом (программой работ).

Если плотность закрепления не оговорена, то рекомендуется принимать количество (закрепленных пунктов, долговременными знаками (включая пункты государственной сети и сетей сгущения), с таким расчетом, чтобы на каждом съемочном планшете было закреплено не менее трех точек при съемке в масштабе 1:5000 и двух точек при съемке в масштабе 1:2000.



3.7. Пункты самостоятельного съемочного обоснования закрепляют постоянными знаками по типу полигонометрических центров, в объеме не менее 20% числа точек съемочной сети.

Для ходов, указанных в п.3.5, необходимо предусматривать закрепление каждой точки хода, если она расположена в месте, обеспечивающем ее долговременную сохранность.

3.8. Горизонтальные углы в съемочных сетях измеряют теодолитами типа ТЗ0\* двумя приемами или повторениями. Расхождение углов между приемами не должно превышать 45". Теодолитами типа Т15 и более точными углы измеряют одним приемом (повторением).

3.9. Углы между линиями прямых и комбинированных засечек при определяемом пункте должны быть не менее 30° и не более 150°. Расстояния от исходных до определяемых пунктов при съемке в масштабах 1:1000, 1:2000 и 1:5000 не должны превышать соответственно 1, 2, 3 км. Исходные пункты для обратной засечки выбирают по расчету (приложение 9).

3.10. При определении пунктов съемочной сети полярным способом расстояние до них не должно превышать 3 км. Углы измеряют от двух исходных направлений; расхождение между значениями дирекционных углов направления на определяемый пункт не должно превышать 45".

Расстояния измеряют со средней квадратической погрешностью не более 0,1 м. В измеренные расстояния вводят поправки за наклон, приведение к поверхности референц-эллипсоида и редуцирование на плоскость проекции Гаусса.

3.11. Предельная длина цепочки треугольников между исходными пунктами не должна превышать 1,5; 3,6 и 6,0 км при съемке в масштабах 1:1000, 1:2000, 1:5000 соответственно. В цепочках треугольников разрешается определять не более 7 пунктов; сторона треугольника не должна превышать 1000 м. Невязки углов в треугольниках не должны превышать 1'.

3.12. Координаты пунктов, определяемые методом засечек, вычисляют из двух треугольников. В обратных засечках координаты определяемого пункта вычисляют из решения двух вариантов засечки. За окончательные координаты принимают среднее их значение. Расхождение в положении пункта из двух вариантов засечки не должно превышать 0,6 мм на плане в масштабе съемки.

Цепочки треугольников уравнивают отдельным способом. Угловую невязку в каждом треугольнике распределяют поровну на углы, невязки в координатах – пропорционально длинам сторон по ходовой линии между исходными пунктами.

3.13. Теодолитные ходы прокладывают между пунктами маркшейдерской опорной сети или строят в виде замкнутых полигонов. На исходных пунктах измеряют углы между стороной теодолитного хода и двумя направлениями на пункты опорной сети. Длины сторон теодолитного хода должны быть не более 400 м и, как правило, не менее 100 м. Длина хода не должна превышать 1,8, 3,0 и 6,0 км при съемке в масштабах 1:1000, 1:2000 и 5000 соответственно. При необходимости допускается определять отдельную точку полярным способом, расстояние до нее не должно превышать 400 м.

3.14. Стороны теодолитных ходов измеряют светодальномерами, тахеометрами, насадками, рулетками и другими приборами, обеспечивающими требуемую точность

---

\* Тип теодолита указан в соответствии с ГОСТ 10529–96. Теодолиты. Типы и основные параметры. Технические требования.

измерений. Разность между двумя измерениями линии не должна превышать 1:1500 ее длины.

Обработку результатов линейных измерений выполняют в соответствии с руководствами по эксплуатации приборов.

3.15. Угловые невязки в теодолитных ходах не должны превышать величины  $45''\sqrt{n}$ , где  $n$  – число измеренных углов в ходе. Линейные невязки в теодолитных ходах не должны превышать 1:3000 длины хода.

Теодолитные ходы уравнивают, распределяя угловые невязки поровну на все углы, а невязки по осям координат – пропорционально длинам сторон.

3.16. Выполнение требований, изложенных в п.п. 3.9-3.15, обеспечивает определение пунктов съемочной сети с погрешностью, установленной в п.3.3. Если используют приборы или методику измерений, обеспечивающие более высокую точность измерений, допускается изменять параметры построения съемочных сетей, при этом погрешности положения пунктов, полученные по предварительной оценке точности, не должны превышать установленных величин.

3.17. При использовании для измерения сторон теодолитного хода светодальномеров группы Т по ГОСТ 19223-90 и электронных тахеометров предельная длина сторон хода не устанавливается, а количество сторон в ходе не должно превышать 50 при съемке в масштабах 1:5000 и 1:2000, 40 и 20 – соответственно в масштабах 1:1000 и 1:500.

Угловые невязки в таких ходах не должны превышать величины  $20''\sqrt{n}$ , где  $n$  – число измеренных углов в ходе, линейные невязки – 0,4 мм на плане в масштабе съемки.

3.18. При построении съемочной сети в виде прямоугольной сетки вершины его контурного полигона определяют от пунктов маркшейдерской опорной сети засечками, полярным способом или теодолитными ходами. Положение вершин прямоугольников определяют способом створов. Длина визирного луча при определении вершин сетки не должна превышать 800 м. Правильность разбивки сетки проверяют по направлениям диагоналей сетки.

3.19. Высоты точек съемочного обоснования определяют геометрическим или тригонометрическим нивелированием.

Предельная погрешность определения высот точек съемочного обоснования относительно ближайших пунктов государственной нивелирной сети в равнинных районах не должна превышать 1/10 высоты сечения рельефа в принятом масштабе съемки, в горных и предгорных районах – 1/6 высоты сечения рельефа, а для съемочного обоснования, указанного в п.3.5, не должна превышать 0,2 м.

3.20. При определении высот пунктов тригонометрическим нивелированием вертикальные углы измеряют теодолитами типа Т30 двумя приемами, теодолитами типа Т15 и более точными – одним приемом. Высоту инструмента и визирной цели измеряют с округлением до сантиметра.

3.21. Ходы тригонометрического нивелирования должны опираться на пункты опорной сети, высоты которых определены геометрическим нивелированием точности не ниже IV класса. Длина ходов тригонометрического нивелирования не должна превышать 2,5 км. Превышения для каждой стороны хода определяют в прямом и обратном направлениях. Расхождение превышений не должно быть больше  $0,04l$ , см, где  $l$  – длина стороны, м.

3.22. Невязки ходов тригонометрического нивелирования, проложенных между пунктами опорной сети, не должны превышать величины  $0,04L/\sqrt{n}$ , см, где  $L$  – длина хода, м;  $n$  – число сторон.

3.23. Для передачи высот на пункты съемочной сети, определяемые способом геодезических засечек или проложением цепочек треугольников, превышения между пунктами определяют из тригонометрического нивелирования в прямом и обратном направлениях или в одном направлении, но не менее чем с двух исходных пунктов.

При полярном способе повторное определение превышения выполняют, изменив высоту цели или инструмента.

Расстояния между исходными и определяемыми пунктами не должны превышать 1 км при измерении углов теодолитами Т30; 1,5 км – теодолитами Т15 и 2 км – более точными теодолитами. Расхождение между двумя определениями высоты пункта или прямым и обратным превышениями между пунктами (с учетом поправок за кривизну Земли и рефракцию) не должно быть более  $0,03l$ , см, при расстояниях до 1 км;  $0,02l$ , см, – при расстояниях более 1 км, где  $l$  – длина стороны, м. Если число определений высоты пункта больше двух, отклонение любого определения от среднего арифметического значения не должно превышать 20 см.

3.24. Длина ходов тригонометрического нивелирования, прокладываемых с использованием электронных тахеометров, не должна превышать 10 км; расхождение прямого и обратного определения превышения –  $0,01l$ , см, а невязка в ходе –  $0,01L/\sqrt{n}$ , см, где  $l$  и  $L$  соответственно длина стороны и длина хода, м;  $n$  – число сторон.

3.25. При расстояниях от исходного пункта до определяемых более 700 м и одностороннем тригонометрическом нивелировании в превышения вводят поправки за кривизну Земли и рефракцию (приложение 10).

3.26. Для технического нивелирования применяют нивелиры типа 2Н-10КЛ и более точные, нивелирные рейки типа РН-10.\*

3.27. Ходы технического нивелирования прокладывают между исходными реперами в одном направлении; разрешается прокладывать висячие ходы в прямом и обратном направлениях. Расстояния до реек должны быть по возможности равными и не превышать 150 м. Разность превышений, определенных по черной и красной сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, не должна превышать 5 мм. Невязки ходов не должны превышать  $50\sqrt{L}$ , мм, где  $L$  – длина хода, км. При числе станций на 1 км более 25 невязка в ходе не должна превышать  $10\sqrt{n}$ , мм, где  $n$  – число станций в ходе.

\* Тип нивелира указан в соответствии с ГОСТ 10528-90. Нивелиры. Технические условия. Тип реек – по ГОСТ 11158-83. Рейки нивелирные. Технические условия.

## 4. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Маркшейдерские съемочные работы выполняют с пунктов съемочного обоснования методами аэро- или наземной фотограмметрической съемки, тахеометрической съемки, мензульной съемки, способом перпендикуляров, засечек и полярным способом.

4.2. Объектами съемки являются:

рельеф, гидрография, населенные пункты и др.;

пункты государственной геодезической и маркшейдерской сетей и сетей сгущения;

скважины разведочные, добывающие и др.;

магистральные трубопроводы; инженерные коммуникации; компрессорные станции;

промышленные объекты (СП, ТП, ТУ, ЦПС, УКПН и др.).

4.3. Съемку способами перпендикуляров, засечек и полярным способом можно выполнять одновременно с проложением ходов съемочного обоснования (теодолитных ходов). При всех способах съемки составляют абрисы и обязательно обмеряют контуры зданий и сооружений.

4.4. При съемке способом перпендикуляров или засечек створные точки определяют промерами от пунктов, задающих створ, с точностью не менее 1:2000. Расстояния между створными точками не должны превышать, м:

<del>Масштаб</del>		
М 1:2000	.....	80
М 1:1000	.....	60
М 1:500	.....	40

4.5. При съемке способом перпендикуляров длина их не должна превышать, м:

<del>Масштаб</del>		
М 1:2000	.....	8
М 1:1000	.....	6
М 1:500	.....	4

При применении эккера эти расстояния могут быть увеличены соответственно до 60, 40, 20 м.

4.6. Длина стороны линейной засечки должна быть примерно равна расстоянию между точками, с которых производится засечка, и не превышать мерного прибора.

4.7. При полярном способе съемки расстояния измеряют стальной рулеткой, лентой, нитяным или оптическим дальномерами, а углы — теодолитом одним полуприемом с замыканием на начальный пункт.

4.8. При съемке сооружений, не выражающихся в масштабе плана, длины перпендикуляров, засечек и полярных расстояний измеряют до центра снимаемого объекта.

4.9. Мензульную съемку территорий месторождения производят в масштабе 1:10000 — 1:2000, а отдельных участков для строительства и реконструкции инженерных сооружений — в масштабах 1:1000 и 1:500.

4.10. При построении координатной сетки расхождение длины сторон с теоретическими значениями не должно превышать 0,2 мм, а сумма расхождения длины сторон трех и более квадратов — 0,3 мм. Разность диагоналей рамки не должна превышать 0,5 мм.

4.11. Погрешность центрирования мензулы не должна превышать, см:

<del>Масштаб</del>		
М 1:500, 1:1000	.....	5

М 1:2000 ..... 10  
 М 1:5000 ..... 25

4.12. Мензулу ориентируют не менее чем по двум направлениям, а в ходе работы и по окончании ее ориентирование проверяют.

Если мензулу нужно ориентировать по коротким линиям или смежные точки попадают на разные планшеты, то на полях прочерчивают вспомогательные линии ориентирования. Для проведения их рассчитывают координаты точки, лежащей на пересечении линии с одной из рамок планшета или на ее продолжении.

4.13. Сгущение съемочного обоснования осуществляют проложением мензульных ходов или графическими засечками. Расстояние между точками мензульного хода определяют при помощи нитяного дальномера в прямом и обратном направлениях, допуская расхождение не более  $1/200$  длины линии. Относительная невязка хода, проложенного между исходными точками, должна быть не более  $1/300$  его длины, а линейная – не превышать  $0,8$  мм на плане. Распределяют невязку по способу параллельных линий.

Характеристика мензульных ходов должна соответствовать требованиям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Масштаб съемки	Максимальная длина мензульного хода, м	Максимальная длина линии, м	Максимальное число линий в ходе
1:10000	1500	300	5
1:5000	1000	250	5
1:2000	500	200	5
1:1000	250	100	3
1:500	200	100	2
Примечание. При съемке в масштабе 1:500 расстояния в мензульном ходе измеряют стальной лентой (рулеткой).			

4.14. Превышения между точками мензульного хода определяются дважды, в прямом и обратном направлениях. Расхождения между превышениями должны быть не более  $0,04$  м на  $100$  м длины линии. Допустимые высотные невязки в ходе приведены в табл.2. Высотные невязки распределяют пропорционально длинам сторон.

Таблица 2

Сечение рельефа, м	Допустимая невязка, м
0,25	0,08
0,50	0,15
1,00	0,20
2,00	0,50
5,00	1,00

4.15. Переходные точки могут быть определены прямыми, обратными и комбинированными засечками с пунктов геодезической основы, а также промерами стальной лентой по линии створа между пунктами. Допускается определение висячих переходных точек с измерением расстояний лентой и проверкой по дальномеру. При определении переходных точек методом засечек длина визирного луча не должна превышать удвоенную длину стороны мензульного хода.

4.16. В зависимости от масштаба съемки и сечения рельефа расстояния от прибора до пикетов и между пикетами не должны превышать численных значений, приведенных в табл.3.

Таблица 3

Масштаб съемки	Сечение рельефа, м	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальное расстояние от прибора до рейки при съемке, м		
			рельефа	четких контуров	нечетких контуров
1:10000	1,0	120	300	300	300
	2,5	140	400	400	350
	5,0	170	400	400	400
1:5000	0,5	70	250	150	200
	1,0	100	300	150	200
	2,0	120	350	150	200
	5,0	150	350	150	200
1:2000	0,5	50	200	100	150
	1,0	50	250	100	150
	2,0	60	250	100	150
1:1000	0,5	30	150	80	100
	1,0	40	200	80	100
1:500	0,5	20	100	60	80
	1,0	20	150	60	80

4.17. Съемку производят полярным способом с определением расстояний по дальномеру кипрегеля. Для съемки отдельных точек ситуации допускается применение метода засечек не менее чем с трех съемочных точек, лучи крайних направлений засечки должны пересекаться под углом не менее  $60^\circ$ . Съемка угодий с неопределенными очертаниями производится с точностью возможного установления их границ.

4.18. Рельеф изображают горизонталями, которые рисуют обязательно в поле, на основании высот взятых пикетов. При сечении рельефа 1 м и более высоты пикетов вычисляют до 0,01 м, а на планшет выписывают с округлением до 0,1 м. При сечениях менее 1 м высоты вычисляют и выписывают до 0,01 м.

4.19. Высоты на планшете надписывают на вершинах, водоразделах, перегибах скатов и седловин, тальвегах, разветвлениях, вершинах и в устьях лощин, котлованах, по краям ям и воронок (не менее одной), у рек, ручьев и водоемов на урезе воды, у подошв возвышенностей и др. Кроме высот точек, необходимых для съемки рельефа, определяют и надписывают на плане высоты плотин, мостов, верха и подошвы насыпей, шлюзов, пересечений и осей дорог, колодцев и прочих характерных мест.

4.20. Тахеометрическую съемку производят авторедукционными, номограммными, внутрибазными электронными тахеометрами и теодолитами.

4.21. До начала тахеометрической съемки геодезическая основа должна быть доведена до плотности, обеспечивающей возможность проложения тахеометрических ходов, характеристика которых дана в табл.4.

Таблица 4

Масштаб съемки	Максимальная длина хода, м	Максимальная длина линий, м	Максимальное число линий в ходе
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

Линии в тахеометрических ходах при съемке в масштабе 1:500 измеряют лентой или рулеткой.

4.22. Плотность тахеометрических ходов должна обеспечивать проведение съемки с соблюдением допусков, указанных в табл.5.

Таблица 5

Масштаб съемки	Сечение рельефа, м	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальное расстояние от прибора до рейки, м, при съемке	
			рельефа	контуров
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150
	5,0	120	350	150
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
	2,0	50	250	100
1:1000	0,5	20	150	80
	1,0	30	200	80
1:500	0,5	15	100	60
	1,0	15	150	60

При съемке нечетко выраженных или второстепенных контуров расстояния увеличивают в 1,5 раза.

4.23. Угловые невязки в тахеометрических ходах не должны превышать

$$f_{\beta} = 1' \sqrt{n},$$

где  $n$  – число углов в ходе.

Допустимая линейная невязка, м, определяется из выражения:

$$f_S = \frac{S}{400 \sqrt{n}}.$$

Высотная невязка должна быть не более, см,

$$f_h = 0,04 \frac{S}{\sqrt{n}}.$$

где  $n$  – число углов в ходе;

$S$  – длина хода, м.

4.24. В ходе работы и по окончании ее на станции необходимо проверить ориентировку прибора, отклонение от начального направления не должно превышать 1,5'.

4.25. Аэрофототопографическую съемку нефтяных и газовых месторождений выполняют для составления и обновления маркшейдерских планов месторождений масштаба 1:10000–1:500, постоянного пополнения содержания маркшейдерских планов и поддержания их на современном уровне. Материалы аэрофотосъемки можно использовать для выбора площадок под буровые и создания маркшейдерских планов этих площадок, перенесения в натуру и определения координат устьев скважин, а также для решения некоторых специальных маркшейдерских задач.

4.26. Технические условия на выполнение аэрофототопографической съемки составляет руководитель маркшейдерской службы нефтегазодобывающего предприятия.

4.27. Аэрофототопографическая съемка нефтяных и газовых месторождений осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-методических документов Роскартографии.

4.28. В технических условиях на выполнение аэросъемочных работ указывают типы аэрофотоаппаратов и аэрофотопленки, масштаб и время фотографирования, перекрытие аэрофотоснимков, их формат, основные требования к материалам аэрофотосъемки, а также размер снимаемой площади, назначение работ.

4.29. Аэрофотосъемку нефтегазовых месторождений в равнинных и всхолмленных районах следует выполнять аэрофотоаппаратами с фокусным расстояниями 70 и 100 мм, в горных районах – 100 и 140 мм.

Для последующего определения нефтепромысловых объектов аэрофотосъемку можно выполнить, применяя дополнительный аэрофотоаппарат с фокусным расстоянием 200 мм, который обеспечивает получение снимков более крупного масштаба.

4.30. Масштаб аэрофотосъемки выбирают с учетом масштаба создаваемого или обновляемого маркшейдерского плана и обеспечения требований к точности определения высот объектов, а также типа аэрофотоаппарата и имеющихся стереофотограмметрических приборов (табл. 6).

Таблица 6

Средняя квадратическая погрешность определения высот объектов, м	Масштаб аэрофотосъемки при фокусных расстояниях аэрофотоаппарата, мм		
	140	100	70
3,00	-	1:50000	1:60000
2,00	-	1:34000	1:40000
1,00	-	1:17000	1:20000
0,50	1:9000	1:12000	1:15000
0,25	1:4500	1:6000	1:7500

4.31. Аэрофотоаппараты и аэрофотопленки, используемые при аэрофотосъемке, должны обладать метрическими свойствами, отвечающими “Основным положениям по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов”.

Полевые топографические работы при аэрофототопографической съемке выполняют в соответствии с требованиями “Инструкции по топографической съемке”.

4.32. Часть камеральных работ (кроме специального дешифрования) может быть выполнена на договорных началах специализированными предприятиями в соответствии с требованиями, изложенными в “Инструкции по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов”, а также в настоящей Инструкции.



4.33. Камеральная обработка аэроснимков может осуществляться методами цифровой фотограмметрии с использованием программных средств, прошедших сертификацию в установленном порядке.

4.34. До выполнения дешифрования необходимо собрать и изучить все картографические материалы, технологические схемы размещения нефтепромысловых сооружений и особенности изображения этих сооружений на аэрофотоснимках (приложение 11).

4.35. Дешифрование нефтепромысловых объектов можно выполнять на отдельных аэроснимках, фотопленках или фотосхемах с применением программных средств, прошедших сертификацию в установленном порядке.

4.36. В ходе дешифрования устанавливают положение и состояние наземных сооружений основного и вспомогательного назначения и скважин всех типов, трубопроводов, воздушных линий электропередачи, линий связи, элементов специальной и топографической нагрузки.

4.37. Съемка подземных коммуникаций включает:

- подготовительные работы;
- рекогносцировку и обследование коммуникаций в траншеях, колодцах, шурфах;
- определение местоположения точек осей коммуникаций (по внешним признакам, трубокабелеискателем, проходкой шурфов и т.д.), маркировку их на местности;
- планово-высотную съемку коммуникаций в траншеях, колодцах, шурфах и съемку замаркированных на поверхности земли точек на осях коммуникаций.

4.38. При рекогносцировке района работ устанавливают виды и местоположение подземных коммуникаций, определяют участки трубопроводов и кабелей, подлежащие отысканию с помощью трубокабелеискателей.

4.39. Подземные коммуникации обследуют в присутствии заинтересованных служб предприятий, при этом уточняют:

- назначение и материал прокладок, колодцев, камер и других сооружений;
- диаметры и материал труб;
- назначение кабелей;
- глубину заложения прокладок, места ввода, аварийных выпусков, соединений;
- направление движения продуктов в трубопроводе.

4.40. По результатам рекогносцировки и обследования подземных коммуникаций составляют схемы рекогносцировки и абрисы.

4.41. Фиксацию точек подземных коммуникаций трубокабелеискателем на прямолинейных участках должны производить, как правило, через 20, 30, 50 и 100 м при съемках в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно. Кроме того, съемке подлежат все колодцы, углы поворота трасс, точки пересечения их с другими коммуникациями, места присоединений и аварийных выпусков.

4.42. Съемку подземных коммуникаций производят с пунктов геодезической сети существующего или вновь создаваемого планового и высотного съемочного обоснования, точность которого должна соответствовать требованиям настоящей Инструкции.

4.43. При съемках подземных коммуникаций составляют абрисы, в которых показывают скважины, различного рода коммуникации, колодцы, коверы, камеры, шурфы, съемочные точки по осям коммуникаций, расстояния до капитальных сооружений.

✓ 4.44. При исполнительных съемках в масштабах 1:500 – 1:2000 нивелируются все трубопроводные коммуникации.

Самотечные трубопроводы в границах промышленных площадок нивелируются независимо от масштаба съемки.

Нивелированию подлежат люки и дно колодцев, лотки канализационных труб, верх трубопровода в местах его поворота, перегиба и безколодезных врезок, створные точки на прямолинейных участках.

Абсолютные высоты трубопроводов определяют от пунктов высотной сети техническим нивелированием или горизонтальным лучом прибора (теодолита, кипрегеля).

✓ 4.45. Характеристики и элементы подземных коммуникаций должны соответствовать требованиям действующей “Инструкции по съемке и составлению планов подземных коммуникаций”, “Правилам начертания условных знаков на топографических планах подземных коммуникаций масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500” (1981) и “Методическому руководству по маркшейдерским съемкам разрабатываемых месторождений нефти и газа” (1975).

✓ 4.46. Средние погрешности положения на плане точек осей подземных коммуникаций относительно ближайших точек съмочного обоснования не должны превышать 0,5 мм.

✓ 4.47. По результатам съемки подземных коммуникаций оформляют следующие материалы: технический отчет или пояснительную записку; абрисы обследования, привязки и съемки подземных коммуникаций; журналы измерения углов, линий и технического нивелирования; схемы теодолитных и нивелирных ходов; ведомости вычисления координат и высот точек геодезического обоснования; план подземных коммуникаций.

Перечень дополнительных материалов, передаваемых заказчику, определяется техническими условиями заказчика.

## **5. МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БУРОВЫХ СКВАЖИН**

### **5.1. Основные положения**

5.1.1. Организации, составляющие проекты разведки, строительства скважин, технологические схемы, должны представить заказчику ведомость проектных координат забоев скважин, с указанием максимально допустимой величины смещения (в плане) устья скважин от забоя. В случае наклонной скважины в ведомости дополнительно приводят координаты забоев по кровле каждого продуктивного горизонта.

5.1.2. Местоположение устьев скважин выбирают и уточняют в натуре с учетом требований п. 5.1.1 с обязательным использованием имеющейся горнотехнической документации: маркшейдерских, топографических, землеустроительных планов и карт, геологических и структурных карт.

5.1.3. Проектные координаты забоев скважин передают заказчику в установленном порядке в виде отдельного приложения к проектам разведки и технологической проектной документации.

5.1.4. Перенесение в натуру устьев скважин, разбивку и закрепление направлений смещения забоев для наклонных скважин производят маркшейдерско-геодезические службы предприятия-заказчика на основе проектных значений координат устья, забоя и дирекционного угла горизонтальной проекции смещения забоя. Если условия местности не позволяют закрепить направление смещения забоя, то разбивают ориентирное направление.

5.1.5. При проектировании местоположения устьев скважин и направлений их стволов следует учитывать требования пожарной безопасности, существующие подземные коммуникации и другие объекты обустройства, а также пространственное положение стволов и забоев ранее пробуренных и бурящихся скважин.

### **5.2. Перенесение в натуру проектного положения устьев скважин**

5.2.1. Перенесение проектного положения устьев скважин в натуру производят на основании письменного распоряжения (задания), подписанного главным геологом предприятия – заказчика.

5.2.2. Работы по перенесению в натуру проектного положения устьев скважин включают:

- подбор топографо-геодезических, картографических и аэрофотосъемочных материалов;

- подготовку геодезических исходных данных для выноса проекта в натуру;

- перенесение в натуру и закрепление на местности проектных положений устьев скважин;

- предварительное определение высот вынесенных в натуру устьев скважин;

- передачу по акту местоположения устьев скважин представителю организации, производящей бурение.

5.2.3. Предельные погрешности перенесения в натуру проектного положения устьев скважин относительно пунктов государственной геодезической сети и сетей сгущения не должны превышать значений, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Группа скважин	Предельные погрешности, м	
	перенесения в натуру планового положения устьев скважин	предварительного опре- деления абсолютных высот устьев скважин
1 группа Одиночные опорные и параметрические скважины	150	15
2 группа 2.1. Структурные и поисковые скважины, закладываемые по профилям и на площадях	50	10
2.2. Разведочные скважины	25	5
3 группа Все категории скважин на разрабатываемых месторождениях	10	5

5.2.4. В случае отступления от требований, указанных в п. 5.1, при разбуривании месторождений сеткой обособленных скважин (без кустования) предложения об изменении проектных координат устьев должны вноситься комиссиями, состоящими из представителей нефтедобывающих и буровых предприятий, а также работников маркшейдерской службы. Комиссия принимает решение после рассмотрения на местности вынесенных в натуру устьев скважин, исходя из условий орогидрографии и застроенности территории месторождения.

Решение об изменении проектного положения устьев скважин должно быть оформлено актом выбора площадок для бурения, утверждаемым руководителями добывающих и буровых предприятий.

5.2.5. При невозможности достижения проектного местоположения забоя скважин при первоначальном, а также измененном положении устья решение о возможности и целесообразности бурения скважины должен принимать главный геолог объединения по согласованию с авторами ПТД разработки месторождения.

5.2.6. Изменение проектного положения устьев параметрических, поисковых и разведочных скважин, как исключение, допускается, если оно не влечет изменения геологических задач, решаемых данной скважиной. При этом обязательно требуется письменное разрешение главного геолога предприятия.

5.2.7. Об изменении проектного положения устья скважины уведомляют орган, утвердивший эту скважину к бурению.

5.2.8. Перенесению проектного местоположения устьев скважин в натуру должна предшествовать рекогносцировка района работ, в результате которой устанавливают состояние исходной геодезической сети, качество имеющихся топографических карт, границы района работ, метод выноса проектного положения устьев скважин в натуру.

Средняя квадратическая погрешность перенесения проектного местоположения устьев скважин должна быть в два раза меньше значений, приведенных в табл. 7.

5.2.9. Для решения задачи перенесения проектного местоположения устьев скважин в натуру допускается использовать топографические карты, обеспечивающие требуемую в табл. 7 точность. При этом в зависимости от группы скважин масштаб топографических карт должен быть не мельче:

Группа скважин		
(см. табл. 7)		
✓ 1	1.....	1:100 000
✓ 2	2, п. 2.1 .....	1:50 000
✓ 2	2, п. 2.2 .....	1:25 000
✓ 3	3.....	1:10 000–1:5000

Допускается использовать следующие методы перенесения устьев скважин в натуру: совмещение устьев скважины с четко выраженным контуром, промер вдоль контура, метод створов, линейная засечка и др. При построении линейной засечки на местности по расстояниям, взятым с карты (не менее чем от трех контуров), сторона треугольника погрешности не должна превышать значения предельной стороны погрешности для соответствующей группы скважин.

5.2.10. В случае отсутствия топографических карт требуемого в п. 5.2.9 масштаба или при отсутствии четких контуров вынесение проектного положения устьев скважин осуществляют проложением теодолитных ходов, построением триангуляции, геодезическими засечками и спутниковой геодезической аппаратурой.

5.2.11. Если для перенесения проекта в натуру необходимо развитие геодезических сетей, то их проектируют с таким расчетом, чтобы погрешность окончательного определения планового положения устьев скважин не превышала значений, регламентируемых п. 5.4.2.

5.2.12. Места заложения скважин закрепляют металлическими трубами или деревянными столбами длиной 1,5-2 м, закладываемыми на глубину не менее 0,7 м. На верхней части трубы (столба) несмываемой краской надписывают номер скважины, название площади (месторождения), организации, производящей бурение, и дату перенесения проектного положения устья скважины в натуру.

Если сохранность знака вызывает сомнение, то в надежных местах закладывают створ из двух знаков и измеряют расстояние от каждого из них до вынесенного положения устья.

На перенесенное в натуру местоположение устья скважины составляют абрис, на котором, кроме расстояний от створных знаков, приводят не менее трех промеров от существующих контуров. Абрис подписывается составителем и лицом, принявшим местоположение устья.

5.2.13. Предварительные высоты перенесенных в натуру местоположений устьев скважин определяют по топографическим картам, а при их отсутствии – барометрическим или тригонометрическим нивелированием.

5.2.14. В необходимых случаях до начала строительства буровой на участке, отведенном для этой цели, производят маркшейдерскую съемку в соответствии с техническими условиями, изложенными в приложении 12.

Съемку выполняют согласно требованиям раздела 4 настоящей Инструкции.

5.2.15. В результате выполнения работ по перенесению в натуру проектного положения устьев скважин оформляют следующие материалы:

распоряжение (задание) на перенесение проектного положения устья скважины в натуру, а при смещении его проектного положения и документ, разрешающий это смещение; маркшейдерский план площадки, отведенной для бурения скважины, или абрис вынесенного и закрепленного местоположения устья скважины;

акт о сдаче перенесенных в натуру мест заложения устьев скважин;

журналы полевых измерений, ведомости вычислений, каталоги координат и высот устьев скважин.

5.2.16. Распоряжение на перенесение проектного местоположения скважины в натуру, полевые журналы, журналы вычислений хранят один год после завершения строительства скважины.

### **5.3. Работы при сооружении буровой установки**

5.3.1. Маркшейдерские работы при сооружении буровой установки включают: разбивки главных осей буровой установки и осей оснований оборудования горнопроходческого комплекса; плановую и высотную выверки фундаментов, опорных конструкций и оборудования; проверку вертикальности шахтного направления; проверку соосности буровой вышки, ротора и шахтного направления; определение высоты буровой установки.

5.3.2. Вынесение в натуру главных осей буровой установки обязательно в случаях, когда срок строительства последней составляет более одного года.

Исходной точкой для разбивки главных осей является центр устья ствола скважины. Вынесение этих осей производят с помощью теодолита, устанавливаемого над центром устья скважины. Начальное направление ориентируют в сторону приемных мостков.

5.3.3. Вынесение в натуру разбивочных осей оснований оборудования выполняют относительно главных осей буровой установки полярным способом, способами прямоугольных координат и линейной засечки или их комбинацией.

5.3.4. Две разбивочные взаимно перпендикулярные оси закрепляют на местности знаками, устанавливаемыми по два с каждой стороны от центра: главные оси – постоянными знаками, обеспечивающими их долговременную сохранность; вспомогательные оси – временными знаками (металлические штыри, деревянные колышки). Постоянные знаки следует устанавливать за пределами зоны земляных работ. Расстояния от них до вышки должны обеспечивать нормативные условия для последующих наблюдений за деформацией вышки. Знаки должны сохраняться на весь период работы буровой; ответственность за их сохранность несет буровой мастер.

5.3.5. По результатам разбивочных работ составляют исполнительную схему закрепления осей с привязкой осевых знаков к не менее чем к трем четко выраженным объектам местности.

5.3.6. Исходной базой для планировки площади и выверки фундаментов под вышку и оборудование служит центр устья скважины, к которому должны быть привязаны фундаментальные рамы и балки в строгом соответствии с заданными параметрами и отклонениями.

5.3.7. Выверку планового положения конструкций и оборудования рекомендуется выполнять створными методами. При этом створ задают леской, проволокой, лазерным или оптическим лучом.

5.3.8. Выверку конструкций и оборудования по высоте следует производить геометрическим нивелированием. Выверку горизонтальности конструкций небольшой протяженности допускается выполнять поверочными линейками с уровнем (рамным, слесарным и с микрометрической головкой), обеспечивающим точность получения превышений 0,1 мм/м. Контроль уклона желобной системы выполняют тригонометрическим нивелированием с измерением вертикальных углов теодолитами типа 2Т15, 2Т5 и расстояний по нитяному дальномеру с точностью до 0,1 м.

5.3.9. Проверка соотношения геометрических элементов буровой установки является обязательной для скважин, срок строительства которых более трех месяцев.

Контроль за остальными буровыми производят при необходимости.

5.3.10. Вертикальность шахтного направления (кондуктора) рекомендуется проверять проекциометром ПМ4 (приложение 13).

Проверку соблюдения соосности ведущей трубы, ротора и шахтного направления выполняют: теодолитами с пунктов, расположенных на взаимно перпендикулярных осях; приборами вертикального проектирования; отвесами.

5.3.11. Контроль планового положения лебедки осуществляется относительно центра скважины. Силовые агрегаты трехдизельного блока выверяют по установленной и закрепленной буровой лебедке. При этом выверку следует начинать с силового агрегата с коробкой скоростей. Выверку агрегатов двухдизельного блока производят по смонтированному буровому насосу.

5.3.12. Точность монтажа вышки и оборудования должна соответствовать требованиям, изложенным в технических описаниях и инструкциях по эксплуатации, прилагаемых заводами-изготовителями, а также в действующих ведомственных инструкциях. Предельные отклонения в положении смонтированных конструкций и оборудования не должны превышать значений величин, приведенных в приложении 14. Средняя квадратическая погрешность определения этих величин не должна быть более половины их значений.

5.3.13. Высота буровой вышки используется при высотной привязке строящейся скважины методом геодезического нивелирования, а также при определении относительной деформации вышки при последующих наблюдениях.

Высоту вышки определяют непосредственным измерением или, когда высоты вышек достигают 50 м и более и непосредственное измерение затруднено, аналитическим способом (приложение 15).

5.3.14. Результаты контрольных измерений заносят в буровой журнал.

## **5.4. Определение координат и высот устьев буровых скважин**

5.4.1. После монтажа буровой установки должна быть произведена плановая и высотная привязка устьев скважин. Вычисленные координаты и высоты вносят в каталог (приложение 16). По вычисленным координатам устья буровых скважин наносят на маркшейдерский план.

5.4.2. Предельные значения погрешностей определения планового и высотного положений устьев скважин относительно пунктов государственной геодезической сети и сетей сгущения 1 и 2 разрядов приведены в табл. 8.

В горных и труднодоступных районах предельная погрешность определения устьев скважин 2 и 3 групп может быть увеличена на 50%.

Таблица 8

Группа скважин	Предельная погрешность определения положения устьев скважин, м	
	в плане	по высоте
1 группа Одиночные опорные и параметрические скважины	100	5,0
2 группа 2.1. Структурные и поисковые скважины (закладываемые по профилям и на площадях)	30	1,0
2.2. Разведочные скважины	12	0,5
3 группа Все группы скважин на эксплуатационных площадях	4	0,3

5.4.3. Выбор метода определения координат и высот устьев скважин производят после рекогносцировки, в результате которой оценивают качество имеющегося картографического материала, наличие и состояние пунктов геодезической сети.

Точность геодезических измерений в выбранном методе должна обеспечивать определение положения устьев со средней квадратической погрешностью, не превышающей половину значения предельных погрешностей (см. табл. 8).

5.4.4. Определение планового положения устьев скважин *в зависимости от их функций* допускается выполнять по картам (планам), масштаб которых должен быть не мельче:

Группа скважин (см. табл. 8)	
1	1:50 000
2, п. 2.1	1:10 000
2, п. 2.2	1:5000
3	1:2000

Плановую привязку устьев скважин по карте выполняют линейной засечкой не менее чем от трех четко выраженных контуров. В процессе привязки составляют абрис, на котором указывают эти контуры и расстояния от них до определяемой скважины. При построении линейной засечки на карте сторона треугольника погрешностей не должна превышать 1 мм. Координаты устьев скважин определяют от ближайших линий координатной сетки. Во избежание просчетов координаты определяют второй раз – от смежных линий координатной сетки.

5.4.5. Привязку устьев скважин можно выполнять геодезической спутниковой аппаратурой, полярным способом, способом замкнутого треугольника, прямыми и обратными угловыми засечками с пунктов геодезической сети, точек теодолитных ходов. Привязка скважин с точек висячего теодолитного хода не допускается. Расхождение координат устья



скважины, полученных из разных определений, не должно превышать значений предельных погрешностей (см. табл. 8), если они определены относительно пунктов государственной геодезической сети и опорных маркшейдерских сетей, и 2/3 значений предельных погрешностей, если они определены относительно точек теодолитных ходов.

5.4.6. Если определяемые скважины являются одновременно и точками теодолитного хода или удалены от точек на расстояние, не превышающее длину мерного прибора, то допустимая длина теодолитного хода между исходными пунктами – 16 км, а между исходным пунктом и узловой точкой и между узловыми точками – 11 км.

Теодолитный ход прокладывают в соответствии с требованиями, указанными для теодолитного хода с точностью 1:2000.

При длине хода, превышающей 10 км, необходимо определять истинный азимут одной из линий в средней части хода с точностью 0,5-1,0'.

5.4.7. Определение планового и высотного положений устьев скважин тахеометрическими ходами допускается при предельной длине хода 1,5 км для 3 группы и 8 км – для скважин 2 группы. При этом линейные и высотные невязки не должны превышать значений предельных погрешностей, указанных в табл. 8.

5.4.8. Определение высот устьев скважин 1 и 2 групп выполняют по топографическим картам и планам, имеющим, как правило, сечение рельефа не более значений погрешностей определения высот, приведенных в табл. 8.

Для определения высот устьев скважин 3 группы в качестве исходных могут быть использованы высоты точек, фиксирующих четкие контуры (люки колодцев, цоколи и т.д.). Высоту передают нивелированием не менее чем от трех точек: расхождение между наименьшей и наибольшей предельными высотами не должно превышать 0,3 м.

5.4.9. Определение высот устьев скважин 1 группы и указанных в п.2.1 (2 группа) – см. табл. 8 – барометрическим нивелированием выполняют в соответствии с требованиями Инструкции по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ. При этом точность приборов и выбор способа барометрического нивелирования должны обеспечивать определение высот устьев скважин со средней квадратической погрешностью, не превышающей половины предельной погрешности определения высот.

5.4.10. Определение высот устьев скважин геометрическим или тригонометрическим нивелированием производят в соответствии с требованиями подраздела \_\_\_\_\_.

Допустимые длины ходов для скважин 2 и 3 группы приведены в табл. 9.

Таблица 9

Группа скважин	Длина ходов, км, при нивелировании		
	техническом	горизонталь- ным лучом	тригонометрическом
2 группа			
2.1. Структурные и поисковые скважины	70	50	25
2.2. Разведочные скважины	50	25	10
3 группа			
Все категории скважин на эксплуатационных площадях	30	10	2,5

5.4.11. Если при переводе скважин из одной категории в другую или при передаче разведочных площадей в эксплуатацию точность определения устьев скважин не соответствует требованиям табл. 8, то необходимо выполнить повторное определение координат и высот устьев скважин.

5.4.12. В результате выполненных работ по определению координат устьев скважин оформляют следующие материалы:

- схемы теодолитных и нивелирных ходов;
- журналы измерения углов и линий;
- журналы геометрического (тригонометрического, барометрического) нивелирования;
- ведомость вычисления координат и высот вспомогательных точек и устьев скважин;
- каталог координат и высот устьев скважин.

## **5.5. Работы при строительстве кустов скважин**

5.5.1. Местоположение куста скважин определяют главный геолог и главный маркшейдер НГДУ, в присутствии представителя технологической службы УБР, на основании ПТД на разработку месторождения. Последняя устанавливает расположение забоев скважин с учетом условий бурения и разработки, правил техники безопасности, глубин продуктивных пластов, сохранения наиболее ценных сельскохозяйственных и лесных угодий, а также норм отвода земельных участков под объекты добычи нефти и газа, допустимых расстояний от существующих на поверхности объектов, соответствующих санитарным и противопожарным нормам.

5.5.2. Перенесение и закрепление куста скважин в натуре производит маркшейдерская служба НГДУ по письменному распоряжению главного геолога.

Куст устьев скважин необходимо переносить на местность с погрешностью, обеспечивающей необходимую точность ~~местоположения~~<sup>в</sup> каждой отдельной скважины в кусте (см. табл. 7).

5.5.3. Схему расположения устьев скважин в кусте разрабатывают соответствующие службы НГДУ совместно с УБР. Исходным графическим материалом при этом служат структурные геологические, топографические карты и фотопланы масштаба 1:25000-1:10000, а также технологические схемы разработки.

5.5.4. Для определения координат и высот устьев скважин в кусте и выдачи ориентирных направлений до начала бурения вблизи или на территории куста закладывают не менее чем два опорных пункта и определяют их координаты и высоты. Допустимая погрешность плановой и высотной привязки устьев скважин не должна превышать значений, приведенных в табл. 8. Пункты закладывают с учетом их долговременной сохранности.

5.5.5. Направление оси ствола скважины и длину проекции смещения забоя определяют по фактическим координатам устья и проектным координатам забоя скважины.

5.5.6. Перед началом строительства куста УБР составляет технологическую схему строительства, которую согласовывает с главным маркшейдером нефтегазодобывающего управления.

5.5.7. Перенесение в натуру осей куста устьев скважин (направления движения станка, ориентирные направления) производят отделы инженерных изысканий территориальных НИПИ или отделы маркшейдерских работ НГДУ.

Закрепленные на местности оси куста передают по акту представителю управления буровых работ; второй экземпляр акта хранится в нефтегазодобывающем управлении.

5.5.8. По окончании строительства укрупненного куста представителю УБР передают местоположение устьев трех скважин. При этом необходимо учесть размеры участка куста по проекту. Минимальное расстояние между станками при их сближении в процессе бурения должно быть не менее высоты бурового станка плюс 5 м.

При этом направление движения станков в кусте может совпадать или же быть противоположным.

5.5.9. Устье первой скважины в кусте привязывают после установки фонаря. Одновременно определяют дирекционный угол направления мостков (ориентирное направление) и уточняют дирекционный угол движения станка. Ориентирное направление и направление движения станков определяют со средней квадратической погрешностью 5'.

При определении координат устья скважины наблюдения могут выполняться с крон блока или переходной площадки.

5.5.10. Положение первой скважины по координатам накладывают на план расположения скважин, по которому графически определяют уточненные значения дирекционных углов и длин проекций смещения забоя для всех скважин, бурящихся в данного куста.

Направление движения станка и уточненные значения дирекционных углов и длин проекций смещения забоя по каждой скважине передают в техническую службу УБР для определения очередности бурения.

По заданным значениям расстояний между устьями скважин, с учетом очередности бурения, вычисляют окончательные дирекционные углы и длины проекций смещения забоев, которые в письменном виде за подписью главного маркшейдера НГДУ передают в УБР.

5.5.11. После окончания бурения всех скважин в кусте, по известному дирекционному углу направления движения станка и измеренным расстояниям между устьями скважин вычисляют окончательные координаты устьев скважин, которые записывают в каталог (см. приложение 16).

5.5.12. Маркшейдерская служба УБР в процессе бурения ведет дежурный план расположения устьев и забоев скважин в кусте, передает исполнительный план куста маркшейдерской службе НГДУ.

Маркшейдерская служба НГДУ проверяет исполнительный план куста и с учетом данных промыслово-геофизических исследований скважин ведет каталог координат точек маркирующих горизонтов (приложение 17).

## **5.6. Измерение глубины скважины по стволу**

5.6.1. Глубину скважины по стволу измеряют периодически в процессе ее бурения при отборе керна, производстве каротажа, инклинометрии, измерении температуры, перфорации, отборе грунтов боковыми грунтоносами и других работах в скважине.

Глубину скважины по стволу в процессе бурения, по окончании бурения и при отборе забойных кернов измеряют с помощью бурильных труб, а в остальных случаях – с помощью каротажного кабеля. Глубину скважины величиной до 1000 м целесообразно измерять проекциомером ПМ11 (см. приложение 13).

5.6.2. При измерении глубины скважины с помощью бурильных труб длину буровой колонны определяют как сумму слагаемых для отдельных труб (свеч). Длину трубы (свечи) измеряют при спуске (подъеме) колонны дважды, для чего используют стальную компарированную рулетку длиной не менее 20 м при измерении длины отдельной трубы и 30-40 м при измерении свечи. Если расхождение между двумя измерениями не превышает 1:2000, то за окончательный результат принимают среднее значение длины трубы (свечи). В противном случае измерения повторяют. Результаты измерений каждой трубы (свечи) заносят в буровой журнал.

5.6.3. Контрольное определение глубины скважины производят при инклинометрических измерениях по каротажному кабелю.

Расхождение между результатами измерений, выполненными при определении длины буровой колонны и по каротажному кабелю, не должно превышать 0,001 от измеренной глубины скважины по стволу. Результаты измерений фиксируют в буровом журнале и на каротажной диаграмме.

5.6.4. При измерении глубины скважины по стволу с помощью каротажного кабеля отклонение расстояния между соседними метками, отмеченными на диаграмме, от расстояния между соответствующими метками на кабеле не должно превышать 2 мм в масштабе каротажной диаграммы.

При исследовании скважины в незначительных интервалах глубин на диаграмме должна быть отражена длина кабеля в пределах двух или более меток.

Для контроля измерения глубин по меткам на кабеле следует:

последующий каротаж производить другим кабелем;

при последующем каротаже перекрывать измерениями не менее 50 м ранее прокаротированного участка ствола скважины, а в случае отсутствия на нем четко выраженных аномалий нужно увеличивать интервал перекрытия до появления их. Расхождение в определении глубин между основным и повторным измерениями не должно превышать приведенного в табл. 10 значения:

отмечать на диаграмме положение в стволе скважины башмака обсадной колонны;

на кабеле через 500-700 м закреплять контрольные (сигнальные) метки по обе стороны от основной на расстоянии 1-1,5 м, которые реагируют на диаграммах наряду с основными;

сопоставлять глубины, полученные по каротажному кабелю и бурильной колонне.

Таблица 10

Глубина скважины по стволу, км	Допустимое расхождение, м
До 1	1,0
1 – 2	1,5
2 – 3	2,0
3 – 4	2,5
4 – 5	3,0
5 – 6	4,0
Свыше 6	5,0

5.6.5. Погрешности измерения глубин по меткам на каротажном кабеле определяют по результатам двойных независимых измерений (в одних и тех же условиях, но с помощью

разных кабелей) на перекрытых каротажем участках ствола скважины. Расхождение в определении одной и той же глубины не должно превышать значений, указанных в табл.10.

5.6.6. Среднюю квадратическую погрешность измерения глубин для площади, залежи или месторождения вычисляют по разностям двойных измерений.

5.6.7. При инклинометрических измерениях по каротажному кабелю необходимо соблюдать следующие требования:

- обеспечивать соответствие диаметра ролика блок-баланса, установленного на столе ротора, типу каротажного кабеля;

- обмывать кабель при подъеме его из скважины;

- при работе зимой следить, чтобы в желобе блока не образовывалось обледенение.

5.6.8. Если не выдерживаются требования “Инструкции по проведению инклинометрических исследований в скважинах”, необходимо при наличии закономерностей в результатах измерений по счетчику и меткам на каротажном кабеле вводить поправки в показания счетчика.

При отсутствии закономерностей в изменении расхождений между показаниями счетчика и результатами измерений по меткам на кабеле необходимо исправить или заменить счетчик, после чего измерения повторить.

## **5.7. Работы при проводке ствола скважины по проектному профилю**

5.7.1. Маркшейдерские работы при проводке ствола скважины по проектному профилю включают:

- задание направления стволу скважины;

- ориентирование отклонителя;

- проверку текущего положения оси скважины в пространстве (в процессе ее проводки);

- проверку отклонения оси ствола скважины от проектной трассы.

5.7.2. Перед заданием направления стволу скважины необходимо проверить компоновку низа бурильной колонны, предназначенной для искривления ствола скважины, а также результаты инклинометрических измерений ранее пробуренного участка ствола скважины.

У низа бурильной колонны проверяют:

- соответствие геометрических размеров компоновки проектным;

- наличие на вогнутой стороне образующей отклоняющей компоновки рисков, указывающих действие отклонителя;

- соответствие направления магнита в магнитном переводнике с плоскостью искривления отклонителя;

- нанесение меток на замках труб по одной образующей. При этом метки должны быть нанесены с точностью  $\pm 0,001$  м/0°30'.

Разбивку и закрепление ориентирного направления скважины производят в соответствии с требованиями п.5.5.4.

5.7.3. Работу по ориентированию отклонителя выполняют в следующем порядке:

- определяют положение плоскости действия отклонителя относительно плоскости ориентирного направления (при несовпадении их);

- определяют угол поворота отклонителя;

устанавливают отклонитель в заданном направлении;

проверяют правильность установки отклонителя.

Расчеты по установке отклонителя заносят в журнал.

5.7.4. При забурировании наклонного ствола из вертикального участка скважины глубиной до 250 м для определения положения отклонителя используют способ ориентированного спуска инструмента (РД 39-2-810-83, Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин, - М., 1983).

5.7.5. Текущий контроль пространственного положения оси ствола бурящейся скважины осуществляют в соответствии с регламентом на бурение скважины, при этом во внимание принимаются следующие основные факторы: форма траектории оси ствола скважины; геологическое строение района работ; метод бурения ствола скважины и конструкция бурового инструмента; проходка на долото; конструкция скважины.

5.7.6. При длине вертикального участка ствола скважины под кондуктор до 200 м первые инклинометрические измерения проводят после его проходки.

5.7.7. Первое измерение при забурировании наклонного участка ствола нужно проводить после проходки интервала, на котором угол отклонения от вертикали увеличивается до 4-5°.

Если в результате первого измерения наклонного участка ствола нет необходимости изменять ориентирный угол, то последующие измерения проводят через интервалы 100-150 м (через одно-два долбления).

5.7.8. При изменении азимута геометрические параметры направления скважины нужно измерять через 25-30 м (после каждого рейса) до тех пор, пока ствол не будет выведен на нужное направление.

5.7.9. При бурении прямолинейного наклонного участка ствола с применением стабилизирующих устройств интервалы между измерениями следует назначать в зависимости от геологического строения района. Если геологические условия таковы, что азимут наклонного ствола резко не меняется в зависимости от проходимых пород, измерения можно проводить через 100-150 м проходки.

Если же естественные условия искривления способствуют резкому изменению азимута, то интервалы между измерениями должны быть сокращены, а при очень неблагоприятных условиях следует ограничить величину рейса.

5.7.10. На интервалах уменьшения угла отклонения от вертикали инклинометрические измерения выполняют после каждого рейса с шагом, регламентируемым Инструкцией по инклинометрии. Если проходка на долото меньше или равна шагу измерений, то последний уменьшается в два раза.

5.7.11. Окончательные инклинометрические измерения в открытом участке ствола по всему интервалу производят в обязательном порядке перед спуском обсадной колонны. Шаг измерений при этом принимают в соответствии с Инструкцией по инклинометрии.

5.7.12. При инклинометрических измерениях участков ствола скважины в процессе его проходки точки перекрытия принимают в соответствии с Инструкцией по инклинометрии.

## **5.8. Контроль за положением оси ствола скважины в пространстве**

5.8.1. Фактическая траектория оси ствола скважины всегда будет отличаться от проектной. Допустимые отклонения устанавливают с учетом требований разработки месторождений, бурения скважин и их эксплуатации.

5.8.2. Проект (технологическая схема) разработки месторождения предусматривает для каждой скважины определенную точку вскрытия продуктивного горизонта. При этом допускается некоторое отклонение этой точки от проектного положения, учитывающее геологическое строение разбуриваемой площади (месторождения), физику пласта, технологические факторы бурения, погрешности проводки скважины и определения ее пространственного положения.

5.8.3. Для оптимальных условий бурения и эксплуатации скважин необходимо учитывать угол общего искривления оси ствола скважин (угол смежности), интенсивности искривления ствола (отношение общего искривления в градусах к длине интервала скважины, выраженной в десятках метров). Угол искривления  $\varphi_i$  определяют из выражения:

$$\varphi_i = \arcsin \left( \sin \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{2} + \sin^2 \frac{\alpha_i - \alpha_{i-1}}{2} \times \sin \theta_{i-1} \times \sin \theta_i \right)^{\frac{1}{2}},$$

а погрешность угла  $\varphi_i$  находят по формуле:

$$m_{\varphi_i} = \frac{\sqrt{2}}{\sin \varphi_i} \left( m_{\theta}^2 \times \sin^2(\theta_i + \theta_{i+1}) \times \sin^4 \frac{\alpha_i - \alpha_{i-1}}{2} + m_{\theta} \times \sin^2(\theta_i - \theta_{i-1}) \times \right. \\ \left. \times \cos^4 \frac{\alpha_i - \alpha_{i-1}}{2} + m_{\alpha}^2 \times \sin^2(\alpha_i - \alpha_{i-1}) \times \sin^2 \theta_{i-1} \times \sin^2 \theta_i \right)^{\frac{1}{2}},$$

где  $m_{\theta}$  - средняя квадратическая погрешность определения угла отклонения оси ствола скважины от вертикали;  $\theta_i$ ,  $\theta_{i-1}$  и  $\alpha_i$ ,  $\alpha_{i-1}$  - соответственно углы отклонения оси ствола скважины от вертикали и азимуты вертикальной плоскости в начале и в конце интервала измерений;  $m_{\alpha}$  - средняя квадратическая погрешность определения азимута.

5.8.4. Допустимые величины отклонений точек вскрытия пласта скважиной от их проектного местоположения по каждому продуктивному горизонту определяют исходя из параметров, приведенных в табл. 11.

Таблица 11

Глубина добы- вающих сква- жин, Н, м	Платформенные области			Складчатые области		
	Расстояние S между сква- жинами, м	Допустимые отклонения		Расстояние S между сква- жинами, м	Допустимые отклонения	
		в % от S	в метрах		в % от S	в метрах
До 2000	200	10	20	135	15	20
2000-2500	250	12	30	150	20	30
2500-3000	267	15	40	160	25	40
более 3000	250	20	50	167	30	50

Примечание. Допустимые значения горизонтальной проекции отклонения забоя скважины от устья для разведочных скважин складчатых областей составляет 1 и 5% для опорных и поисковых скважин платформенных и складчатых областей, соответственно. При S и Н больше указанных в настоящей таблице горизонтальная проекция отклонения конечного забоя от устья скважины не должна превышать 50 м.

Для расстояний между местоположениями точек вскрытия менее указанных в табл. 11 допуски установлены исходя из предельных значений погрешностей применяемых в настоящее время технических средств и методики инклинометрических измерений.

5.8.5. При определении расстояний между проектными и фактическими точками вскрытия пласта вводят поправку за наклон, если фактические углы наклона и расстояния больше указанных в табл. 12.

Таблица 12

Минимальный угол наклона пласта, град (°)	Масштаб карты разреза	Минимальное расстояние между точками вскрытия пласта, м
10	1:10 000	135
15	1:25 000	135
15	1:50 000	300

5.8.6. Рекомендуемые методы вычислений координат оси ствола скважины по данным дискретной инклинометрии, а также определения погрешностей положения характерных точек оси ствола скважины приведены в приложении 18.

5.8.7. В качестве критерия оценки положения характерной точки оси ствола скважины принята средняя квадратическая погрешность, аналитические и номограммные методы определения которой даны в приложении 18.

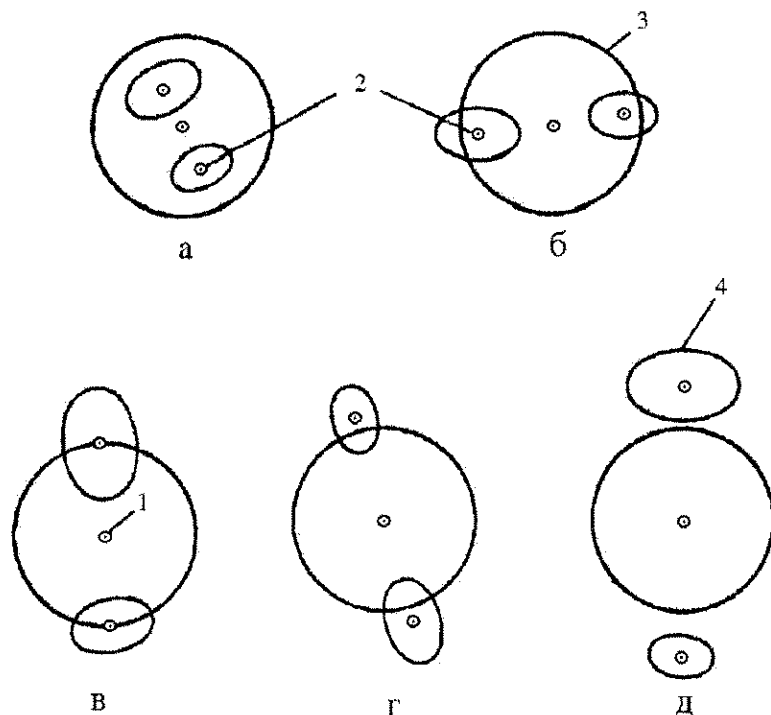
Оценивать положение характерной точки оси ствола скважины можно также на плоскости и в пространстве через эллипс и эллипсоид погрешностей, соответственно.

5.8.8. Для сравнения фактического положения характерной точки оси ствола скважины с проектным ее положением необходимо иметь дежурный план проводки скважины в масштабе 1:500-1:2000, на котором изображена проектная и строится фактическая трассы оси ствола скважины.

Вокруг проектного положения характерной точки радиусом  $R$ , равным значению допуска, в соответствующем масштабе строят окружность.

Точку фактического местоположения накрывают эллипсом погрешностей. При этом может быть один из пяти приведенных на рис. 1 случаев:





**Рис. 1. Возможные случаи попадания характерной точки  
оси ствола скважины в заданную зону допуска:**

1 – проектное местоположение характерной точки; 2 – возможное фактическое местоположение характерной точки; 3 – граница зоны допустимого отклонения возможного фактического местоположения характерной точки; 4 – эллипс погрешностей, накрывающий фактическое местоположение характерной точки в плане с доверительной вероятностью 0,95

эллипс погрешностей находится в пределах границы допуска (рис. 1, а);

характерная точка находится внутри границы допуска, а эллипс погрешностей частично выходит за пределы допуска (рис. 1, б);

характерная точка находится на линии, обозначающей границы допуска, а 50% площади эллипса погрешностей выходят за пределы допуска (рис. 1, в);

характерная точка находится за пределами допуска, но какая-то часть эллипса погрешностей (менее 50%) накрывает допуск (рис. 1, г);

эллипс погрешностей находится за пределами границы допуска (рис. 1, д).

5.8.9. В первом случае можно констатировать, что характерная точка попала в зону, предусмотренную проектом работ, и работу по проводке скважины оценивают на “отлично”.

При ситуации два работу по проводке скважины оценивают на “хорошо”.

При ситуации три работу по проводке скважины оценивают на “удовлетворительно”.

При ситуациях четыре и пять скважину в эксплуатацию не принимают. Положение оси ствола скважины в пространстве необходимо исправить.

5.8.10. Оформление результатов измерений, вычисление окончательных координат и определение погрешностей измерений, а также выдачу материалов заказчику должны производить в соответствии с требованиями Инструкции по инклинометрии.

5.8.11. При кустовом бурении запрещается начинать строительство очередной скважины, если на предыдущую отсутствуют данные по пространственному положению ее ствола.

## **5.9. Контроль за результатами инклинометрических измерений**

5.9.1. Главный (старший) маркшейдер нефтегазодобывающего управления совместно с представителем ведомственной геофизической метрологической службы один раз в квартал проводит контроль журналов поверки инклинометров.

Поверку точечных инклинометров производят специальные лаборатории по ремонту промыслово-геофизического оборудования и аппаратуры.

5.9.2. Главный (старший) маркшейдер нефтегазодобывающего управления проводит один раз в квартал выборочный контроль журналов инклинометрических измерений и материалов вычисления координат с оценкой погрешностей определения пространственного положения точек оси ствола скважин.

5.9.3. Не реже одного раза в год выборочный контроль работ по определению пространственного положения оси стволов скважин осуществляет комиссия, возглавляемая главным маркшейдером объединения, с обязательным присутствием представителя геофизического подразделения, выполнявшего инклинометрию скважин, и технологической службы бурения объединения.

5.9.4. При контроле журналов измерений и материалов обработки результатов инклинометрии проверяют соблюдение методики измерений, установленной Инструкцией по инклинометрии и настоящей Инструкцией. Особое внимание следует уделить выявлению систематических приборных погрешностей по результатам двойных измерений в точках перекрытия интервалов измерений.

5.9.5. Результаты контроля оформляются актом, в котором отмечают нарушения требований настоящей Инструкции, а также Инструкции по инклинометрии и Инструкции по бурению наклонно-направленных скважин. Акты проверок направляют объединению, геофизической конторе, главному маркшейдеру объединения, нефтегазодобывающему управлению.

## **6. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ В ПРОМЫСЛОВОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **6.1. Перенесение в натуру осей зданий и сооружений**

6.1.1. В состав маркшейдерских работ по перенесению в натуру осей зданий и сооружений входят:

сбор и анализ имеющихся маркшейдерских и топографо-геодезических материалов, данных прошлых лет;

аналитическая подготовка проекта перенесения;

создание разбивочной основы;

детальная разбивка осей зданий и сооружений.

6.1.2. Сбор и анализ имеющихся маркшейдерских и топографо-геодезических материалов для перенесения в натуру осей зданий и сооружений, материалов исполнительных съемок, а также их учет и хранение выполняет маркшейдерская служба НГДУ.

6.1.3. Подготовку проекта перенесения, создание геодезической разбивочной основы производит маркшейдерская служба НГДУ или подрядные организации по заказу НГДУ.

Детальную разбивку осей зданий и сооружений, геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ, контроль точности перенесения проекта строительства в натуру, исполнительные съемки производят организации, ведущие строительство.

6.1.4. Подготовку проекта перенесения выполняют в полевых и камеральных условиях: производят корректуру топографических планов и досъемку текущих изменений, изучают строительные и разбивочные чертежи, проверяют взаимную увязку размеров в плане и по высоте. При необходимости составляют дополнительные разбивочные чертежи.

Элементы перенесения проекта в натуру (размеры, длины линий, значения углов, превышения) должны определяться аналитическим способом.

6.1.5. Плановую геодезическую разбивочную основу создают в виде:

пунктов, координаты которых определены спутниковыми технологиями;

полигонометрических и теодолитных ходов;

сетей триангуляции и трилатерации;

строительной сетки с размерами сторон от 50 до 200 м в зависимости от плотности застройки;

непосредственного определения на местности и закрепления основных осей (для строительства отдельных зданий на застроенной территории).

6.1.6. Высотную геодезическую разбивочную основу создают путем проложения ходов технического нивелирования. В качестве исходных принимают не менее двух реперов государственной нивелирной сети.

6.1.7. Разбивочный чертеж является основным документом для перенесения проекта в натуру. На нем должны быть указаны основные проектные оси и их нумерация; исходные геодезические пункты; значения линейно-угловых величин, необходимых для перенесения проекта в натуру.

6.1.8. Перенесение в натуру проектных точек от исходных пунктов выполняют способами прямоугольных и полярных координат, угловых, линейных и створных засечек,

редуцированием, способом свободной станции. Точность разбивочных работ должна соответствовать требованиям СНиПа 3.01.03.84 "Геодезические работы в строительстве".

Технические средства и способы выполнения геодезических разбивочных работ следует выбирать с учетом условий обеспечения требуемой точности.

6.1.9. Основные оси зданий и сооружений закрепляют за пределами зданий строительства знаками долговременного сохранения (деревянными столбами, железобетонными монолитами и др.), а в пределах строительной площадки – гвоздями на строительной обноске.

6.1.10. Высотную разбивку элементов зданий и сооружений выполняют геометрическим нивелированием. Количество реперов, от которых выполняют передачу высот, должно быть не менее двух.

6.1.11. Разбивку промежуточных осей зданий и сооружений выполняют путем непосредственного отложения прямых углов и расстояний от основных осей.

6.1.12. По окончании геодезических разбивочных работ составляют и передают в маркшейдерскую службу НГДУ следующие материалы: схему геодезической разбивочной сети; исполнительные чертежи расположения осей; журналы измерений; результаты контрольных измерений; ведомости вычисления координат и высот; каталог координат и высот пунктов, закрепляющих оси; акты сдачи пунктов на наблюдение за сохранностью; пояснительную записку (при необходимости).

6.1.13. При передаче объектов строительства другой строительной организации копии материалов передают по акту.

## **6.2. Перенесение в натуру трасс линейных сооружений**

6.2.1. Трассы линейных сооружений, вынесенные в натуру при инженерных изысканиях, подлежат восстановлению перед началом строительных работ. При этом выполняют:

- изучение проекта трассы линейного сооружения;

- инструментальное восстановление закрепительных знаков трассы, пикетажа с контрольным промером длин линий, измерением углов поворота и разбивку главных точек кривых;

- контрольное нивелирование (при необходимости) с дополнительным сгущением сети строительных реперов;

- установку выносных знаков за пределами зоны земляных работ.

6.2.2. Инструментальное восстановление оси линейного сооружения производят путем проложения теодолитных, тахеометрических ходов или методами электронной тахеометрии, прямоугольных, полярных координат, линейно-угловых засечек, свободного стационарирования. Вершины углов поворотов трассы после их восстановления привязывают промерами не менее чем к трем ближайшим четким элементам ситуации.

6.2.3. При разбивках главных точек круговых и переходных кривых в натуру выносят начало, середину и конец кривой, а также начало и конец переходных кривых.

6.2.4. Точность угловых и линейных измерений должна обеспечивать перенесение оси сооружения в допусках, обусловленных проектом. В случае, когда допуски в проекте не приводят, допустимые величины невязок в геодезических ходах при восстановлении трасс

линейных сооружений следует принимать согласно требованиям, приведенным в действующих СНиПах.

6.2.5. Превышения между закрепительными знаками трассы определяют техническим нивелированием. При этом в нивелирный ход необходимо включать все углы поворота трассы, пикеты, пересечения автодорог, трубопроводов и др.

6.2.6. Вершины углов поворота трассы, главные точки кривых закрепляют выносными створными знаками, которые устанавливают по два в одну сторону или в разные стороны от оси трассы. Створные знаки следует располагать вне зоны земляных работ, в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность.

6.2.7. Вершины углов поворота трассы, створные точки закрепляют деревянными или железобетонными столбами, стальными трубами и др.

Высота знака над землей должна быть не менее 0,7 м, глубина заложения 0,7-0,8 м, диаметр столба 10-15 см, труб – 50-100 мм. Знаки окапывают кольцевой канавой диаметром 1,0 м и насыпкой кургана высотой 0,3-0,4 м.

6.2.8. Плановое положение закрепленных точек трассы контролируют повторными измерениями. Расхождения между окончательными координатами вершин углов поворота трассы и их проектными координатами, снятыми с плана графически, не должны превышать значений, приведенных в табл. 13.

Таблица 13

Масштаб плана трассы	1:10 000	1:5000	1:2000	1:1000	1:500
Предельное расхождение, м	6,0	3,0	1,2	0,6	0,3

6.2.9. По окончании разбивочных работ составляют исполнительный план трассы, к которому прилагают схему геодезической сети с ведомостями координат пунктов, полевую геодезическую документацию, схему закрепления оси трассы, сличительную ведомость проектных и фактических координат вынесенных точек.

### 6.3. Контроль за снятием, складированием и перемещением грунта

6.3.1. При производстве земляных работ для строительства промышленных, промысловых и гражданских объектов строительная организация должна выполнять сплошной контроль:

размеров площадки, отведенной для строительства объектов;

толщины снимаемого плодородного слоя почвы;

объемов и мест расположения отвалов для временного хранения снятого слоя почвы;

положения и объемов земляных амбаров для отработанного бурового раствора и сточных вод;

размеров обваловки, предохраняющей сток воды.

6.3.2. Маркшейдерская служба при этом выполняет выборочный по количественному или альтернативному признаку контроль указанного в п.6.3.1 перечня путем производства независимой контрольной съемки и сравнения полученных результатов с данными исполнительной съемки, выполненной подрядной организацией, и с данными, заложенными в проекте на строительство объекта.

## 6.4. Контроль за точностью выполнения строительно-монтажных работ

6.4.1. Контроль точности геометрических параметров строительных конструкций и технологического оборудования нефтепромысловых объектов осуществляют сравнением фактических значений ~~них~~ со значениями, установленными в нормативно-технической, технологической или проектной документации.

6.4.2. В процессе строительства следует выполнять входной и приемочный контроль точности.

6.4.3. Геодезический контроль качества ведения строительно-монтажных работ включает:

проверку фактического положения (в плане и по высоте) конструкций зданий и сооружений в процессе их строительства и монтажа;

исполнительную съемку фактического положения смонтированных и постоянно закрепленных конструкций.

6.4.4. Геодезической проверке подлежат все несущие ~~и~~ <sup>и</sup> ограждающие конструкции зданий и сооружений, а также инженерные коммуникации.

6.4.5. Исполнительной съемке подлежат только те конструкции зданий и сооружений, от точности положения которых зависит выполнение требований к точности последующего монтажа. Перечень конструкций, подлежащих исполнительной съемке, устанавливают проектом производства работ.

6.4.6. Фактическое положение конструкций (вертикальность, горизонтальность, соосность и др.) должно определяться строительно-монтажной организацией на всех этапах строительства. Правильность их положения проверяют сопоставлением с размерами и отметками, указанными в рабочих чертежах, и значениями допусков, установленными СНиП 9.03-01-86 "Несущие и ограждающие конструкции".

6.4.7. Контроль планового положения конструкций выполняют непосредственными измерениями расстояний между осями или гранями конструкций, контроль высотного положения – геометрическим нивелированием, а контроль вертикальности – механическим способом (при высоте до 5 м), методом наклонного проектирования, а при высоте более 50 м – приборами вертикального проектирования.

6.4.8. Погрешность геодезических измерений не должны быть более 1/3 значений допусков, предусмотренных СНиПами или техническим проектом.

## 6.5. Исполнительная съемка строительно-монтажных конструкций

6.5.1. Исполнительные геодезические съемки выполняет организация, ведущая строительно-монтажные работы, после окончания каждого этапа работ.

6.5.2. При исполнительной съемке определяют фактическое положение строительно-монтажных конструкций относительно основных осей в плане и по высоте, а также их взаимное расположение.

6.5.3. При исполнительной съемке строительных конструкций определяют:

фактическое положение относительно основных осей в плане и по высоте: оснований под фундаменты стен и колонн; сборных и монтажных фундаментов до их засыпки; различных опор и мест установки конструкций; бетонируемых и заделываемых закладных деталей (анкерных болтов, опорных плит, свай и др.);

взаимное положение геометрических осей технологического оборудования, установленного на фундаментах;

вертикальность сооружений и конструкций.

6.5.4. При исполнительной съемке подкрановых путей определяют:

фактическое расстояние между рельсами в каждом пролете;

отклонение каждого рельса относительно прямой на протяжении всего пути;

разность отметок головок рельс<sup>ов</sup> в пролете, на соседних колоннах и на стыках рельс; смещение оси рельса с осей подкрановой балки.

По результатам исполнительной съемки строят план подкрановых путей и их продольный профиль.

6.5.5. При исполнительной съемке стальных вертикальных цилиндрических резервуаров определяют:

высотные отметки обечайки днища по всей окружности с интервалом через 6 м;

отклонение образующих стенок резервуара на каждом ярусе от вертикали, проходящей через каждую точку нивелирования по обечайке днища;

отклонения наружного контура днища от горизонтальной плоскости и высоты хлопунцов, площадь которых допускается не более 2 м<sup>2</sup>.

6.5.6. При исполнительной съемке подземных коммуникаций устанавливают:

створные точки оси коммуникации (верх прокладки) через 50 м на прямолинейных участках;

углы поворота прокладки, главные точки кривых (начало, середина, конец) при плавных поворотах колодцев, камер;

точки пересечения осей вводов и выводов с наружными границами зданий и сооружений;

центры мест переходов коммуникаций из подземного положения в надземное (кабельные столбы, "стояки" и др.);

точки пересечения оси основной коммуникации с осью присоединения или отвода; оси пересекающих или идущих параллельно и близко к снимаемой прокладке (на расстоянии 2-10 м) подземных коммуникаций;

граничные точки на осях футляров (зенитных кожухов или дюкеров);

здания и сооружения, расположенные на расстоянии до 50 м от трассы.

Кроме того, съемке подлежат (с отражением в исполнительных материалах):

по водопроводным сетям – центры (по оси) стыковых соединений, водомерные узлы, воздушные вантузы, центры оснований водоразборных и питьевых колонок и поливочных кранов, створные краны, задвижки и пожарные гидранты, конус<sup>ы</sup> и заглушки, углы наружных граней упоров и компенсаторов всех видов;

по канализации и водостоку – углы решеток дождеприемников, центры (по оси) стыковых соединений, аварийные выпуски, фильтры и др.;

по тепловым сетям – центры сварных соединений труб, углы компенсаторов, центры подвижных и неподвижных опор, положение обратной трубы на поворотах и в камерах, задвижки и прочие устройства, а также все данные сопутствующего дренажа сети с выпусками в канализацию;

по газовым сетям – центры стыковых соединений, углы наружных граней газорегуляторных пунктов, регуляторы давления, задвижки, гидравлические затворы, конденсационные горшки, контрольные трубки, углы компенсаторов, корпуса и заглушки;

по силовым и кабельным сетям – центры муфт, углы компенсаторов, контуры запасов кабеля, углы фидерных станций и трансформаторных подстанций, киосков и коробок;

по телефонным сетям – центры муфт, углы распределительных коробок, шкафов, щитов, телефонных будок;

на кабельных прокладках, служащих защитой от электрокоррозии подземных сооружений – катодные станции, электродренажные установки, вертикальные блоки, КИПы, контуры анодного заземления с указанием расстояния между электродами, отсасывающие кабели и другие устройства с указанием мест подключения.

При исполнительной съемке коммуникаций определяют высотные отметки: углов поворота (вне колодцев); точек ввода и вывода у наружных граней стен зданий и сооружений; створных точек на прямых горизонтальных участках через 50 м; мест изломов и изгибов (в плане и по высоте); мест присоединений, ответвлений и выпусков; мест перехода коммуникаций из подземного в надземное положение; мест изменения уклонов и сечения коммуникаций; обечайки (кольца) люков колодцев и камер, дна и поверхности замощения возле них; верха труб в колодцах (водо- и трубопроводы); дна лотка в колодцах (входа и выхода), дна труб в выпусках (канализация); поверхности и дна камер, верха входящих и выходящих труб, дна и верха туннелей (теплоснабжение).

В процессе исполнительной съемки устанавливают следующие технические характеристики и параметры:

назначение коммуникации;

материалы и размеры колодцев и камер;

материал и диаметр труб, футляров, дюкеров;

вид, материал и размеры компенсаторов;

материал и толщину изоляции;

вид электрокоррозионной защиты;

тип канала (непроходной, полупроходной, проходной);

номинальное напряжение, число кабелей.

6.5.7. При исполнительной съемке автодорог определяют:

фактические координаты основных точек трассы автодороги (начало и конец трассы, углы поворота);

фактические отметки по оси автодороги;

отметки по поперечникам (ось, граница покрытия, бровка, подножие насыпи, кювет);

отметки по поперечникам, разбитым через 100 м по трассе автодороги и в характерных местах рельефа местности.

6.5.8. По результатам исполнительной съемки составляют исполнительные схемы, которыми подтверждается соответствие фактического положения конструкций размерам и отметкам, указанным в рабочих чертежах.



## 7. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ

### 7.1. Общие положения

7.1.1. Для получения материалов, отображающих пространственное положение и техническое состояние подводных коммуникаций, рельеф подводной и надводной частей перехода, состояние берегоукрепительных сооружений, специализированные подразделения проводят их периодическое обследование.

7.1.2. Обследование технического состояния подводных трубопроводов подразделяют на три класса. Размеры границ съемки и периодичность обследования подводных трубопроводов (табл. 14) зависят от класса обследования и категории участка реки, которую устанавливают в соответствии с табл. 15 по планово-высотным деформациям берегов и русла реки.

Таблица 14

Класс обследования	Периодичность обследования участка реки, категории				Размеры границ съемки
	1	2	3	4	
I	Однократно для составления формуляра подводного перехода магистрального трубопровода				В длину – не менее пяти-кратной ширины (5В*) русла выше створа перехода и не менее 2В ниже створа, в ширину – 300 м от урезов воды вглубь берегов
II	Четыре года	Два года	Два года	Два года	В длину – 2В выше створа перехода и В ниже створа, в ширину – от урезов воды на 50 м дальше ближайшей запорной арматуры, а при ее значительном удалении в ширину – 200 м от урезов воды
III	Ежегодно для всех категорий				В длину – 50 м выше и ниже створов перехода, в ширину – 50 м от урезов воды вглубь берегов

\*В – ширина русла

Таблица 15

Категория участка реки	Плановые деформации, м/год	Высотные, деформации, м/год	Тип руслового процесса
1	Незначительные	1	Малые реки шириной до 50 м с ленточно-грядовым, осередковым или побочным типом руслового процесса; средние и крупные реки ленточно-грядового, побочного типов
2	До 10	1 – 2	Малые, средние и крупные реки ленточно-грядового, побочного типов
3	10-100	1 – 2	Средние и крупные реки с русловым процессом ограниченного и свободного меандрирования, русловая и пойменная многорукавность
4	Более 100	Более 2	Крупные реки всех типов руслового процесса. Горные, предгорные реки и реки с ярко выраженными неустойчивыми руслами. Значительные переформирования дна и берегов могут происходить в короткое время

7.1.3. При недостаточной глубине залегания подводного трубопровода на судоходных и сплавных реках, а также при наличии оголений трубопровода на реках всех категорий дополнительно к обследованию III класса производят водолазное обследование.

7.1.4. Внеочередные обследования выполняют при переформированиях русла реки, вызванных высокими паводками, наводнениями, стихийными бедствиями, строительством новых дюкеров в районе эксплуатируемых переходов.

7.1.5. Перед строительством (капитальным ремонтом), а также при приемке законченного строительства (капитального ремонта) подводного перехода трубопровода назначают дополнительное обследование II класса.

Для определения соответствия выполненных работ требованиям проекта по окончании каждого этапа строительства (капитального ремонта) перехода производят обследование III класса.

7.1.6. Топографические планы масштаба 1:10000-1:5000 прибрежных участков подводных переходов при обследовании I класса получают аэрофототопографическими методами. Рисовку рельефа выполняют в Балтийской системе высот.

Топографическую съемку прибрежных участков, русловой части перехода и подземных подводных коммуникаций при обследовании II, III классов выполняют наземными методами.

## 7.2. Планово-высотное обоснование

7.2.1. Плановую и высотную геодезические сети на подводных переходах развивают от пунктов и реперов Государственной геодезической сети в соответствии с разделом 3 настоящей Инструкции.

Самостоятельные плановые геодезические сети подводных переходов разрешается создавать в том случае, если на расстоянии до 5 км от перехода отсутствуют пункты государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения.

7.2.2. Координаты пунктов самостоятельной геодезической сети вычисляют в условной системе координат, с произвольным началом и направлением оси абсцисс  $X$  вдоль направления хода продукта транспортировки.

Азимут исходной стороны определяют из астрономических наблюдений или при помощи гиротеодолита со средней квадратической погрешностью не более  $1'$ . В отдельных случаях разрешается ориентирование исходной стороны выполнять с помощью буссоли.

7.2.3. На подводных переходах магистральных трубопроводов независимо от ширины реки в межень необходимо закладывать следующее количество строительных реперов:

на односторонних переходах – два репера (по одному на каждом берегу);

на двусторонних переходах – четыре (по два на каждом берегу).

7.2.4. Строительные реперы закладывают за пределами коридора магистрального трубопровода в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность. Реперы следует закладывать на коренных берегах, выше границ высоких вод, в местах, не подверженных размыву, оползням, другим смещениям грунта.

На участках затапливаемых речных долин допускается установка строительных реперов на расстоянии не менее 200 м от руслового берега.

Закладка строительных реперов на пахотных землях, а также в пределах охранных зон электрических кабелей, других подземных сооружений не допускается.

7.2.5. В качестве строительных реперов применяют грунтовые знаки долговременного закрепления, заложенные под бур или вручную на 0,5 м ниже глубины промерзания, но не менее, чем на глубину 1,2 м, а также металлические костыли или штыри, забитые в стены зданий и сооружений, анкерные болты, другие характерные устойчивые точки сооружений.

7.2.6. Все строительные реперы включают в плановую геодезическую сеть перехода. Каждый репер должен быть привязан промерами не менее, чем к трем характерным контурным точкам местности и к ближайшей нитке трубопровода.

7.2.7. Проектно-изыскательские организации после завершения работ по созданию планово-высотного обоснования подводного перехода трубопровода обязаны сдать по акту закрепительные знаки и строительные реперы представителю районного трубопроводного управления. К акту сдачи-приемки прилагается следующая техническая документация:

план землепользований в масштабе 1:10000-1:25000 на район подводного перехода и прилегающей к нему территории с нанесенными на нем закрепительными знаками и реперами;

схема подводного перехода трубопровода в масштабе 1:2000-1:5000 (в зависимости от ширины водной преграды) с нанесенными закрепительными знаками и реперами;

карточки закладки строительных реперов;

каталоги координат и высот строительных реперов и знаков долговременного закрепления точек съемочных сетей. Координаты в каталогах приводят в условной системе координат, высоты – в Балтийской системе высот.

7.2.8. На участках подводных переходов магистральных трубопроводов для обеспечения подводно-технических работ после окончания строительства перехода производят установку осевых закрепительных знаков.

Осевые закрепительные знаки устанавливают на каждом трубопроводе, строго над ним, на разных берегах, непосредственно у руслового берега реки или в других удобных для створных наблюдений местах.

В качестве осевых применяют типы знаков долговременного закрепления съемочных сетей. Осевые закрепительные знаки включают в съемочную сеть подводного перехода трубопровода.

7.2.9. Осевые закрепительные знаки устанавливают в присутствии представителя районного трубопроводного управления. Закрепительные знаки в охранной зоне трубопровода следует закладывать вручную. Применять при этом механические средства запрещается.

### 7.3. Промер глубин

7.3.1. Промер глубин на участках подводных переходов трубопроводов выполняется для получения крупномасштабного плана донного рельефа, который совместно с планом береговых участков составляет общий план подводного перехода; общей оценки технического состояния подводного перехода; изучения причин происходящих русловых деформаций; разработки проектов капитального ремонта трубопровода.

7.3.2. Масштабы топографической съемки участка подводного перехода трубопровода, вертикальные масштабы профилей принимают в зависимости от ширины реки в межень по зеркалу воды в створе перехода (табл. 16).

Таблица 16

Ширина реки, м	Масштаб съемки	Вертикальный масштаб профилей
До 100	1:500	1:100
100 – 1000	1:1000	1:100
1000 – 2000	1:2000	1:100 – 1:200
свыше 2000	1:2000 – 1:5000	1:100 – 1:200

7.3.3. Рельеф донной части русла реки изображают горизонталями в Балтийской системе высот. При топографических съемках русла реки в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 принимают высоту сечения рельефа 0,5 м, при съемке в масштабе 1:5000 и 1:10000 – 0,5-1,0 м.

7.3.4. В состав промерных работ входят: наблюдение за рабочим уровнем воды, непосредственное выполнение промера глубин, определение планового положения промерных точек, определение инженерно-геологических характеристик ~~данного~~ грунта по створу перехода.

7.3.5. Наблюдения за рабочим уровнем воды заключаются в определении отметки мгновенной уровенной поверхности (рабочих уровней), относительно которой производят промер глубин и вычисление отметок дна водосема. Отметки рабочих уровней определяют путем нивелирования уреза или при помощи временных водомерных постов, устанавливаемых на участке подводного перехода на период промерных работ.

Отметки нуля водомерной рейки (верха свай) определяют техническим нивелированием от ближайших строительных реперов подводного перехода.

7.3.6. Промер глубин производят из судна, движущегося по галсам. По отношению к динамической оси потока галсы могут быть поперечные, косые, продольные, криволинейные. Во время ледостава промерные линии разбивают непосредственно на льду.

7.3.7. Промер глубин разделяют на облегченный, подробный и специальный. Каждому из этих промеров соответствует своя частота галсов и промерных точек.

Облегченный промер выполняют за пределами коридора подводного перехода при обследовании I и II классов. В пределах коридора подводного перехода трубопровода независимо от класса обследования выполняют подробный промер. Специальный промер выполняют по створу трубопровода при всех классах обследований только в местах открытых трубопроводов, на участках их провисания, а также на всех этапах строительства (реконструкции) подводного перехода трубопровода. При исполнительной съемке построенного трубопровода по створу перехода выполняют подробный промер.

7.3.8. Расстояния между галсами и промерными точками зависят от вида промера и ширины зеркала водоема (табл. 17).

Таблица 17

Ширина зеркала водоема, м	Облегченный промер		Подробный промер		Специальный промер	
	Расстояние между галсами, м	Расстояние между про- мерными точками, м	Расстояние между галсами, м	Расстояние между про- мерными точками, м	Расстояние между галсами, м	Расстояние между про- мерными точками, м
До 50	20	5 – 10	10	5	5 – 10	2 – 5
50 – 100	40	10 – 20	10	5	5 – 10	2 – 5
100 – 1000	100	40	20	10	10 – 20	5 – 10
1000 – 2000	100 – 200	100	40	20	20 – 40	10 – 20
Свыше 2000	200 – 400	200	100	40	40 – 80	20 – 40

7.3.9. Для равномерного покрытия всей площади русла промерными точками в основном прокладывают поперечные галсы, которые располагают параллельно направлению оси трубопровода. На берегу направления галсов закрепляют створными знаками, на воде – буями. Створы определяют путем проложения вдоль берега теодолитного хода.

7.3.10. Косые галсы прокладывают под углом к динамической оси потока при больших скоростях течения, когда трудно выдержать прямолинейное движение судна на поперечных галсах.

Радиальные галсы прокладывают на крутых поворотах русла реки. Углы между ближайшими направлениями галсов рассчитывают таким образом, чтобы расстояние между наиболее удаленными от полюса точками не превышало заданного междугалсового расстояния на прямолинейном участке реки.

7.3.11. Промер по продольным галсам (вдоль оси потока) выполняют в случае проведения облегченного промера для определения характера рельефа дна; при изучении русловых процессов; на отдельных участках водотоков с большими скоростями течения; как дополнительный или контрольный галс; при определении участков незасыпанных (незамытых) траншей и оголенных или провисающих участков трубопроводов путем использования эхолотов с непрерывной регистрацией глубин на батиграмме; при контроле за проведением работ по засыпке оголенных участков трубопроводов и замыву траншей.

7.3.12. На реках с сильным течением прокладывают галсы маятниковым способом: промерное судно движется по криволинейным галсам, близким к дуге окружности, радиус которой определяется длиной вытравленного троса, стоящего на якорю судна. Междугалсовые расстояния при маятниковом способе определяются длиной вытравленного троса.

7.3.13. На водоемах шириной до 300 м при отсутствии судоходства допускается производить промеры по размеченному тросу, натянутому под заданным углом к оси потока.

7.3.14. Независимо от способов проложения промерных галсов межгалсовые расстояния при подробном промере не должны превышать 2 см в масштабе создаваемого плана.

Промерные створы закрепляют на берегу (на воде) створными знаками (буями), расстояние между которыми должно быть не менее 4% расстояния от переднего знака до конца галса, а также задают при помощи лазерного визира.

7.3.15. Техническими средствами измерения глубин на участках подводных переходов трубопроводов должны быть откомпарированные эхолоты с самописцами или эхолоты с цифровой индикацией для измерения глубин от 1 м и более, ручные лоты – для глубин от 2 до 20 м и наметки – для глубин до 5 м.

Ручные лоты можно применять при отсутствии сильных течений и при промере со льда.

Наметки используют на мелководных участках, где применение эхолотов невозможно из-за наличия водорослей, пузырьков воздуха и т.п.

Значения измеренных эхолотом глубин должны быть исправлены суммарной поправкой эхолота и поправкой за изменение рабочего уровня. Погрешность измерения глубин в зависимости от гидрологических характеристик водоемов определяют техническим проектом.

7.3.16. Определение планового положения движущегося по галсу судна выполняют следующими способами по створу и засечке с берега одним прибором; прямыми засечками с берега двумя приборами; непосредственно по размеченному створу.

Плановое положение стоящего на якорях судна, кроме перечисленных способов, определяют способами полярных координат, свободной станции при помощи электронного тахеометра, установленного на берегу, и отражателя, установленного на судне.

Промер со льда выполняют в период ледостава сразу после разбивки створов для устранения погрешностей, вызванных подвижками льда в зоне работы ГЭС. Плановое положение промерных точек определяют путем проложения теодолитных ходов или геодезическими засечками.

Целесообразность применения того или иного способа определения планового положения промерных точек определяют на основе расчета их средних квадратических погрешностей, которые не должны превышать 1,5 мм в масштабе создаваемого плана.

При предрасчете средней квадратической погрешности определения планового положения промерной точки принимают среднюю квадратическую погрешность поперечного направления (мензульная засечка) на движущийся катер равной 7', а средние квадратические погрешности измерения углов теодолитами (прямая угловая засечка) - 1'. Угол пересечения направлений засечек допускается в пределах 30-150°.

#### **7.4. Перенесение в натуру проектов капитального ремонта подводных переходов трубопроводов**

7.4.1. Перенесение в натуру проектов ремонта подводных переходов трубопроводов выполняет маркшейдерская служба специализированных организаций на основании договора, заключенного с заказчиком.

7.4.2. При перенесении в натуру проектов капитального ремонта подводных трубопроводов на водной поверхности буями отмечают проекции точек или непосредственно выводят земснаряд, крановое судно с конструкциями и оборудованием на проектные точки.

Если ремонт трубопровода проводят на протяжении свыше 5 м, то выставляют группу буюв, определяющих плановое положение участка ремонта подводного трубопровода. Буями также намечают границы участка подводно-технических работ, близлежащие трубопроводы и сопутствующие коммуникации.

7.4.3. До начала разбивочных работ производят водолазное обследование участка ремонта и выполняют крупномасштабную съемку русла реки в районе ремонта с целью исследования состояния русла реки, трубопроводов и сопутствующих коммуникаций, а также для определения объема предстоящих земляных подводных работ.

7.4.4. Перенесение в натуру проекта ремонта участка трубопровода производят по разбивочному чертежу (выкопировка с плана), на котором должны быть изображены пикетное значение начальной и конечной точек участка трубопровода, подлежащего ремонту; координатная сетка; створные знаки, строительные реперы, другие точки геодезической сети, которые закреплены долговременными знаками; проектные глубины реки (водоема) в местах ремонта; расстояние между запорной арматурой трубопровода, расположенной на разных берегах; расстояние к ближайшим параллельным трубопроводам и сопутствующим коммуникациям.

На выкопировке с плана также должны быть даны дополнительные сведения: согласование проекта ремонта трубопровода с руководителями организаций, производящих эксплуатацию трубопровода и сопутствующих коммуникаций, а также других заинтересованных организаций; даты начала и окончания ремонтных работ.

Выкопировка должна быть подписана маркшейдером и руководителем организации, осуществляющим ремонт трубопровода.

7.4.5. Предельные погрешности вынесения в натуру проектных точек относительно пунктов планов геодезической сети не должны превышать 1,0 м.

7.4.6. Вынесение в натуру проектных точек осуществляют по створу и прямым засечкам с берега одним теодолитом; прямыми засечками с берега двумя теодолитами; непосредственной разбивкой проектных точек со льда; способом полярных координат или способами свободного stationирования при помощи электронного тахеометра, установленного на берегу, а отражателя – на плавсредстве.

7.4.7. Перенесение в натуру проекта ремонта трубопроводов в районе крупных подводных переходов оформляется составлением акта.

Акт подписывают маркшейдер и представитель организации – заказчика, осуществляющий ремонт трубопровода.

7.4.8. В процессе и по завершении работ по перенесению в натуру проекта ремонта трубопровода составляют следующие материалы: выкопировку с плана подводного перехода с нанесением вынесенных в натуру проектных точек; исполнительную съемку; план масштаба 1:500 – 1:2000 в зависимости от ширины реки, продольный профиль трубопровода и картограмму выполненных подводных земляных работ; полевые журналы и ведомости камеральной обработки; акт сдачи заказчику выполненных маркшейдерских и геодезических работ; пояснительную записку.

## 8. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ НА МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

### 8.1. Общие положения

8.1.1. Маркшейдерское обеспечение морских работ при поисках, разведке, добыче и транспортировке нефти и газа осуществляют в соответствии с требованиями действующих Ведомственных строительных норм (ВСН) и настоящей Инструкции.

8.1.2. Целью проводимых работ на морском нефтегазовом промысле является:  
вынос в натуру осей и точек проектных сооружений;  
вывод плавучих буровых установок в проектные точки бурения;  
обеспечение и контроль строительства морских нефтегазовых промыслов с последующей исполнительной съемкой после завершения строительства;  
наблюдение за деформацией сооружений морских нефтегазовых промыслов.

8.1.3. Основными средствами определения планового положения в море являются спутниковые навигационные системы.

В прибрежных зонах применяют оптические, радиолокационные средства, свето- и радиодальномеры.

8.1.4. Основным средством измерения глубин при топографической съемке морского дна и высотной привязке является эхолот. Малые глубины (до 10 м) допускается измерять лотами.

Средние квадратические погрешности измерения глубин не должны превышать:

- 0,3 м на глубинах до 30 м;
- 1% от измеренной глубины на глубинах свыше 30 м.

8.1.5. Сеть опорных пунктов, используемых для плановой привязки точек на нефтегазовом промысле, составляет опорную морскую геодезическую сеть. Она развивается на побережье, островах, водной поверхности и в толще воды, на морском дне и гидротехнических сооружениях.

Исходными данными для определения планового положения являются координаты опорных наземных и морских пунктов, а также координаты, получаемые при помощи спутниковых технологий.

8.1.6. Систему координат морского нефтегазового промысла устанавливают техническим проектом обустройства.

Отсчетным горизонтом, к которому приводятся все измерения глубин, является нуль глубин. За нуль глубин на непривливаемых морях, а также на приливных морях при средней величине прилива меньшей 50 см принимают средний многолетний уровень. При средней величине прилива, равной и большей 50 см, принимают наинизший теоретический уровень.

### 8.2. Выбор референц-эллипсоида, системы координат и геодезической проекции

8.2.1. Обработку результатов геодезических измерений ведут в системе плоских прямоугольных координат (X, Y) проекции Гаусса, в системе пространственных прямоугольных (X, Y, Z) и географических ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ) координат.



Выбор конкретной системы координат обуславливают видами и содержанием работ, требованиями к отчетной документации и районам производства работ.

8.2.2. Результаты местоопределений на суше, внутренних водоемах, в прибрежной зоне и на шельфе представляют в прямоугольных координатах Государственной системы.

На открытых акваториях морей и океанов определения выполняют в геодезических координатах, отнесенных к поверхности референц-эллипсоида Красовского, или в системе координат WGS-84, отнесенных к поверхности общеземного эллипсоида.

8.2.3. Все результаты определений необходимо приводить к единой Государственной системе координат.

Определение местоположений в других системах координат должно быть обосновано в техническом задании или в проекте производства маркшейдерско-геодезических работ.

8.2.4. Геодезические и маркшейдерские основы, морские карты, топографические планы составляют в проекции Меркатора или в прямоугольной проекции Гаусса.

8.2.5. Основы в проекции Меркатора составляют по стандартным главным параллелям в нарезке, предусмотренной техническим проектом, или в нарезке использованных карт, а в проекции Гаусса – в Международной разграфке или в разграфке, предусмотренной проектом работ.

### **8.3. Плановая привязка объектов и требования к точности их определения**

8.3.1. Плановое положение объектов морского нефтегазопромысла определяют по результатам измерения углов, пеленгов, расстояний, разностей расстояний, их комбинаций, а также по счислению.

8.3.2. Координаты определяемых точек вычисляют на эллипсоиде или на плоскости в зависимости от удалений от береговых станций и требуемой точности определения.

8.3.3. Требования к точности плановой привязки обосновывают техническим проектом производства работ или положениями настоящей Инструкции на каждый вид работ.

8.3.4. При поисках, разведке, добыче и транспортировке нефти и газа на морских промыслах средняя квадратическая погрешность (СКП) определения планового положения объектов не должна превышать 1,0 мм в масштабе отчетной карты (плана).

8.3.5. При работах в сложных гидрометеорологических условиях СКП может быть увеличена до 1,2 мм (при работах на акваториях Арктики и Антарктики до 1,5 мм) в масштабе отчетной карты и обоснована проектом работ.

8.3.6. Средняя квадратическая погрешность определения границ участков горного отвода на шельфе не должна превышать 1,0 мм в масштабе графических приложений к решению об отводе.

### **8.4. Вывод плавучих буровых установок и буровых судов в точки заложения скважин**

8.4.1. Вывод полупогружных (ППБУ), самоподъемных (СПБУ) буровых установок и буровых судов производят на основании технического задания, выданного главным геологом организации-заказчика.

8.4.2. В подготовительный период, перед поисково-разведочным бурением на миллиметровой бумаге составляют планшет в ~~масштабе~~ <sup>масштабе</sup> 1:2000 с нанесенной сеткой географических координат. На планшет наносят проектную точку бурения, а при выводе ППБУ и СПБУ, кроме этого, и точки постановки маркерных буюв.

8.4.3. Буровое судно выводят в точку заложения скважины, а судно-постановщик <sup>в</sup> точку постановки центрального маркерного бую с помощью навигационного комплекса.

8.4.4. После вывода бурового судна, судна-постановщика в заданную географическую точку судно стабилизируют по системе динамического позиционирования, систему спутниковой навигации переводят в режим высокоточного трехмерного определения местоположения судна. На планшет наносят усредненное место судна и определяют азимут и расстояние до заданной точки постановки бурового судна или точки ~~постановки~~ <sup>постановки</sup> бую.

8.4.5. Используя систему динамического позиционирования, буровое судно или судно-постановщик перемещают по заданному направлению на <sup>определенное</sup> по планшету расстояние до проектной точки.

8.4.6. Новое местоположение судна-постановщика снова уточняют.

8.4.7. Если новое место судна-постановщика (с учетом местоположения антенны спутникового приемоиндикатора и точки, с которой производят постановку бую) окажется в пределах 30-~~(н)~~ <sup>(н)</sup>метрового радиуса, в центре которого находится заданная проектная точка постановки одного из центральных буюв, то судно-постановщик ставит буй №1.

8.4.8. Выставленный буй №1 принимают за исходную точку, относительно которой судно-постановщик выставляет всю серию буюв, используя при этом систему динамического позиционирования, доплер-лаг и радиолокационную станцию. Место установки маркерных буюв наносят на рабочий планшет.

8.4.9. Постановку ППБУ, СПБУ в точку бурения осуществляют относительно системы буюв с постановкой на якорную систему стабилизации бурового судна – путем использования системы динамического ~~позирования~~ <sup>позирования</sup>. Необходимые перемещения выполняют по заданному направлению на определенное по планшету расстояние.

8.4.10. В случае, если точка заложения скважины расположена в зоне действия береговых радионавигационных станций (РНС), вывод осуществляют с помощью бортового ответчика системы РНС по предрасчетным данным.

8.4.11. Новое местоположение ППБУ, СПБУ, бурового судна уточняют и, если новое местоположение скажется в пределах 30-метрового радиуса, в центре которого находится проектная точка, то вывод ППБУ, СПБУ или бурового судна считают законченным.

8.4.12. Окончательные координаты местоположения устья скважины поисково-разведочного бурения определяют спутниковой аппаратурой в режиме "статика".

8.4.13. Вывод ППБУ, СПБУ и бурового судна на точку бурения оформляют актом за подписями начальника бурового комплекса, капитана, ответственного маркшейдера, старшего геолога. К акту прилагают планшет масштаба 1:2000 с нанесенной географической сеткой и фактическим местоположением точки бурения. Оформленный акт передают организации – заказчику.

## 9. ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

9.1. Целью геометризации месторождений углеводородов является информационное графо-аналитическое обеспечение их разведки и промышленного освоения, а также анализа технико-экономической эффективности и совершенствования методов изучения и разработки нефтегазовых залежей.

Геометризация является обязательной и необходимой составляющей всего процесса изучения, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений.

9.2. В результате геометризации на основе современных представлений об образовании месторождений углеводородов и геолого-структурной и промысловой информации создается графо-аналитическая модель залежи. Модель воспроизводит форму и размер залежи, глубину залегания, свойства пород-коллекторов, нефти и газа, а также процессы, вызванные эксплуатацией месторождения. В результате геометризации определяются запасы нефти и газа, ведется учет движения запасов и потерь, оценивается точность определения параметров залежи и запасов.

Геометризация, как методика моделирования залежей, включает изучение и горногеометрический анализ пространственного распределения и изменчивости различных показателей, парагенетических связей и корреляции. При геометризации проводится математическая обработка разведочных и промысловых данных с целью получения достоверных средних и разброса значений эффективной мощности, нефтенасыщенности, проницаемости, пористости и т.д.

Специфика геометризации нефтегазовых залежей, в отличие от геометризации твердых полезных ископаемых, — относительно небольшая изменчивость показателей; ошибки определения линейных параметров залежи в пункте (скважине) значительно меньше расстояния между пунктами; адекватность и уровень соответствия горногеометрической модели реальной залежи и точность моделирования зависит от количества исходных данных, полученных по скважинам; последовательный и поэтапный характер проведения геометризации, учитывающий возрастающее количество исходной информации и детальность изучения при оптимизации последующей разведки и изучения залежи.

9.3. Результатом геометризации и графического моделирования залежи является следующий комплект чертежей.

1. Структурная карта отображает форму залегания и морфологию кровли и почвы залежи посредством изогипс, построенных по абсолютным или условным высотным отметкам соответствующей геологической поверхности. Изогипсами отображаются поверхности напластования, структуры, прослеживаемые по выдержанному (маркирующему) пласту, “реперные” четкие контакты, поверхности стратиграфического несогласия и размылов, экранирующие слои, тектонические нарушения.

Отображение тектонических нарушений зависит от их изученности. По нескольким подсечениям нарушения (минимум по 3-м скважинам) строятся изогипсы сместителя и линии скрещения (обреза) смещенных блоков с поверхностью сместителя. Нередко на структурных картах обозначаются только линии скрещения сместителя с изоповерхностью кровли в висячем и лежащем блоке.

2. Карта изомощностей отображает изменения мощностей в пространстве и является моделью формы и объема залежи.

По карте изомощности продуктивной части пласта-коллектора, насыщенной нефтью или газом, производится подсчет запасов углеводородов. Изомощности конкретных разновозрастных и самостоятельных стратиграфических комплексов пород (свит, серий, ярусов и т.п.) именуются изопакитами.

На картах изомощностей отображаются:  $\frac{1}{2}$  полная геологическая мощность пласта от кровли до почвы;  $\frac{1}{2}$  эффективная мощность части общей мощности с достаточной пористостью и проницаемостью;  $\frac{1}{2}$  нефте(газо)насыщенная мощность. Отмеченные карты строятся как для отдельного прослоя, так и для суммарной мощности нескольких прослоев.

3. Зональные карты строятся по результатам изучения пространственного распространения в мощных пластах – коллекторах зон (интервалов), которые отличаются лито-фациальной особенностью, строением и геолого-промысловыми свойствами. Такие интервалы, например, глинистых непроницаемых пород, выделяются в каждой скважине, а на карте обозначаются границы их распространения по латерали. Оконтуриваются зоны предельных значений коллекторско-фильтрационных свойств пород по пористости, проницаемости, глинистости и т.п. Для наглядности оконтуренные площади обозначаются условными знаками или цветом. На зональных картах отображаются контуры слияния разных зон между собой, граница залежи, и т.п.

4. Карты “нулевой” мощности целесообразно строить при сложном и многопластовом строении залежи, в которой выклинивающиеся прослои залегают наклонно. На карте изображаются границы выклинивания (“нулевой” изомощности) нескольких пропластов или отдельных пластов.

5. Карты пористости и проницаемости пород-коллекторов дополняют комплексную характеристику горногеометрической модели залежи. Изменение пористости и проницаемости изображается изолиниями, построенным традиционными способами по результатам соответствующих определений по скважинам. При ограниченном количестве исходных данных целесообразно выделять условными знаками районы, отличающиеся по величине коллекторско-фильтрационных показателей.

6. Отмеченные в п.п.3-5 построения целесообразно совмещать со структурной картой залежи.

9.4. Геометризацию необходимо проводить для изучения процессов, происходящих в нефтегазовой залежи и налегающей толще в результате извлечения углеводородного сырья и откачки воды, а также мероприятий эксплуатационной технологии. Горногеометрическими построениями отображаются изменения пластового давления, дебита нефти и газа, коэффициента продуктивности, положения контуров нефтеносности и водоносности, положения водно-нефтяного (газового) и газо-нефтяного контактов (ВНК, ВГК, ГНК).

9.5. Последовательная и поэтапная геометризация осуществляется для увеличения и оптимизации изучения:  $\frac{1}{2}$  размера (площади, мощности), формы, строения и нарушенности залежи;  $\frac{1}{2}$  глубины залегания залежи и контролирующей структуры или маркирующего пласта;  $\frac{1}{2}$  положения водно-нефтяного (газового) и газо-нефтяного контактов;  $\frac{1}{2}$  свойств и строения пород – коллекторов (пористости, трещиноватости, проницаемости, нефтенасыщенности, гранулометрического состава, глинистости);  $\frac{1}{2}$  геолого-промысловых данных (пластового давления, дебита, температуры).

На каждом этапе геометризации целесообразно проводить анализ результатов разведки и изучения геологических и промысловых данных. Оценивается точность определений высотных отметок маркирующих и продуктивных горизонтов, поверхностей ВНК, ВГК,

ГНК, интервалов опробования керна, лабораторных испытаний; контролируются результаты геофизического определения эффективной мощности, нефтенасыщения и проницаемости пород.

Поэтапно ~~1 ± 1~~ последовательный характер геометризации и соответствующая трансформация представлений о залежи, ее строении, геолого-промысловых данных позволяют оптимизировать последующую разведку и различные испытания. Наиболее эффективен для этих целей прогнозно-динамический метод геометризации П.А. Рыжова, В.А. Букринского.

9.6. Геометризация на начальном этапе проводится путем сопоставления и прослеживания продуктивных пластов и отдельных прослоев от одного пересечения к другому с последующим оконтуриванием залежи. Данные работы осуществляются с учетом кондиций на величину продуктивной мощности и другие параметры, используемые при подсчете запасов и оценке промышленной значимости залежи по ее размеру и запасам.

Кондиции устанавливаются технико-экономическим расчетом рентабельного дебита скважин для месторождений конкретного типа и региона. На основе установленных корреляций определяется предельная величина проницаемости и пористости, по которым с использованием геофизических измерений определяется кондиционная величина мощности по скважине. На практике используется также интегральный показатель кондиционности, характеризующий произведение эффективной мощности и показателя емкостно-фильтрационных свойств. Высокие кондиционные требования к емкостно-фильтрационным свойствам, а с этим и к величине продуктивной мощности обуславливают более детальное расчленение нефтегазовой залежи по мощности в сечении. Это усложняет корреляцию прослоев по геологическим разрезам.

9.7. Горногеометрическая модель, созданная при геометризации по завершении разведки ~~по~~ результатам опытной эксплуатации, предназначена для составления технологической промышленной схемы и проекта разработки залежи. При этом проводится: 1) корректировка промышленных кондиций мощности, размера и запасов залежи; 2) оценка достоверности средних и изменчивости горногеометрических показателей и геолого-промысловых свойств залежи.

Примерный уровень точности определения параметров залежи платформенного типа и адекватности горногеометрической модели натуре иллюстрируют относительные ошибки (%), приведенные в табл. 18 (нефтеотдача 0,2-0,8).

Таблица 18

Параметры	Размер залежи, запасы, млн т (по ГКЗ)		
	Крупные, более 50	Средние 50 – 10	Небольшие до 10
Площадь	5 – 15	10 – 15	15 – 20
Мощность нефтенасыщенная	5 – 10	7 – 15	10 – 15
Коэффициент пористости	5	7 – 10	5 – 10
Коэффициент нефтенасыщенности	5 – 10	7 – 10	10 – 15
Запасы балансовые	10 – 20	15 – 25	20 – 30

9.8. Эксплуатационная геометризация призвана обеспечивать определение отмеченных в п.9.7 показателей с относительной средней статистической ошибкой (%) для месторождений

✓ платформенного типа: для крупных залежей (запасы более 50 мл<sup>н</sup> т) – не грубее 5%, а запасов – не грубее 10%; для небольших залежей (запасы до 10 мл<sup>н</sup> т) – не грубее 5–10%, а запасов 10–20%.

✓ В результате эксплуатационной геометризации, осуществленной по максимальному количеству информации, создается наиболее адекватная и информативная модель, которая служит основой решения задач эксплуатации, учета движения запасов и оценки достоверности горногеометрических и геолого-промысловых характеристик залежи.

✓ 9.9. Геометризация, как основа моделирования нефтегазовых залежей, осуществляется в проекции с числовыми отметками с отображением формы, структуры залежи, качества углеводородов и промысловых показателей в изолиниях. Широко используются способы построения разрезов, объемных графических моделей, проецирования на наклонную и вертикальную плоскость, а также методы математического (аналитического и цифрового) моделирования с привлечением компьютерных технологий.

Аналитическое описание формы, объема, распределения показателя осуществляется чаще по площади и направлению с помощью регрессионных уравнений и аппроксимирующих полиномов, с использованием математического аппарата теорий случайных функций, конечных элементов, множества, распознавания образа, информатики и др.

Для автоматизированной геометризации нефтегазовых залежей можно использовать компьютерные ГИС – технологии и программное обеспечение ArcInfo, ArcView, GIS фирмы ESRI, AutoCad, MicroStation и т.п. Различные виды горногеометрических построений при создании разрезов, разных проекций, карт, объемных моделей осуществляются традиционными приемами инженерной графики, начертательной геометрии, горной геометрии, геологического картирования. Построения изолиний в проекции с числовыми отметками описаны в учебниках по горной геометрии. Наиболее распространены способы инвариантных линий, треугольников и вертикальных разрезов. Высота сечения (заложения) изолиний не должна быть меньше ошибки определения геометризуемого показателя.

Горногеометрические построения на наклонную и вертикальную плоскость целесообразно проводить для пластов, смятых в складки, или при крутом их залегании.

✓ Высокая наглядность и достаточные метрические качества обеспечиваются построением объемных моделей. Они особенно целесообразны для геометризации сложных складчато-разрывных ловушек нефти и газа, образуемых в геосинклинальных областях. Объемные модели строятся в аксонометрической, аффинной или векторной проекциях, а также в виде блок-моделей (блок-схем), представленных комбинацией геологических разрезов, вырезов и структурной карты продуктивного горизонта. Перспективным является голографическое моделирование с использованием компьютерных технологий. Значительный эффект при объемном моделировании дает использование специальных приборов: аффинографов, аксоноперспектографов и др.

9.10. Структурная карта залежи с ее гипсометрией кровли используется для определения площади нефтеносности путем выделения внешнего и внутреннего контуров. Гипсометрия строится также для поверхности структуры, контролирующей положение залежи, а также для контакта маркирующего пласта, который стратиграфически согласно залегает в непосредственной близости от продуктивного горизонта. Такой прием геометризации применим при высокой разведанности и выдержанности залегания нефтегазовых залежей. Построение гипсометрии структуроконтролирующей поверхности в толще проводится

следующими приемами. Изогипсы нижележащей структурной поверхности можно строить по гипсометрии верхнего, детально разведанного маркирующего пласта с учетом карты (плана) изомощностей разделяющей толщи (способ "графика схождения"). В случае структурного подобия верхних и нижележащих пластов используется "способ нормалей" с его вариантами, описанными в учебниках по горной геометрии.

Форма нефтяной (газовой) залежи и ее элементов на месторождениях геосинклинального типа отличаются сложной морфологией и строением и нарушенным залеганием. В этом случае прослеживание прослоев и построение гипсометрии можно осуществлять с использованием двух "реперных" горизонтов (поверхностей), в качестве которых используются четкие, выдержанные на большой площади слои или контакты и располагаемые сверху и снизу продуктивного горизонта. Осуществлению корреляции прослоев способствует применение "нормированных" разрезов (Якунин И.А., 1977) и "сводно-статистических" разрезов (Бадьянов В.А., 1965).

9.11. В результате геометризации и создания модели залежи решается одна из главных задач – оконтуривание продуктивной ее части по площади (латерали) и по мощности в разрезе. Для оконтуривания строятся карты изменения эффективной мощности.

Простой моделью залежи, которой руководствуются при построениях изомощностей, является однородный монолитный пласт с постепенным изменением мощности и геолого-промысловых свойств. Модель усложняется при расчленении пласта в разрезе и прерывании его по латерали.

При однородной структуре и слитном строении пласта построение изолиний ведется по результатам линейной интерполяции между двумя соседними скважинами. Используются и результаты экстраполяции с соблюдением известных из геометрии недр ограничений.

При сложной структуре пласта, представленного несколькими, в том числе выклинивающимися прослойками или литологическим замещением, интерполяция от одного к другому сечению и построение единой карты изомощности приводит к ошибочному увеличению объема залежи. В этом случае необходимо проводить дифференцированную геометризацию и строить индивидуальные карты изомощности для каждого прослоя. Контур выклинивания каждого прослоя определяется традиционными горногеометрическими приемами оконтуривания линзовидных геологических тел с учетом геологических и морфологических особенностей залежи. По индивидуальным картам изомощности определяется эффективный для нефтенасыщения объем залежи.

Достаточно надежные результаты (подсчета) (эффективного объема) дает подсчет по сводной карте залежей, которая строится как совмещенная из индивидуальных карт прослоев. Построение сводной карты производится известными из горной геометрии графо-аналитическими приемами, в частности, путем "сложения" изоповерхностей. Объем залежи, отображенной в изомощностях, традиционно определяется способом "объемной" палетки Соболевского.

Точность и эффективность геометризации залежи, сложной по структуре и с латеральной неоднородностью ~~залежей~~, зависит от:

- однозначности и достоверности лито-фациальной идентификации пропластков и их корреляции в разрезе;
- точности геофизических и лабораторных определений коллекторско-фильтрационных свойств;



- точности построения геолого-структурной колонки по каждой скважине и геологического разреза по разведочным направлениям, особенно с учетом искривления оси скважин.

При взаимной гидравлической связи прослоев, наряду с основными элементами карты изомагнетности: внешним (нулевым) и внутренним контуром и изолиниями, отображается контур единого водонефтяного контакта и площадь слияния смежных прослоев.

9.12. Геометризацию сложных по строению залежей необходимо проводить с учетом геологической природы прерывистости пласта-коллектора, уменьшения мощности и выклинивания. Прерывистость часто обусловлена замещением состава пород, например песчаник замещается непроницаемыми глинистыми породами. При замещении пород коллектора горногеометрические построения осуществляются линейной интерполяцией на половину расстояния между скважинами с сохранением мощности по последней скважине. Построение гипсометрии и изомагнетностей проводится без деления залежи на отдельные составляющие. Форма и природа границ залежи устанавливаются специалистами - геологами.

9.13. Для комбинированных залежей, сложных по составу и типу углеводородного сырья, целесообразно создавать отдельные горногеометрические модели газовой, газонефтяной, нефтяной и нефтесодержащей зон. Геометризация соответствующих неоднозначных и трудно выделяемых границ должна проводиться с учетом комплекса определений с помощью промысловых испытаний, изучения керна, геофизических исследований.

9.14. Результаты геометризации используются для изучения процессов, происходящих при эксплуатации нефтегазовых залежей. В проекции с числовыми отметками изолиниями отображается изменение пластового давления. Карты пластового давления составляются для отображения:  $\Delta$  начального давления на период вскрытия пласта первыми скважинами;  $\Delta$  текущего давления на определенную дату эксплуатации;  $\Delta$  статического давления в забоях скважин после завершения перераспределения давления и установления статического равновесия;  $\Delta$  динамического давления при стабильно работающих эксплуатационных скважинах. Изменение давления во времени и пространстве отображается рисунком изобар. В некоторых случаях карты изобар составляются при разном режиме откачек.

При геометризации пластового давления необходимо учитывать разную точность исходных значений давления, определяемого с помощью приборов в забое, путем расчета по положению уровня нефти, по давлению газа в устье скважины.

Изолиниями отображаются также и изменения энергетических показателей системы "пласт-коллектор и заполнитель пор". Изменения этих свойств при изменении пластового давления оцениваются по величине коэффициента пьезопроводности, который характеризует проницаемость коллектора с конкретной пористостью и в зависимости от разной сжимаемости жидкости (газа) и породы при перепаде давления на 1 атм.

Геометризация температуры пласта способствует изучению свойств и состояния нефти, газа и воды, что необходимо для определения режима и динамики движения жидкостей и газа при эксплуатации нефтегазовой залежи. Результаты измерения температуры по скважинам отображаются изотермами. При построении изотерм необходимо учитывать сопоставимость результатов измерения температуры, которые должны быть получены по одинаковой методике и для конкретных горизонтов и глубин. В изолиниях отображаются также изменения геотермических градиентов.



Горногеометрические методы применяются для отображения изменений режима процесса, которые вызваны откачкой жидкости и газа, а также технологическими промышленными мероприятиями. При эксплуатации залежи изменяются дебит скважин, пластовое давление, водно- и газонапорный режим, контуры нефтеносности и водоносности, изменения положения ВНК, ГНК, коэффициент продуктивности. Изолинии изменения отмеченных показателей, установленных по скважинам, обычно совмещаются с гипсометрией структурных карт.

9.15. В результате откачки больших объемов жидкости и газов происходит сжатие пласта-коллектора и сдвигание подработанного массива и поверхности. По результатам маркшейдерско-геодезических съемок положения поверхности или глубинных наблюдательных реперов проводятся горногеометрические построения и в изолиниях отображаются соответствующие поверхности (карты оседания, сжимаемости и др.) и деформационные процессы.

Геометризация техногенных изменений и нарушений, связанных с откачкой и заводнением и другими эксплуатационными мероприятиями, проводится как методом изолиний, так и районированием с выделением участков, отличающихся по соответствующим показателям.

9.16. Для месторождений с трещинными коллекторами необходимо проводить изучение трещиноватости пород продуктивных горизонтов для оценки трещинной емкости (пустотности) и проницаемости пород.

Трещиноватость изучается по керну и по стенкам скважин. Изучение по стенкам проводится геофизическими методами с помощью теле- и фотосъемок и путем анализа промысловых испытаний.

Изучение трещиноватости по керну проводится при высоком (более 70%) его выходе и наличии целых столбиков, длина которых превышает диаметр не менее, чем в 2 раза. В поднятом на поверхность керне обычно сохраняются и доступны для изучения сомкнутые (закрытые) и заполненные, особенно минерализованные трещины, а также трещинные естественные сколы керна. По следам трещин и колам определяется их угловое соотношение с осью керна (скважины). Ориентировка трещин определяется для вертикальных скважин с учетом залегания пород, установленного по структурной карте, и положения слоистости в керне. Частота трещин оценивается по количеству трещин, секущих определенный интервал керна и отнесенных к единице длины.

Микротрещиноватость изучается по шлифам увеличенного (до 5x5 см) размера и сопряженным пришлифовкам (аншлифам) размером 10(5) x 10 см, которые изготавливаются из керна разных частей продуктивного интервала. С помощью микроскопа измеряется длина и ширина всех трещин. Отношение суммарной площади трещин к изученной площади характеризует микротрещинную емкость.

Для изучения трещиноватости можно рекомендовать способ, используемый в разведке твердых полезных ископаемых и строительства. Степень трещиноватости оценивается по соотношению крупных столбиков керна, высотой в 2 раза превышающий диаметр, к общей длине керна. Известны примеры корреляции показателей степени трещиноватости пробуренных пород и выхода керна.

Трещинная емкость вычисляется исходя из частоты (интенсивности) трещин и их раскрытия (ширины). Последняя на глубине более 1000-1500 м составляет 0,1-0,15(0,2) мм (средние значения для трещинных коллекторов Предуралья). Характерная величина

трещинной емкости карбонатных коллекторов составляет 1-3% при относительно высокой их проницаемости.

9.17. Необходимым условием эффективной геометризации нефтегазовых залежей является постоянное сотрудничество маркшейдерских, геологических и геофизических служб. Работы по п.п. 9.3, 9.11, 9.12, 9.15, 9.16 осуществляются при участии специалистов-геологов.

## 10. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

10.1. Маркшейдерская служба предприятия в соответствии с заданием главного инженера обеспечивает периодический контроль за соблюдением установленных проектом геометрических соотношений элементов технологических сооружений в процессе их эксплуатации и наблюдения за осадками и деформациями промышленных и гражданских зданий и сооружений, расположенных в зоне подработки.

10.2. Наблюдения за осадками и деформациями объектов нефтегазодобывающего производства выполняют с целью <sup>обеспечения</sup> их эксплуатационной надежности и долговечности, а также для предотвращения случаев загрязнения окружающей среды нефтью и взрыво- и пожароопасных ситуаций и для своевременного принятия мер по устранению или предупреждению критических деформаций.

10.3. Значения допустимых и критических деформаций устанавливаются соответствующими <sup>нормами</sup> проектирования зданий и сооружений, правилами технической эксплуатации оборудования или заданием на проектирование. Для некоторых видов инженерных сооружений, технологического оборудования и трубопроводов они приведены в приложении 19, а допустимые погрешности их определения – в приложении 20.

10.4. Работы по наблюдению за осадками и деформациями объектов нефтегазодобывающего производства выполняют по утвержденной руководством НГДУ программе, в которой указываются здания и сооружения, части зданий и сооружений, за которыми следует вести наблюдения; схема расположения исходных геодезических пунктов и контрольных (деформационных) марок; периодичность наблюдений; требуемая точность; перечень отчетных документов.

10.5. В результате работ по наблюдениям за осадками и деформациями зданий и сооружений геодезическими методами оформляют следующие материалы: технический отчет; журналы измерений, ведомости вычислений и уравнивания с оценкой точности; план расположения деформационных марок, исходных реперов, плановых знаков; ведомость вычисления числовых значений и направления деформаций; графики деформаций; план изолиний плавных осадок.

10.6. В зависимости от конкретных технических требований и условий наблюдений осадки и деформации зданий и сооружений определяют следующими методами либо комбинацией их:

вертикальные деформации – геометрическим нивелированием, геометрическим нивелированием с использованием лазерных визиров, тригонометрическим нивелированием, гидростатическим нивелированием, фотограмметрическим методом;

горизонтальные деформации – методом створных измерений: отдельных направлений, засечек: триангуляции, трилатерации, полигонометрии, фотограмметрии;

крен – оптическими способами (визирования, проектирования, координирования, измерения углов и направлений); механическими способами с применением отвесов, кренометров и т.п.; методом нивелирования; фотограмметрическим методом и лазерными сканирующими приборами.

10.7. Наблюдения за деформациями объектов нефтегазодобывающего производства выполняют два – четыре раза в год с возможной корректировкой частоты наблюдений в зависимости от абсолютных значений деформаций.

10.8. После каждого цикла наблюдений объекты наблюдений подлежат ~~визуальному~~ осмотру с целью выявления у них видимых деформаций. При появлении трещин в фундаментах и стенах сооружений на них устанавливают дополнительные марки, маяки, щелемеры.

10.9. Погрешности определения вертикальных, горизонтальных деформаций и кренов не должны превышать значений, ~~для принятых~~ методов измерений.

10.10. Основным методом измерений вертикальных деформаций объектов нефтегазодобывающего производства является геометрическое нивелирование II и III классов. Для определения деформаций особо ответственных сооружений применяют нивелирование по методике I класса.

10.11. Схема размещения и типы исходных реперов и марок при наблюдении за вертикальными деформациями зависят от компоновки зданий и сооружений, инженерно-геологической и топографической характеристик местности, требуемой точности наблюдений, а также технологических особенностей объектов наблюдений.

10.12. Контрольные марки нивелируют от исходных реперов.

Исходными реперами могут служить: имеющиеся пункты государственной высотной сети; глубинные телескопические и фундаментальные реперы, закладываемые в коренные породы; грунтовые реперы и марки, закладываемые специально для наблюдений.

10.13. Число исходных реперов должно быть: грунтовых – не менее трех, а стенных – не менее четырех.

10.14. Значения высот на установленные реперы передают от ближайших пунктов государственной высотной сети. Неподвижность исходных реперов проверяют перед каждым циклом измерений проложением контрольных нивелирных ходов. Невязка замкнутого нивелирного хода не должна превышать, мм:

Класс

I .....	$0,3\sqrt{n}$
II .....	$1,0\sqrt{n}$
III .....	$2,0\sqrt{n}$

Здесь:

$n$  – число станций в ходе.

10.15. Контрольные марки располагают по углам зданий, в местах примыкания продольных и поперечных стен, по обе стороны температурных и осадочных швов, вокруг зон с наибольшей динамической нагрузкой и зон с менее благоприятными инженерно-геологическими условиями.

10.16. Установленные марки привязывают к осям сооружения, к углам, проемам или к отдельным выступам фундамента и наносят на план сооружения.

10.17. Нивелирование контрольных марок производят не ранее чем через одни сутки, а исходных грунтовых реперов – через 10 дней после их закладки.

В зоне многолетней мерзлоты нивелирование грунтовых реперов разрешается производить не ранее чем через два месяца после закладки их способами бурения и протаивания грунтов. В каменистых грунтах и в зоне многолетней мерзлоты грунтовые реперы закладывают котлованным способом, нивелирование их разрешается производить спустя ближайший зимний период после закладки.

По линиям нивелирования I и II классов грунтовые реперы, как правило, закладывают за год до нивелирования.

10.18. Нивелирование контрольных марок, в зависимости от конкретных требований и условий наблюдений, производят замкнутыми ходами, в прямом и обратном направлениях, двойными ходами с изменением горизонта инструмента. Контроль превышений ведут по двум сторонам или по двум шкалам реек.

10.19. В каждом цикле наблюдений нивелирование производят по одной и той же схеме ходов. С целью обеспечения постоянства расстояний от нивелира до контрольных марок, в каждом цикле, рекомендуется в первом цикле наблюдений закрепить на местности точки установки нивелира.

10.20. Камеральная обработка результатов измерений заключается в проверке полевых материалов, вычислении превышений, невязок, уравнивании нивелирной сети, оценке значений деформаций и их погрешностей, составлении ведомостей по каждому циклу наблюдений, графическом оформлении материалов.

10.21. Наблюдения за деформациями подкрановых путей выполняют методом геометрического нивелирования. В случаях труднодоступности нивелируемых точек применяют методы тригонометрического или гидростатического нивелирования.

10.22. Для уникальных зданий и сооружений можно применять стационарные системы гидростатического нивелирования, системы с использованием лазерных визиров с визуальным или дистанционным съемом информации.

10.23. Горизонтальные деформации объектов нефтегазодобывающего производства определяют относительно исходных плановых знаков, которые могут либо выступать над землей, либо быть скрытыми. В качестве плановых знаков можно применять типовые центры. Репер, имеющий на своем оголовке центр в виде перекрытия или точки, может служить также плановым знаком.

Наиболее удобными являются выступающие знаки в виде железобетонных столбов, закладываемых ниже границ промерзания грунта, верхняя часть которых снабжена центрировочным устройством.

10.24. Исходные плановые знаки (два-три) устанавливают вне зоны (сферы) воздействия сооружений в наиболее устойчивых местах.

10.25. Контрольные марки для определения горизонтальных деформаций закладывают непосредственно на сооружении с учетом их видимости с исходных знаков. Конструкция марок должна предусматривать устройство для установки визирных приспособлений.

10.26. Средние квадратические погрешности определения горизонтальных деформаций и в зависимости от применяемого метода приведены в табл. 19.

Таблица 19

Методы наблюдений	Средняя квадратическая погрешность, мм
Створные измерения	2
Отдельные направления	4
Засечки	5 – 8
Триангуляции	8
Комбинированные	10

10.27. При створных наблюдениях для определения горизонтальных деформаций применяют способ измерения малых (параллактических) углов или способ подвижной марки.

Створ задают между исходными знаками линий визирования теодолита, световым лучом (лазером), металлической струной.

10.28. Крен буровых вышек, дымовых труб, водонапорных и других сооружений подобного типа определяют оптическими и механическими способами или по результатам нивелирования оснований этих сооружений. Численное значение крена выражают в линейной, угловой или относительной мерах.

10.29. Метод визирования для определения крена сооружений и конструкций применяют преимущественно в процессе строительства. Суть его заключается в определении численного значения и направления отклонения вертикальной оси сооружения от отвесной линии, устанавливаемой (задаваемой) приборами вертикального проектирования. Вектор крена определяют при помощи специальной палетки, устанавливаемой на определенном горизонте или наверху сооружений.

10.30. При определении крена способом проектирования на двух взаимно перпендикулярных осях сооружения на удалении не менее 20 м от него закладывают два знака, с которых теодолитом (при двух положениях круга) проектируют четкую верхнюю точку сооружения или специально установленную марку на палетку (линейку), закрепленную в нижней части сооружения. Расстояния между проекциями наблюдаемой точки (марки), полученные между циклами измерений, являются составляющими крена в центральной проекции. По составляющим крена  $q_1$  и  $q_2$ , полученным соответственно с первой и второй станций, определяют значения крена графически или аналитически по формуле:

$$\theta = \sqrt{q_1^2 + q_2^2} \cdot$$

Значения крена в угловой мере вычисляют по формуле:

$$\varphi = 206265 \cdot \theta / H,$$

где  $H$  – высота сооружения.

10.31. При определении крена способом измерения углов размещение знаков для наблюдений выполняют согласно 10.30. Путем периодического измерения углов между исследуемой точкой сооружения и ориентирами находят приращение углов  $\Delta\beta_1$  и  $\Delta\beta_2$  между циклами измерений. Горизонтальные проложения  $S_1$  и  $S_2$  до исследуемой точки сооружения определяют прямой засечкой. Составляющие крена  $q_1$  и  $q_2$  вычисляют по формулам:

$$q_1 = \frac{S_1 \Delta\beta_1'}{206265}; \quad q_2 = \frac{S_2 \Delta\beta_2''}{206265}.$$

10.32. При определении крена способом координирования вокруг сооружения на расстоянии не менее двух-трех его высот прокладывают замкнутый полигонометрический ход 1 и 2 разряда и вычисляют в условной системе координаты трех-четырех постоянно закрепленных точек. С этих точек периодически прямой засечкой находят координаты четкой точки или специально установленной марки на вершине сооружения. По разностям координат исследуемой точки между циклами наблюдений находят численное значение крена и его направление.

10.33. При определении крена методами нивелирования из результатов периодических наблюдений определяют численные значения осадок контрольных марок, по разностям которых в двух взаимно перпендикулярных направлениях вычисляют значения наклона фундамента  $\Delta S_1$  и  $\Delta S_2$ .

Составляющие крена вычисляют по формулам:

$$q_1 = \frac{\Delta S_1}{L_1} H; \quad q_2 = \frac{\Delta S_2}{L_2} H,$$

где  $L_1$  и  $L_2$  – расстояния между марками в плане.

10.34. Наблюдения за деформациями стальных вертикальных цилиндрических резервуаров и их оснований выполняют следующими методами:

геометрическим (в особых случаях гидростатическим) нивелированием, с помощью которого определяют деформации в вертикальной плоскости;

стереофотограмметрическим, с помощью которого определяют деформации во всех плоскостях.

10.35. Нивелирование окрайки днища резервуаров необходимо производить со следующей периодичностью:

один раз в два месяца – в первые 12 месяцев эксплуатации (до стабилизации осадочных процессов);

один раз в шесть месяцев – в последующие годы; на этом этапе периодичность можно корректировать с учетом данных предварительного расчета деформаций земной поверхности в пределах резервуарного парка и прогнозируемых значений исследуемых деформаций.

10.36. Гидростатическое нивелирование днища резервуара следует проводить каждый раз при ремонте резервуара с его опорожнением.

10.37. У резервуаров в первые четыре года эксплуатации (до стабилизации осадки основания) отклонения от горизонтали наружного контура днища незаполненного резервуара объемом от 2000 до 20000 м<sup>3</sup> не должны превышать для двух соседних точек по контуру  $\pm 20$  мм, а для диаметрально противоположных точек – 50 мм. Отклонения при заполненном резервуаре не должны превышать 40 мм для двух соседних и 80 мм – для диаметрально противоположных точек.

10.38. У резервуаров объемом 2000 – 20000 м<sup>3</sup>, находящихся длительное время в эксплуатации, отклонения для двух соседних точек не должны превышать  $\pm 60$  мм, а для диаметрально противоположных – 100 мм.

10.39. Для резервуаров объемом 700-1000 м<sup>3</sup> отклонения не должны превышать 75%, а для резервуаров объемом 100-140 м<sup>3</sup> – 50% от значений, приведенных в п.п. 10.37 и 10.38.

10.40. При отклонениях, превышающих указанные, границы просевшего участка основания подлежат исправлению.

10.41. Грунтовые реперы, используемые при выполнении геометрического нивелирования, размещают вне зоны напряжений, создаваемых резервуарами.

10.42. Нивелирование окрайки днищ резервуаров выполняют по часовой стрелке по точкам, находящимся друг от друга на расстоянии 6 м и совпадающим в большинстве случаев с вертикальными швами нижнего пояса резервуара. Точки нивелирования маркируют краской с указанием номера точки.

10.43. Нивелируют фундамент лестницы, а также фундаменты приемных технологических трубопроводов под запорную арматуру. Точки нивелирования маркируют.

10.44. Нивелирование стальных вертикальных цилиндрических резервуаров можно выполнять по традиционной методике геометрического нивелирования, либо “коротким лучом” приборами, обеспечивающими получение отметок исследуемых точек со средней квадратической погрешностью  $\pm 5$  мм.

10.45. При использовании наземной стереофотограмметрической съемки определяют деформации исследуемых точек резервуаров по осям координат  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  и вектор полного смещения.

10.46. Деформации исследуемых точек можно определить непосредственно при одновременном наблюдении разновременных снимков, либо как функции координат точек, определенных при раздельном наблюдении снимков нулевого и деформационного циклов.

10.47. Изображение исследуемого резервуара получают на трех или четырех (в зависимости от объема) имеющих общие точки стереопарах.



✓

## 11. НАБЛЮДЕНИЕ<sup>а</sup> ЗА ДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ<sup>7</sup> ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА<sup>и</sup> И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

11.1. Рациональная и безопасная эксплуатация недр (разработка углеводородных залежей, подземное их хранение и пр.) реализуется на основе утвержденной Правительством РФ "Концепции геодинамической безопасности освоения углеводородного потенциала недр России".

2 11.2. Наблюдения за движением земной поверхности при разработке нефтяных и газовых месторождений, эксплуатаци<sup>е</sup> объектов хранения нефти и газа, включая подземные хранилища газа, осуществляют для:

- прогноза активизации эндогенных геологических процессов: землетрясений, разломов и перемещения геологических блоков по ним, которые возникают вследствие отбора флюида; <sup>(разработки)</sup> мероприятий по поддержанию пластового давления и по интенсификации нефтегазопритоков, особенно со значительной энергетикой (гидроразрыв, пороховые генераторы, способы скважинного торпедирования, включая ядерные заряды, воздействие переменными циклическими динамическими нагрузкам<sup>и</sup> и при эксплуатации подземных хранилищ газа <sup>(получение данных)</sup> и т.п.); пространственной изменчивости режима экзогенных геологических процессов, развивающихся при эксплуатации месторождений и подземных хранилищ газа; изменений<sup>х</sup> условий эксплуатации и разработки заблаговременных мероприятий по сохранению скважин, полноте и эффективности извлечения нефти и газа в подземных хранилищах;

- обеспечения безопасности работников и населения, охраны недр, объектов окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния разработки в нефтяной и газовой промышленности, охране инженерных сооружений и объектов нефтегазодобычи; чистоты водоемов и других природных объектов от загрязнения их нефтепродуктами и химреагентами;

- учета вертикальных подвижек при построении геологических карт и разрезов при разведке горизонтов, залегающих ниже или выше разрабатываемых толщ; активных разломов

и аномальных зон повышенного давления при составлении проектной технологической документации на разработку месторождений;

- совершенствования методики высокоточных измерений, а также количественной оценки вертикальных и горизонтальных подвижек и иных параметров протекания процессов сдвижения.

11.3. Материалы, предусматривающие мероприятия по наблюдению<sup>он</sup> за движением<sup>с</sup> земной поверхности, должны быть включены в проект (технологическую схему):~~на~~

- на разработку месторождений~~у~~ нефти и газа, находящихся на стадии падающей добычи;

- при применении методов поддержания пластового давления на месторождениях сложного геологического строения;

- при применении гидроразрыва пласта;

- при наличии на поверхности условий развития экзогенных геологических процессов;

- при эксплуатации подземных хранилищ нефти и газа.

11.4. Материалы, предусматривающие мероприятия по наблюдениям за движением земной поверхности<sup>(всего осязательно)</sup> включают<sup>ведомо</sup> в себя:

- данные геодинамического<sup>и</sup> районирования<sup>и</sup>;

- данные геологического<sup>и</sup> строения<sup>и</sup> месторождения и физики<sup>е</sup> пласта;

- данные текущих параметров<sup>а</sup> разработки месторождений;

- данные напряженно-деформированного<sup>и</sup> состояния<sup>и</sup> скелета коллектора и вмещающих его пород и всей толщи горного массива над залежью в неравнокомпонентном поле сжимающих напряжений;

- гидрогеологические<sup>и</sup> исследования<sup>и</sup>;

- метеорологические<sup>и</sup> наблюдения<sup>и</sup> атмосферного давления, температуры, влажности воздуха, скорости ветра, осадков и пр.;

- предрасчет сжимаемости, уплотнения коллектора (зоны ТАНПД), оседаний и деформации земной поверхности по каждому месторождению (его значения согласовываются с ВНИМИ или иной организацией).

11.5. Если ожидаемые оседания и деформации близки к критическим ( $i = 4 \cdot 10^{-3}$ ,  $K = 0,2 \cdot 10^{-3}$  1/м,  $E = 2 \cdot 10^{-3}$ ), то принимают решение (горно-геологическое обоснование) о

заложений геодинамического полигона, утверждаемое главным геологом предприятия и

округом Госгортехнадзора России. Примерная форма горно-геологического обоснования дана в приложении 21.

11.6. Наблюдение<sup>я</sup> за сдвижением земной поверхности осуществляют на наблюдательных профильных маркшейдерских линиях (станциях) и геодинамических полигонах, при этом:

- наблюдательные профильные маркшейдерские линии (станции) размещают над активными геодинамическими разломами, в районе развивающихся экзогенных геологических процессов ( карсты, оползни абразии, геокриологическ~~их~~ процессов<sup>и</sup> и др.), над подземными хранилищами газа, над участками расчетной максимальной сжимаемости и уплотнения коллектора; <sup>они</sup> служат для оперативного прогноза последствий развития деформаций на поверхности на основе высокоточных планово-высотных маркшейдерских наблюдений;

- геодинамические полигоны создаются на основе геодинамического районирования участка земной поверхности, где расположены месторождения нефти и газа и их подземные хранилища, и служат для решения упомянутых вопросов геодинамической безопасности, эффективности эксплуатации месторождения и прогноза эндогенных геологических процессов на основе планово-высотных маркшейдерских, аэрофотограмметрических, геофизических, геохимических и гидрогеологических методов наблюдений.

11.7. Решение<sup>я</sup> на составление<sup>я</sup> технического проекта на закладку и режим наблюдений наблюдательных профильных маркшейдерских станций может принимать руководитель маркшейдерской службы, ходатайствовать о его составлении и реализации перед главным геологом и руководством нефтегазодобывающего предприятия в случаях, влекущих последствия, упомянутые в п.11.2.

11.8. Технический проект на создание геодинамического полигона регламентируется:

а) при предрасчете допустимых и предельных деформаций частью 4 "Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях" (СНБ.: ВНИМИ, 1998)

б) при проектировании конструкции и закладке станций: "Инструкцией по наблюдению за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях" - М.: Недра, 1989 (часть<sup>и</sup> 3, 4 и приложения 1-3, 6-7).

11.9. При составлении проекта используют следующие материалы:

- геологическую карту месторождения с нанесенными на ней структурными элементами, карту геодинамического районирования с нанесенными областями расположения активных разломов по данным бурения, магнитной и гравиметрической съемки, разрезы по профильным линиям с геологической характеристикой вмещающих ловушку пород и всей вышележащей толщи;

- дистанционную основу месторождения, выполненную в результате обработки космических снимков высокого пространственного разрешения или аэрофотоснимков;

- карту разработки месторождения с характеристикой всего фонда фактически имеющихся и проектных скважин;

- данные об извлечении углеводородов и жидкости по годам, а также текущую с начала разработки месторождения характеристику пластового давления;

- маркшейдерские планы и топографические карты обустройства месторождения в масштабах 1:2000 – 1:10000;

- топографические карты масштаба 1:10000 – 1:100000 геодезической изученности площади геодинамического полигона и прилегающих районов, включая государственные и ведомственные плановые и высотные геодезические сети; Карту современных движений земной поверхности.

11.10. В качестве приложений проект должен иметь:

- геологическую карту в масштабе 1:25000;

✓ - дистанционную основу масштаба 1:25000 с нанесенной на нее схемой линеаментов с их структурно-геологическим обоснованием;

- структурную карту месторождений в масштабе 1:25000;

- топографическую карту (план) с нанесенными на ней существующими и проектируемыми объектами обустройства (масштабов 1:25000 – 1:10000);

- геологический разрез в масштабе структурной карты;

- общую схему геодинамического полигона;

- схему расположения водомерных постов (станций) для наблюдений за уровнем грунтовых вод;

- схему расположения пунктов наземных газовых съемок.

11.11. Технический проект на маркшейдерские, геофизические и другие методы наблюдений на техногенных геодинамических полигонах составляют специализированные

организации, выполняющие эти работы, с обязательным согласованием планируемых работ с главным геологом и главным маркшейдером предприятия в соответствии с упомянутыми в п.11.8 нормативными документами.

11.12. Геодинамический полигон представляет собой систему профильных линий, проложенных на исследуемом объекте и закрепленных на местности грунтовыми реперами и марками, на которых с установленной частотой производят комплекс высокоточных планово-высотных маркшейдерских, геофизических и других методов наблюдений.

11.13. Основная профильная линия должна быть заложена по простиранию залежи через сводовую часть складки в непосредственной близости либо совпадать с проекцией её шарнира на горизонтальную плоскость. При этом очень важно, чтобы главная профильная линия под прямым углом или ~~(углом)~~ близким к прямому ( $70-90^\circ$ ) пересекала имеющиеся тектонические элементы и линеаменты, выделенные по результатам дешифрования и рассматриваемые как зоны активизированных разрывных нарушений.

Вторая главная (одна или несколько) профильная линия должна пересекать залежь вкрест простирания и, в свою очередь, проходить через сводовую её часть и образованные меридиональными и широтными разломами отдельные блоки.

Остальные профильные или ломаные линии ~~могут~~<sup>можно</sup> закладывать вдоль коридора коммуникаций, на соседних блоках, ограниченных тектоническими нарушениями. В наблюдательную сеть включают все неработающие скважины, отстоящие от профильных линий на расстоянии <sup>е</sup> 0,5 км, и все старые знаки, находящиеся на расстоянии 200 м от профильных линий в соответствии с "Инструкцией по наблюдению за сдвижением горных пород земной поверхности и подрабатываемых сооружений на угольных и сланцевых месторождениях".

11.14. Профильная линия опирается на шесть реперов, по три на каждой стороне. Первый репер находится на расстоянии  $H-2H$  от внешней границы залежи, второй и третий соответственно на 0,05 и 0,1 км от него. Здесь  $H$  – средняя глубина залегания подошвы или ВНК (ГВК) самого нижнего нефтяного (газового) пласта. Координаты пунктов должны определяться спутниковыми системами.

11.15. Частоту заложения реперов по линиям наблюдений принимают равной 300-500 м.

В зоне предполагаемых тектонических нарушений реперы закладывают через 100 м. Интервал между реперами вдоль коридора подземных коммуникаций устанавливают равным

100 м. На наклонномерных станциях, связывающих два соседних блока, реперы закладывают через 50-100 м.

11.16. Закрепление профильных линий полигона производят реперами, типы которых предусмотрены действующими инструкциями. В городах для закрепления линий нивелирования допускается использование ственных реперов со сферической головкой и марок.

Исходные и рабочие точки наблюдений, как правило, закрепляют знаками одного типа.

11.17. На ликвидированных скважинах в тело бетона кондуктора закладывают скальные знаки. Не допускается использование обсадной трубы в качестве знака для наблюдений.

11.18. За границу зоны оседания земной поверхности принимают геометрическое место точек, в которых численное значение горизонтальной и вертикальной составляющих вектора сдвижения не превышает средней квадратической погрешности определения этих параметров на основе приборных измерений.

11.19. Геодезические наблюдения проводят с частотой, зависящей от скоростей вертикальных и горизонтальных подвижек. Их периодичность определяет организация-заказчик по согласованию с институтом-разработчиком проекта.

11.20. Наблюдения прекращают, когда в течение последних двух-трех измерений, выполненных после прекращения разработки месторождения и периода опасных деформаций, значения горизонтальных и вертикальных подвижек соизмеримы с погрешностями измерений.

11.21. В комплексе методов по изучению СДЗК рекомендуется применять геофизические методы, такие, как сейсмические, магнито- и гравиметрическая съемки, измерение микронаклонов поверхности с использованием кренометров и др.

11.22. При проектировании геодинамического полигона в обязательном порядке необходимо предусматривать заложение нескольких режимных гидрогеологических скважин (на первый от поверхности водоносный горизонт).

Частота заложения наблюдательных скважин зависит от однородности строения изучаемого участка в инженерно-геологическом отношении: чем однороднее его строение, тем разреженнее может быть сеть режимных скважин. В каждом конкретном случае плотность сети скважин определяют проектом геодинамического полигона.

11.23. Кроме измерения уровня грунтовых вод необходимо определять их температуру и газовый состав, так как последний может характеризовать новейшую тектоническую активность района.

11.24. Частота наблюдений определяется главным маркшейдером и главным геологом газо-нефтедобывающего предприятия либо подземного хранилища газа или нефти.

## **13. МАРКШЕЙДЕРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

### **12.1. Общие положения**

12.1.1. Предприятие должно иметь предусмотренную настоящей Инструкцией обязательную маркшейдерскую документацию, состоящую из журналов измерений, вычислительной и графической документации.

Изменения в перечень обязательной документации могут быть внесены по согласованию с органами Госгортехнадзора России.

12.1.2. Журналы измерений, вычислительная и графическая документация проверяются главным маркшейдером периодически, а при ведении горных работ вблизи и в пределах опасных зон – сразу после выполнения маркшейдерских работ с отметкой в журналах.

12.1.3. Ведение вычислительной и графической документации рекомендуется выполнять на компьютерах.

Документация, составленная в соответствии с требованиями ранее действовавших нормативных документов, пересоставлению не подлежит.

12.1.4. Маркшейдерская документация хранится в маркшейдерском отделе предприятия. Порядок учета, хранения и пользования документацией, а также сроки хранения документации регламентируются специальными инструкциями. При консервации или ликвидации предприятия документация, подлежащая постоянному хранению, передается в государственные или муниципальные архивы в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по ликвидации (консервации) предприятий.

12.1.5. Ответственность за полноту, достоверность и сохранность документации, за своевременное ее составление и пополнение в соответствии с требованиями настоящей Инструкции несут главный инженер, главный маркшейдер и главный геолог предприятия.

Ответственность за обеспечение необходимых условий хранения и использование документации несет руководитель предприятия.

12.1.6. Документацию, утратившую свое значение, периодически можно уничтожить по согласованию с местными органами Госгортехнадзора России, о чем составляется акт комиссией в составе главного инженера, главного маркшейдера и главного геолога предприятия.

### **12.2. Журналы измерений и вычислительная документация**

12.2.1. Журналы измерений и вычислительную документацию ведут по всем видам маркшейдерских работ, выполненных на предприятии.

12.2.2. Рекомендуется использовать журналы типовых форм, соответствующих виду выполняемой работы. Допускается выполнять вычисления на специальной вычислительной бумаге, сброшюрованной в журнал.

Каждому журналу присваивают номер, на последней странице за подписью главного маркшейдера горного предприятия прописью указывают общее количество пронумерованных страниц.

12.2.3. Записи в журналах измерений должны быть четкими. Ошибочные результаты зачеркивают, а повторные записывают в новых строках. В журналах измерений ведут абрисы съемки или схемы измерений, выводят средние значения измеренных величин, указывают

дату и место измерений, фамилию исполнителя, вид и номер измерительного прибора. В камеральных условиях вычисления в журналах проверяют, о чем должна быть сделана запись.

В журналах измерений должны быть сделаны ссылки на журналы вычислений.

12.2.4. В журналах вычислений должны быть ссылки на журналы (документы), из которых взяты исходные данные и результаты измерений. Записи исходных данных проверяются повторным считыванием.

Записи ведут чернилами или тушью четким почерком. Ошибочные вычисления перечеркивают чернилами или тушью красного цвета и за подписью исполнителя указывают место, где находятся правильные вычисления.

12.2.5. Вычислительная документация должна быть подписана исполнителем работ и проверена главным маркшейдером предприятия, о чем делается соответствующая запись.

Результаты съемки должны быть отражены на планах, предназначенных для решения текущих задач, не позднее чем через сутки после выполнения полевых работ.

### **12.3. Ведение документации при вычислениях на ПЭВМ**

12.3.1. Для решения маркшейдерских задач на ПЭВМ используют программы, удовлетворяющие требованиям п. 1.11 настоящей Инструкции.

12.3.2. Численный метод решения задачи должен соответствовать техническим требованиям настоящей Инструкции.

Предпочтение следует отдавать математически строгому способу решения задачи.

12.3.3. При избыточном числе исходных данных программой должна быть предусмотрена оценка их качества (вычисление невязок и сравнение их с допустимыми значениями). Если возможно, следует предусматривать варианты отбраковки исходных данных в ходе решения задачи, а по ее завершении<sup>18</sup> - оценку точности результатов.

12.3.4. Ввод значений измеренных величин производят с помощью клавиатуры ПЭВМ из полевого журнала или считывают из накопителя информации. Пользователь должен иметь возможность корректировать исходные данные по мере их ввода и в процессе решения задачи.

12.3.5. Информация, многократно используемая в качестве исходных данных при решении задач, должна быть организована в виде баз данных (каталоги координат пунктов сетей, результаты компарирования рулеток, исследования нивелирных реек и т.д.).

12.3.6. Программа должна иметь широко развитую систему подсказок, указаний и диагностических сообщений, а также инструкцию пользователя.

12.3.7. Инструкция пользователя должна содержать:

- описание решаемой задачи с изложением численного метода в общем виде;
- назначение и область применения программы;
- необходимый состав аппаратных и программных средств;
- указания по вводу и корректировке исходных данных, необходимых для решения задачи, выполнению программы и формированию выходных документов;
- описание диалога пользователя с ПЭВМ: указания, сообщения, подсказки программы и возможная реакция на них пользователя;
- корректный контрольный пример.



12.3.8. Результаты решения задачи должны быть представлены в виде отчетного документа, пригодного для включения в маркшейдерскую вычислительную документацию. Он должен содержать: заголовок задачи, название объекта съемки, фамилию исполнителя, дату съемки, марки (номера) использованных приборов, ссылки на журналы измерений и в табличной форме все исходные данные, результаты вычислений с оценкой точности выполненных работ (если она возможна), рисунки и схемы.

12.3.9. Исходные данные в выходном документе решенной на ПЭВМ задачи сверяют с записями в полевых журналах и данными в журналах выходных документов и каталогах координат, а фактические невязки и расхождения - с допустимыми настоящей Инструкцией значениями.

Проверенные выходные документы подписывает исполнитель.

12.3.10. Решение задач, не имеющих внутреннего контроля, повторяют полностью, включая ввод исходных данных из полевого журнала (накопителя), выходные документы считывают и отчетный экземпляр подписывают оба исполнителя.

12.3.11. По каждому виду задач выходные документы сшивают или подклеивают в отдельный журнал в хронологическом порядке и страницы нумеруют.

Первым в журнале должен быть титульный лист, содержащий номер журнала и вид задач, далее листы содержания выходных документов.

Оформленный в соответствии с требованиями настоящей Инструкции журнал вычислений подписывает главный маркшейдер предприятия.

## **12.4. Маркшейдерская графическая документация**

### **12.4.1. Основные положения**

12.4.1.1. Обязательная маркшейдерская графическая документация включает планы земной поверхности, отражающие рельеф и ситуацию территории производственно-хозяйственной деятельности горного предприятия, планы горных выработок и другие чертежи\*, отражающие геологическое строение месторождения, пространственное положение горных выработок, вскрытие, подготовку и разработку месторождения.

12.4.1.2. Чертежи маркшейдерской документации подразделяют на исходные и производные.

К исходным относят планы земной поверхности и чертежи выработок (оригиналы, дубликаты, рабочие планы), которые по точности и полноте отображения объектов съемки соответствуют требованиям настоящей Инструкции.

Для составления исходных чертежей используют результаты съемки.

В случае утраты какого-либо чертежа он должен быть составлен заново по материалам съемки или по имеющимся графическим материалам.

К производным чертежам относятся копии и репродукции с исходных чертежей, дополненные при необходимости специальным содержанием и предназначенные для решения текущих задач предприятия, организации. Перечень производных чертежей и требования к их изготовлению устанавливают отраслевые инструкции.

---

\* Под термином "чертежи" понимают карты, планы, вертикальные и горизонтальные разрезы, проекции на вертикальную плоскость и пространственные проекции.

12.4.1.3. Исходную графическую документацию составляют на чертежной бумаге высшего качества, наклеенной на жесткую или мягкую основу, или на недеформирующихся прозрачных синтетических материалах.

Производные чертежи рекомендуется выполнять на прозрачных синтетических материалах, бумажной натуральной кальке, светочувствительной позитивной диазотипной бумаге и бумажной светочувствительной диазотипной кальке, а также на специальной бумаге, которая используется для графопостроителей.

12.4.1.4. Исходные чертежи составляют на планшетах в квадратной разграфке с соблюдением ГОСТ 2.851-75.

Разрешается исходные планы составлять на листах удобного размера с произвольным ориентированием сетки координат относительно рамки чертежа.

12.4.1.5. Маркшейдерскую графическую документацию составляют и вычерчивают в соответствии с действующими ГОСТ 2.853-75 - 2.857-75.

## 12.4.2. Перечень обязательной графической документации

12.4.2.1. Маркшейдерская графическая документация, создаваемая в процессе поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, состоит из топографических и специальных маркшейдерских карт, планов и графиков, предназначенных для решения задач, возникающих при нефтегазодобыче.

12.4.2.2. Основой для создания маркшейдерских чертежей служат ~~не~~<sup>а</sup>земные и аэрофотограмметрические съемки, выполняемые в соответствии с требованиями нормативно-методических документов и ГОСТов.

12.4.2.3. Наряду с традиционными методами создания графической документации, следует использовать для этих целей современные гео<sup>и</sup>нформационные (ГИС) технологии, обеспечивающие оперативность изготовления и исполнения документации.

12.4.2.4. Основными потребителями маркшейдерской горной графической документации являются производственные объединения, нефтегазодобывающие управления и буровые предприятия.

Указанные потребители должны иметь комплект маркшейдерской графической документации, приведенной в табл. 20, не противоречащей ГОСТ 2.850-75.

Таблица 20

Индекс	Наименование групп и чертежей	Масштаб
1	2	3
1	Чертежи, отражающие рельеф и ситуацию земной поверхности	
1.1	Картограммы топографо-геодезической изученности территории деятельности: 1) производственного объединения; 2) нефтегазодобывающего объединения; 3) бурового предприятия	1) 1:2 000000 – 1:100000; 2) 1:5000000 – 1:50000; 3) 1:500000 – 1:25000

Индекс	Наименование документа и перечень	Оконка
Продолжение табл. 20		
1.2	Топографические карты территории деятельности	1) 1:100000 – 1:10000; 2) То же; 3) 1:200000 – 1:10000
1.3	Маркшейдерские планы разрабатываемых месторождений	2) 1:25000 - 1:2000
1.4	Планы расположения устьев и забоев скважин	1) 1:100000 – 1:10000; 2) 1:10000 – 1:2000; 3) 1:100000 – 1:10000
1.5	Планы, схемы коммуникаций (при необходимости)	2) 1:100000 – 1:2000; 3) 1:25000 – 1:5000
1.6	Планы промышленных объектов (ГУ, КНС, ГП), промышленных зон и т.п.	2) 1:2000 – 1:500
1.7	План участков рекультивации земель, нарушенных горными работами	2) 1:5000 – 1:2000,
1.8	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	Не регламентируется
2	Чертежи, отражающие обеспеченность предприятия пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сетей	
2.1	План расположения пунктов маркшейдерской опорной сети на земной поверхности	Не регламентируется
2.2	План расположения пунктов разбивочной сети	То же
2.3	Абрисы и схемы конструкции реперов и центров пунктов опорной сети	– " –
3	Чертежи отводов	
3.1	План земельного участка предприятия	В масштабе плана 1.2
3.2	План горного отвода горного предприятия	То же

### 12.4.3. Содержание чертежей маркшейдерской графической документации

12.4.3.1. На планах земной поверхности должны быть нанесены объекты, предусмотренные действующими условными знаками для топографических планов соответствующих масштабов. Объекты, специфические для горных предприятий: выходы горных пород и тел полезных ископаемых на земную поверхность; границы горных отводов и земельных участков предприятия; устья горных выработок (скважин), выходящих на земную поверхность, и сооружения при них изображают на планах в соответствии с ГОСТ 2.854-75.

12.4.3.2. В соответствии с предыдущим пунктом на маркшейдерских планах месторождений должны быть изображены:

рельеф, гидрография, населенные пункты и др.;

пункты государственной геодезической и маркшейдерской сетей и сетей сгущения;

скважины разведочные, добывающие и др.;

магистральные трубопроводы;

инженерные коммуникации (в зависимости от нагрузки плана);

компрессорные станции;

промышленные объекты.

При необходимости на плане можно изображать забой и горизонтальные проекции осей стволов скважин, объекты разработки.

12.4.3.3. План расположения пунктов маркшейдерской опорной сети (см. табл. 20, черт. 2.1) составляют на копии плана земной поверхности. На нем изображают пункты опорной сети и сети сгущения, пункты съемочной сети долговременного закрепления, исходные направления, измеренные базисы, направления взаимной видимости. На плане условными обозначениями показывают классы и разряды сети, а также типы наружных знаков и центров пунктов.

12.4.3.4. На плане расположения пунктов разбивочной сети и осевых пунктов (см. табл. 20, черт. 2.2) изображают оси стволов и осевые пункты с привязкой к пунктам опорной сети; основные оси зданий и сооружений; основные и дополнительные пункты разбивочной (строительной) сети; пункты, закрепленные на основных осях зданий и сооружений; расстояния и направления взаимной видимости между пунктами опорной сети.

12.4.3.5. На черт. 2.3, табл. 20 изображают положение пункта или репера относительно ближайших объектов ситуации, схему конструкции центра и знака.

12.4.3.6. Планы горного отвода и отвода земельного участка (см. табл. 20, черт. 3.1, 3.2) составляют в соответствии с действующими инструкциями.

12.4.3.7. Все текущие изменения на нефтяных и газовых месторождениях должны вноситься на маркшейдерские планы в 3–10- дневный срок.

Если ситуация на местности изменилась по сравнению с ее изображением на имеющемся плане более чем на 35%, то выполняют новую маркшейдерскую съемку месторождения.

12.4.3.8. Предельная точность определения координат при маркшейдерском литом<sup>9</sup> мониторинге представлена в табл. 21.

Классы объектов литомониторинга	Цель литомониторинга	Объект литомониторинга	Предельная точность определения координат, м
Районы нарушения земель	Охрана природы	Участки снятия и складирования почвенного слоя	3,0
		Площади с ликвидированным почвенным слоем	3,0
		Места потери качества почв	3,0
		Участки засорения почвенного слоя вредными веществами	3,0
		Районы подтопления и заболачивания почв	5,0
		Площади осушенных территорий	5,0
Элементы горных выработок	Безопасность работ	Участки с измененным рельефом ландшафтных систем	3,0
		Карьерные выемки	3,0
		Оползневые участки	0,6
		Техногенные массивы	0,6
		Провалы (оседания в массивах горных пород)	0,6
Участки добычи и потерь полезных ископаемых в недрах	Ресурсосбережение	Участки извлечения полезных ископаемых	0,5
		Склады минеральных ресурсов	0,6
		Техногенные месторождения	0,6
		Участки недр, не подлежащие извлечению (потери)	0,5

12.4.3.9. Средние погрешности положения на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших пунктов съёмочного обоснования не должны превышать 0,5 мм, а для закрытых, труднодоступных и горных районов – 0,7 мм. На территориях с капитальной и многоэтажной застройкой предельные погрешности во взаимном положении точек не должны превышать 0,4 мм.

12.4.3.10. Средние погрешности рельефа относительно точек съёмочного обоснования не должны превышать по высоте:

1/4 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона местности до 1° для планов масштаба 1:10000 и до 2° – для планов масштабов 1:5000 – 1:500;

1/3 при углах наклона от 1 до 6° для планов масштаба 1:10000, от 2 до 6° для планов масштабов 1:5000, 1:2000 и до 10° для планов масштабов 1:1000 и 1:500;

1/3 при сечении рельефа через 0,5 для масштабов 1:5000 и 1:2000.

В залесенной местности эти допуски могут быть увеличены в полтора раза. Для местности с наклоном свыше 6° для планов масштабов 1:10000 – 1:20000 и свыше 10° для планов масштабов 1:1000 и 1:500 число горизонтальных ~~высот~~ должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов.

12.4.3.11. Точность планов оценивают по расхождениям положения контуров, высот точек, рассчитанных по горизонталям с данными контрольных измерений. Предельные отклонения не должны превышать удвоенных значений погрешностей, указанных в пп. 12.4.3.9 и 12.4.3.10.

Отдельные контрольные измерения могут превышать удвоенную среднюю погрешность, при этом количество их не должно быть более 5% общего числа контрольных измерений.

#### **12.4.4. Создание, ведение и хранение маркшейдерской горной графической документации в цифровом виде**

##### *Общие требования к маркшейдерской горной графической документации в цифровом виде*

12.4.4.1. Маркшейдерские графические документы (планы, чертежи) должны обладать достоверностью, современностью, читаемостью.

Под достоверностью плана понимают полноту и точность отображенных на плане объектов и сведений, установленных инструкцией для съемки данного масштаба.

Современность плана обеспечивают его периодическим пополнением или обновлением.

Читаемость плана – это различимость элементов и деталей условных знаков и семантической информации на экране монитора или графической копии. Читаемость зависит от нагрузки плана, т.е. заполненности плана условными знаками, их размещения и качества воспроизведения.

12.4.4.2. Исходная маркшейдерская графическая документация в цифровой форме может быть получена:

непосредственно по материалам съемки, где используются фотограмметрические методы съемки;

дигитализацией исходного графического чертежа;

сканированием исходного чертежа и последующей полной или частичной векторизацией растрового изображения.

12.4.4.3. Для ведения цифровых планов земной поверхности маркшейдерская служба горных предприятий должна иметь программный комплекс, содержащий:

базу данных (БД) в виде цифровой модели местности или цифровых планов земной поверхности;

программное обеспечение для работы с БД;

пакет прикладных программ, позволяющих оперативно и достоверно решать требуемый комплекс задач по маркшейдерскому обеспечению предприятия.

БД должна содержать в векторной форме информацию об элементах выработок, коммуникациях, различных границах, зафиксированных тектонических нарушениях и других объектах, имеющих существенное значение для безопасного ведения горных работ. Другая информация может храниться в растровой форме.

12.4.4.4. При заключении договора со специализированной организацией на цифрование маркшейдерских планов следует убедиться в наличии у нее лицензии на этот вид деятельности, соответствующего аппаратного и сертифицированного программного обеспечения, а также отработанной технологии, включающей жесткую систему контроля за качеством продукции на всех этапах ее создания. До заключения договора на изготовление комплекта планов <sup>и</sup> рекомендуется изготовить один планшет или репрезентативный участок плана и тщательно проверить его на соответствие требованиям, изложенным в разделе "Контроль за качеством планов...", приведенной <sup>и</sup> ниже.

12.4.4.5. В техническом задании на цифрование маркшейдерских планов указывают: предоставляемые заказчиком материалы (исходные планы, каталоги координат пунктов основных полигонометрических ходов, центров скважин, других выработок; вид передаваемых заказчику планов (векторный или векторно-растровый); разбивка информации по слоям; точность планов и порядок их контроля и приемки.

#### *Составление исходной маркшейдерской горной графической документации в цифровом виде*

12.4.4.6. Составление растрово-векторных цифровых маркшейдерских чертежей включает следующие этапы: сканирование маркшейдерской графической документации, трансформацию полученного растрового изображения в действующую систему координат, векторизацию растрового изображения на всех этапах его создания, получение графической копии маркшейдерского чертежа, контроль за качеством чертежа.

12.4.4.7. Исходную маркшейдерскую документацию создают сканированием исходных планов. Допускается сканирование расчлененных по цветам оригиналов, если качество и точностные характеристики последних соответствуют требованиям нормативных документов по их изготовлению.

Для сканирования рекомендуется использовать сканер формата А0, с оптическим разрешением не ниже 300 пикселей на дюйм, позволяющий работать с картографическим материалом на подложке толщиной до 3 мм.

Параметры сканирования (оптическое разрешение, контрастность, яркость и т.д.) устанавливают опытным путем в зависимости от сложности цифруемого материала и его качественного состояния.

12.4.4.8. Полученное растровое изображение трансформируют методом <sup>и</sup> аффинных преобразований. В качестве трансформационных точек используют все изображения перекрестий координатной сетки и соответствующие им теоретические значения координат. В результате трансформирования изображения получают маркшейдерский план в растровой форме и принятой системе координат.

Растровое изображение векторизуют полностью или частично в соответствии с техническим заданием и контролируют качество плана, используя для этого его графическую копию.

12.4.4.9. Графическая копия плана должна соответствовать требованиям действующих ГОСТ и “Условных обозначений для горной графической документации”.

Для печати многоцветной графической копии используют струйные плоттеры соответствующего формата, цветовой палитры и разрешения.

#### *Контроль за качеством планов, пересоставленных в цифровую форму*

12.4.4.10. Учитывая значение маркшейдерских планов горных выработок для безопасного ведения горных работ, необходимо при пересоставлении в цифровую форму сохранить достоверность планов. Для этого на всех этапах работы должен выполняться строгий контроль, начиная с контроля за исходным материалом и заканчивая контролем за приемкой готовых планов. Результаты контроля отражают в специальных формулярах.

12.4.4.11. При контроле проверяют наличие всех необходимых материалов, точность исходной графической документации и ее качество. Точность графической документации оценивают по отклонению размеров сторон и диагоналей координатной сетки и, если они отличаются от теоретических более чем на 0,2 и 0,3 мм/соответственно, в дальнейшем программно учитывают деформацию исходного материала.

12.4.4.12. Точность сканирования контролируют измерением сторон координатной сетки: отклонение их от теоретических размеров не должны превышать 0,15 мм.

Полноту и качество сканированного материала проверяют визуальным сравнением растрового изображения на экране монитора с исходным планом: на растровом изображении должны быть все элементы исходного материала, а само изображение не должно иметь разрывов, слипаний и посторонних пятен.

12.4.4.13. При заключительном контроле за качеством цифрования оценивают:

точность цифрования - по невязкам координат узлов координатной сетки, координат пунктов маркшейдерской опорной сети и объектов (центров скважин и т.д.): средние значения невязок должны быть не более 0,15 мм, максимальные – 0,3 мм;

полноту содержания цифрового плана – наложением контрольной графической копии (на прозрачной основе) на исходный план при дигитайзерной технологии, векторного плана на растровую подложку при сканерной технологии;

передачу формы объектов (плавность изолиний, изображений железнодорожных путей, прямолинейность объектов и т.д.) по увеличенному в 2-4 раза изображению их на экране монитора;

правильность взаимного положения или совпадения одноименных точек объектов из разных слоев – по увеличенному в 5-8 раз изображению цифрового плана на экране монитора.

12.4.4.14. Цифровые планы, составленные непосредственно по материалам съемки, для исключения возможных пропусков сличают с графическими планами прежних съемок.

12.4.4.15. При создании цифровых планов собственными силами составляют акт произвольной формы, в котором указывают метод создания, результаты контроля, ответственных за отдельные этапы работ.



## *Хранение информации*

12.4.4.16. В маркшейдерских отделах горных предприятий из числа сотрудников назначается лицо, ответственное за учет, хранение и использование программного обеспечения, которое в своей работе руководствуется настоящей Инструкцией и должностной инструкцией, утвержденной руководителем предприятия.

12.4.4.17. Помещения для хранения машинных носителей информации и работы с ними должны удовлетворять следующим требованиям:

пожарной безопасности: должны быть оборудованы системами предотвращения пожара и пожарной защиты;

материалы, использованные для внутренней отделки помещений, не должны собирать пыль и быть источником пыли или агрессивных химических веществ;

содержание вредных газов и примесей в воздухе помещений не должно превышать ( $\text{мг/м}^3$ ): аммиак – 0,04; сероводород – 0,008; окислы азота – 0,04; сернистый газ – 0,005; пары ртути – 0,0003;

предельно допустимая концентрация пыли в воздухе помещений должна быть не более  $0,3 \text{ мг/м}^3$  при величине частиц не более  $0,5 \text{ мкм}$ ;

напряженность магнитных полей не должна превышать  $400 \text{ а/м}$ ;

относительная влажность воздуха –  $60 \pm 5\%$ , температура –  $18^\circ \pm 2 \text{ С}$ .

12.4.4.18. Магнитные носители информации должны храниться в шкафах, изготовленных из немагнитных материалов. Хранение в сейфах недопустимо.

Носители информации - чистые и с записанной информацией должны храниться отдельно, упакованные в картонные или пластмассовые пакеты или коробки.

12.4.4.19. За использование магнитных носителей информации в пределах гарантийного срока их годности, а также за своевременной перезаписью информации должен следить ответственный за учет и хранение документов.

Рекомендуется создавать копии инсталляционных CD (дискет), которые должны храниться отдельно от оригиналов.

12.4.4.20. Пополненная цифровая модель должна храниться в двух экземплярах, один из которых является рабочим, а второй – резервной копией. Резервная копия пополняется не реже одного раза в полугодие.

## *Защита информации*

12.4.4.21. Под защитой информации понимают систему организационных, программных и технических мер и средств, которые обеспечивают сохранность данных и систем обработки данных в рабочем состоянии и препятствуют несанкционированному доступу к данным.

12.4.4.22. Концепция защиты маркшейдерской информации является частью общей концепции защиты информации на горном предприятии и должна учитывать специфику маркшейдерской документации: ее значение для безопасного ведения горных работ, большой объем информации, связанный с базами данных графической документации, и трудности ее восстановления в случае утраты.

### 13. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ЗА МАРКШЕЙДЕРСКИМИ РАБОТАМИ

13.1. Государственный маркшейдерский надзор осуществляется Госгортехнадзором России в соответствии с "Положением о Госгортехнадзоре России".

13.2. Текущий контроль за качеством в процессе производства всех видов маркшейдерских работ на всех стадиях разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений осуществляют главные (старшие) маркшейдеры нефтегазодобывающих управлений и управлений буровых работ и руководители полевых партий, отделов, групп. При этом осуществляется:

- проверка соответствия применяемой технологии работ требованиям нормативных документов;

- проверка соответствия процессов и результатов выполненных работ и их оформления требованиям технологических проектов и действующих нормативных документов;

- выявление степени завершенности работ;

- проверка полноты использования геодезических, аэрофотосъемочных, картографических и справочных материалов;

- выявление степени объективности данных для оценки качества работ;

- проверка состояния приборов и вспомогательных средств, правильности их эксплуатации и хранения, наличия свидетельств о метрологических поверках маркшейдерских средств измерений.

13.3. Работа считается завершенной, если она отвечает всем требованиям, установленным настоящей Инструкцией.

# **П Р И Л О Ж Е Н И Я**

# 1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЛУЖБЫ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Помещения маркшейдерской службы должны иметь хорошую освещенность и быть по возможности удалены от источников шума, вибрации, запыления и увлажнения воздуха.

Маркшейдерская служба действующего горного предприятия должна быть обеспечена служебным помещением в соответствии с табл. 22.

Маркшейдерская служба шахтостроительных организаций должна иметь не менее двух комнат для работы и кладовую для хранения маркшейдерских приборов.

Таблица 22

№ п/п	Назначение помещения	Площадь, м <sup>2</sup> , не менее	Оборудование помещений
1.	Кабинет главного маркшейдера	18	Письменный стол, стол для работы с графической документацией, шкаф, сейф
2.	Комнаты участковых маркшейдеров	6 на 1 чел.	В каждой комнате размещается 3-4 письменных стола (по числу сотрудников), компьютеры, шкафы
3.	Комната для работы с документацией и ее хранения	20	Стол для картографов, светостол, сейфы, шкафы
4.	Комната для размножения горной графической документации	18	Плоттер, множительная установка, устройство для проявления чертежей, стол для монтажа чертежей
5.	Комната для хранения маркшейдерских приборов, их чистки и мелкого ремонта	18	Застекленные стеллажи для маркшейдерских приборов, столы и верстаки для чистки и мелкого ремонта приборов, станки для штативов и реек
<p>Примечания: 1. Комната 4 оборудуется вытяжной вентиляцией.</p> <p>2. В комнатах 3, 4, 5 двери должны быть обиты металлическими листами, а окна забраны металлическими решетками.</p>			

При применении фотограмметрических способов съемки должны быть выделены дополнительно помещения, требования к которым приведены в табл. 23.

Таблица 23

№ п/п	Назначение помещения	Площадь, м <sup>2</sup> , не менее	Особые требования к помещениям
1.	Размещение комплекта прибора для обработки фотограмметрической съемки	30 на 1 комплект при аэрофотосъемке; 20 - при наземной съемке	Светлое, сухое помещение; расчетная нагрузка на пол 5 кПа; помещение не должно подвергаться вибрации и сотрясениям; наличие трех сетевых розеток (напряжение сети 220 В, потребляемая мощность - 2,5 кВт)
2.	Фотолаборатория	20 - при аэрофотосъемке, 8 - при наземной съемке	Темное помещение, оборудованное неактивным освещением, 6-8 сетевых розеток (с выключателями), принудительная вентиляция; водопровод с холодной и горячей водой, канализация, гидроизоляция пола
3.	Вычислительные и подготовительные работы	20	
4.	Подсобное помещение для хранения съемочной аппаратуры и принадлежностей	16	
<p>Примечание. Стены в помещениях должны быть окрашены до потолка масляной краской, пол покрыт линолеумом или другим материалом, позволяющим производить влажную уборку.</p>			

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ

*Маркшейдерско-геодезические инструменты и приборы для полевых работ*

1. Приборы для угловых измерений и тахеометрической съемки:

теодолит точный, типа Т2 или Т5 - для угловых измерений при построении опорных маркшейдерских сетей на поверхности;

теодолиты технические, типа Т15 и Т30 - для угловых измерений при построении съемочных сетей на земной поверхности, опорных и съемочных сетей в подземных выработках; для тахеометрической съемки и выносов проектов в натуру;

электронные теодолиты.

Перечень теодолитов, соответствующих указанным типам, приведен в табл. 24.

Таблица 24

Тип теодолита по ГОСТ 10529-96	Паспортная ср. кв. погрешность измерения угла, <del>сек</del> (сек)		Аналоги (страна – изготовитель, фирма)	
	горизонтального	вертикального	РФ	Германия, Швейцария "Карл Цейсс", "Оптон", "Керн", "Вильд"
T1	1	1,2	T05 T1	Theo 002, ДКМ-3, Т3
T2	2	2,5	3T2	Theo 010 В, Theo 015 В, Th 2, ДКМ-2, Т2, Т2000 (электронный)
T5	5	8	3T5	Theo 020 В, Th 42, Th 41, ДКМ-1, Т16, Т1
T15	15	25	4T15 T15M	—
T30	30	45	4T30 2T30M	Theo 080 А, Th 51, ДК-1, Т05
T60	60	90	T60	—

Для тахеометрической съемки рекомендуется использовать номограммные (ТаН, Dahlta 010, Dahlta 020 и др.) и электронно-оптические тахеометры (табл. 25).

Таблица 25

### Электронные тахеометры

Прибор	Паспортная ср. кв. погрешность измерения		Может быть использован для выполнения следующих работ
	углов гориз/верт, <del>сек</del> (сек)	линий, мм	
ТС1600 ("Лейка")	1,5/1,5	3 + 2 ppm	Линейно-угловые сети 4 кл. и ниже, инженерные и съемочные сети, съемка
ТС1000* ("Лейка")	3/3	3 + 2 ppm	
Geodimetr620 ("Геотроникс")	2/2	3 + 3 ppm	
Rekota* ("Karl Zeiss")	1,6/1,6	5 + 2 ppm	
Geodimetr610 ("Геотроникс")	3/3	3 + 3 ppm	Линейно-угловые сети 1-2 р., съемочные сети, съемка
ТС600Е ("ГПЕ")	5/5	3 + 3 ppm	
ТаЗМ* ("УОМЗ")	5/7	5 + 3 ppm	
2Та5 ("УОМЗ")	5/7	5 + 3 ppm	
3Та5 ("УОМЗ")	5/7	5 + 3 ppm	

\* / В настоящее время не выпускается

## 2. Приборы для линейных измерений:

светодальномеры - для измерения длины линий при построении опорных и съемочных сетей на земной поверхности, при построении опорных сетей в шахте, при наблюдении за деформациями земной поверхности и бортов карьеров;

рулетки измерительные металлические длиной от 20 до 100 м - для тех же целей, а также для измерения длины линий в съемочных сетях в шахте и при разбивочных работах.

## 3. Вспомогательные приборы, приспособления и устройства для линейных и угловых измерений и съемок:

приборы центрировочные оптические, отвесы шнуровые, отвесы жесткие штанговые; штативы, консоли, сигналы; эклиметры, эккеры; грузы, термометры, динамометры.

## 4. Приборы и устройства для нивелирования;

нивелир высокоточный типа Н-05 - для высокоточных измерений при наблюдениях за деформациями зданий и сооружений, деформациями земной поверхности, а также бортов карьеров; при работе с нивелиром Н-05 используют штриховые рейки типа РН-05;

нивелиры точные типа Н-3 - для нивелирования III и IV классов и других точных работ; при работе с нивелирами Н-3 используют цельные двусторонние шашечные рейки типа РН-3;

нивелиры технической точности Н-5 - для технического нивелирования; при работе с нивелиром Н-5 используют цельные и складные шашечные рейки типа РН-10.

Перечень нивелиров, соответствующих указанным типам, приведен в табл. 26.

Таблица 26

Тип нивелира по ГОСТ 10528-90	Ср. кв. погрешность измерения превышения на ↪ км двойного хода, мм	Аналоги (страна – изготовитель, фирма)	
		РФ	"Карл Цейсс", "Оптон", "Керн", "Вильд"
Высокоточный	0,5	Н-05	Ni002, Ni005A, Ni1, GK2-A, N3, NAK2, NA2
Точный	3,0	Н-3 Н-3КЛ ЗН-2КЛ	Ni020A, Ni021A, Ni22, GK1-A, N2, NK2, N10, NK10
Технический	5,0	2Н-10КЛ ЗН-5Л	Ni040A, Ni050, Ni3, GK0-A, GK0, NK01, NK05

5. Количество приборов технической точности, предназначенных для текущего обслуживания горных и иного вида работ, должно быть не менее числа участковых маркшейдеров горного предприятия.

6. Приборы и оборудование для ориентирования и центрирования маркшейдерской опорной сети в подземных горных выработках:

гирокомпасы (МВТ-2 и др.), гирионасадки - для ориентирования сторон маркшейдерской опорной сети;

стальная проволока, ручные лебедки, блоки, центрировочные пластины, специальные грузы - для геометрического ориентирования и центрирования маркшейдерской опорной сети в подземных горных выработках.

7. Приборы для передачи высотной отметки через вертикальные горные выработки: глубиномер ИГ-1 или длиномер ДА-2.

8. Приборы для съемки нарезных выработок и очистных забоев: угломеры маркшейдерские, висячая буссоль, висячий полукруг; проекционно-визуальные тахеометры, звуколокационные и другие приборы.

9. Для задания направлений выработкам - лазерные указатели направлений.

10. Средства радиосвязи.

## Инструменты и приборы для камеральной обработки съемок и графических работ

Для камеральной обработки съемок необходимы следующие приборы и инструменты.

### 1. Для вычислений:

микрокалькуляторы, персональные ЭВМ.

Минимальное количество персональных компьютеров принимают исходя из следующих норм:

- главный маркшейдер - персональный компьютер;

- на трех участковых маркшейдеров - персональный компьютер, но не менее одного компьютера на маркшейдерский отдел.

### 2. Для графических работ и подсчета объемов:

линейки Дробышева ЛД1, линейки ЛБЛ, контрольный метр; полярный координатограф, транспортиры; готовальни; штриховальный прибор, пропорциональные циркули; планиметры, курвиметры, трафареты для надписей и геометрических построений.

### 3. Для размножения графической документации:

- плоттеры;

- принтеры;

- сканеры;

- ксероксы;

- настольный светокопировальный аппарат СКМН-1000-200 (СКН2); копировальная рама ФКР-115.

### 3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Средства измерений (СИ), используемые в областях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда, геодезических и гидрометеорологических работ, в соответствии с Законом Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений” подлежат обязательному Государственному метрологическому контролю и надзору. Метрологический контроль и надзор СИ осуществляется органами Государственной метрологической службы Госстандарта России. Маркшейдерская служба должна приобретать СИ только утвержденного типа согласно правилам по метрологии ПР 50.2.009-94 и только у предприятий, имеющих соответствующие лицензии Госстандарта России на право производства конкретного СИ, его продажи или проката. Разрешается продажа и прокат только поверенных СИ.

Согласно правилам по метрологии ПР 50.2.006-94 СИ при выпуске из производства, после ремонта и при ввозе по импорту подлежат первичной проверке, а каждый экземпляр СИ, находящийся в эксплуатации, подлежит периодической проверке. Результаты проверки, оформленные свидетельством о проверке, действительны в течение межповерочного интервала, установленного при испытаниях для целей утверждения типа СИ. В дальнейшем сроки межповерочных интервалов могут корректироваться органами Государственной метрологической службы по согласованию с метрологической службой юридического лица.

Проверку должны проводить органы Государственной метрологической службы. В соответствии с вышеназванным Законом Госстандарт России может предоставить право проверки СИ метрологической службе юридического лица. Для получения такого права юридическое лицо (организация) должно (должна) пройти процедуру аккредитации на право проверки в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.014-96

Непосредственно проверка осуществляется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя органом Государственной метрологической службы в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.012-94. Согласно правилам к первичной аттестации допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие практический стаж работы в поверочных (метрологических) подразделениях. По решению аттестационной комиссии к первичной аттестации могут быть допущены без прохождения специальной подготовки лица, окончившие ВУЗЫ со специализацией в области метрологии и измерительной техники и имеющие практический стаж работы в поверочных подразделениях.



#### 4. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОПОРНЫХ СЕТЕЙ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ

Создание или реконструкция маркшейдерских опорных сетей на земной поверхности, подверженных влиянию горных разработок, требует специальных конструктивных решений, обеспечивающих максимально долговременную сохранность пунктов и минимальные затраты на их восстановление.

По степени влияния горных работ на устойчивость пунктов территорию горнопромышленного района можно разделить на зоны устойчивого, относительно устойчивого и неустойчивого положения пунктов опорных сетей.

К зоне устойчивого положения пунктов относятся территории, на которых горные работы не вызывают сдвижений земной поверхности.

К зоне неустойчивого положения пунктов относятся территории мульд сдвижения, построенных по граничным углам, а также территории, примыкающие к контуру карьера шириной, равной его полуторной глубине.

В зону относительно устойчивого положения пунктов входит территория между первой и второй зонами, а также участки земной поверхности, расположенные над безугольными зонами шахтного поля, охраняемые долговременными целиками, и участки, на которых закончилась активная стадия процесса сдвижения.

“Инструкция о построении и реконструкции геодезических сетей на территории угольных бассейнов” (ГКИН-10-203-87 ГУГК СССР, Москва, 1987), рекомендует следующий порядок создания геодезических сетей на территории горнопромышленных районов.

По внешнему контуру месторождения, в зоне устойчивого положения пунктов опорной сети, создается опорный геодезический каркас с плотностью пунктов, обеспечивающей построение сетей сгущения 1 и 2 разрядов.

Сеть сгущения внутри каркаса развивается спутниковой аппаратурой, методами триангуляции или полигонометрии 1 и 2 разряда. Пункты сети располагают в зонах относительно устойчивого положения пунктов с учетом 10-летней перспективы развития горных работ.

Пункты опорной сети, расположенные в зоне относительно устойчивого их положения, могут служить исходными для развития сетей сгущения только после проверки неизменности их положения измерения углов, длин и превышений.

Оперативное переопределение координат пунктов опорной сети, расположенных в зоне неустойчивого их положения, выполняют полигонометрическими ходами или системами ходов 1 и 2 разряда с минимальным числом узловых пунктов и использованием, как правило, светодальномеров и электронно-оптических тахеометров.

Инструментальные измерения в зонах влияния горных работ должны проводиться в самые сжатые сроки.

Пункты сетей сгущения, расположенные в зоне неустойчивого положения, могут служить исходными для развития съемочных сетей после выполнения на них контрольных измерений.

Пункты опорной сети, расположенные в непосредственной близости от бортов карьера, подлежат переопределению, если по результатам наблюдений за устойчивостью бортов установлено смещение прибортового массива на величину более 0,1 м или наличие трещин в районе пункта опорной сети.

Построение высотных сетей выполняется аналогично построению плановых сетей. Высоты пунктов плановой сети сгущения определяют нивелированием IV класса.

В случае определения новых значений координат пункта (без перезакладки центра) его рекомендуется именовать в каталогах, журнале и на схеме прежним названием с добавлением какой-либо литеры или цифры.

В соответствии с п. 1.13 настоящей Инструкции маркшейдерская служба горного предприятия обязана вести журнал учёта состояния пунктов геодезической и маркшейдерской опорных сетей по форме, приведенной в табл. 27.

### ЖУРНАЛ УЧЕТА СОСТОЯНИЯ ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ И МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ОПОРНОЙ СЕТИ

Таблица 27

№ п/п Но- мер	Номер или название пункта, класс сети, тип центра и номер марки, наружный знак	Сведения о состоянии пункта: а. Центра б. Наружного знака в. Зона устойчив.	Год определения. Организация.	Дата обследования
1.	Придорожный трианг. 4 кл., центр 1 г.р, простая четырехгранная метал. пирамида, 4.27 м	а. Сохранился б. Сохранился в. Устойчив.	1982, Сев.Зап.АГП.	15.08.93
2.	N327. Полигонометрия 1 разр., центр 1 г. р.	а.Нарушен б.Не устанавливался в. Относит.устойчив	1983, Сев.Зап.АГП	30.09.93 Пункт утрачен.

Обследование пунктов опорной сети выполняют не реже одного раза в год. Сведения о нарушении или утрате пунктов заносят в журнал сразу после их обнаружения.

## 5. СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОПОРНЫХ СЕТЕЙ

5.1. Маркшейдерские опорные сети могут быть построены традиционными измерительными средствами и спутниковой аппаратурой. При этом традиционные и спутниковые построения могут быть связанными между собой и быть независимыми друг от друга.

5.2. Методы использования GPS-аппаратуры могут быть двух видов: лучевой (рис.2), когда станция №1 является базовой, а станция №2 - передвижной, и непосредственных измерений (рис.3), когда станции №1 и №2 последовательно являются базовой и определяемой по мере проложения хода спутниковых измерений. Метод непосредственных измерений отражает его суть - непосредственное измерение расстояний и приращений координат между смежными пунктами хода. Замыкание с конечного пункта (N) на точку инициализации (№1) необходимо для определения координатных невязок хода ( $f_x$ ,  $f_y$ ,  $f_z$ ). Использование GPS - приемников в качестве высокоточных радиодальномеров, т.е. создание спутниковых сетей методом трилатерации - частный случай метода непосредственных измерений.

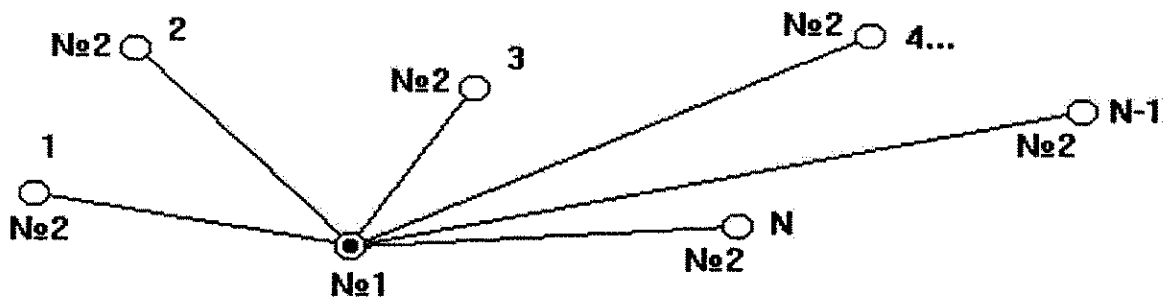


Рис.2. Лучевой метод использования GPS – аппаратуры.

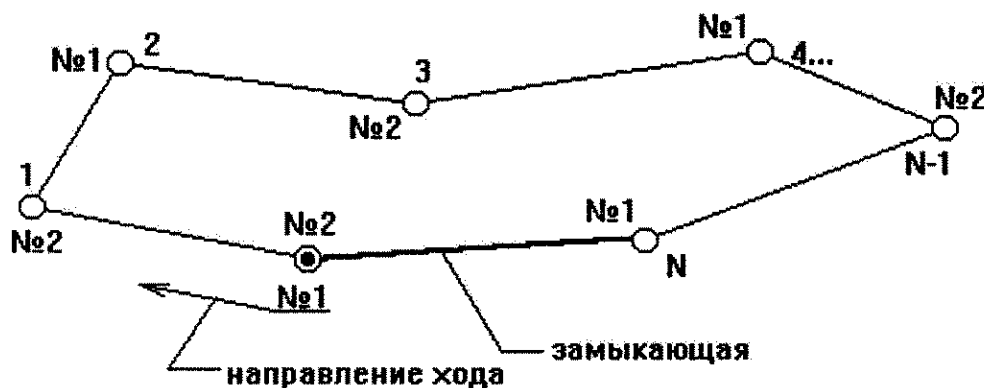


Рис. 3. Метод непосредственных измерений.

5.3. Совместное использование GPS - аппаратуры и электронного тахеометра предусматривает несколько перспективных схем (рис. 4а - 4г). Так как форматы записи полевой информации последних моделей тахеометров и GPS-аппаратуры идентичны, используемые карты памяти взаимозаменяемы, а также предусмотрена автоматизированная передача полевых данных в пакет совместной обработки (в т.ч. уравнивание) с последующей перелачей результатов в базы данных ГИС. В случае если тахеометрический ход опирается как на пункты GPS, так и пункты ГТС (не входящие в трансформационный набор), ввод данных для

пост-обработки может быть осуществлен только после трансформирования и уравнивания спутниковой сети.

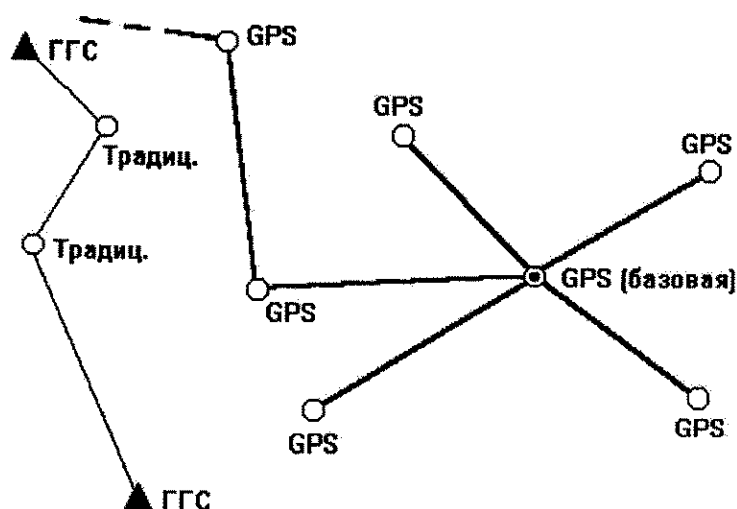


Рис. 4а. Спутниковые и линейно-угловые построения не связаны между собой.

5.4. Схемы совместного использования GPS - аппаратуры и оптического теодолита со светодальномерной насадкой аналогичны рис. 4а-4г. Теодолит со светодальномерной насадкой используется при развитии создаваемой плановой сети методом линейно-угловых построений. Теодолит без насадки используется при развитии плановой сети методом угловых засечек (триангуляция). Ввод данных от теодолита для совместной пост-обработки, как правило, осуществляется вручную, с электронного планшета или электронной записной книжки. Далее технологический процесс идентичен п.5.3.

5.5. Типовые схемы совместного использования GPS - аппаратуры и светодальномера приведены на рис. 5а и 5б. Светодальномер используется для развития создаваемой плановой сети методом линейных засечек (трилатерация). Ввод данных для совместной пост-обработки осуществляется аналогично п. 5.4.

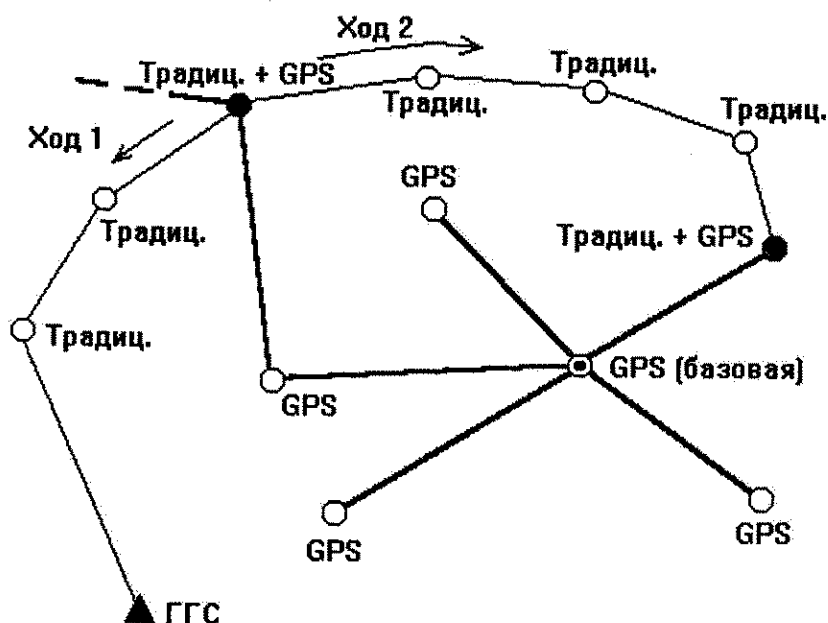


Рис. 4б. Спутниковые и линейно-угловые построения связаны между собой.

(Тахеометрический ход 2 опирается только на пункты GPS, а ход 1 опирается на пункт GPS и пункт государственной (локальной) сети).

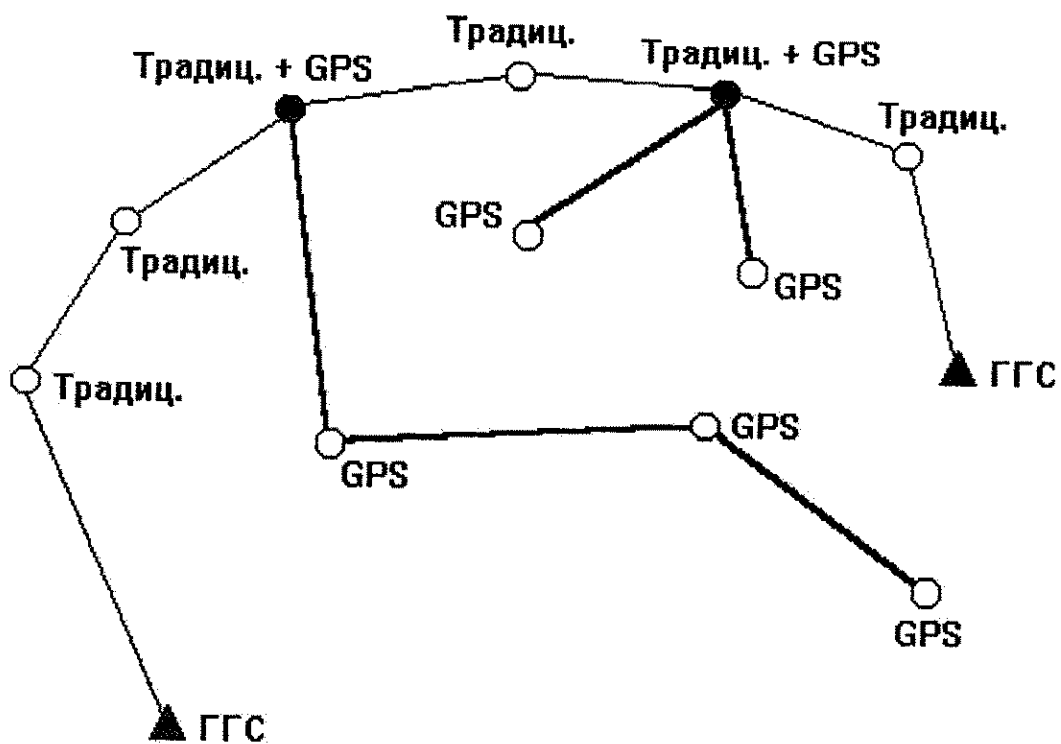


Рис. 4 в. Спутниковая сеть развивается от пунктов, определенных традиционными методами

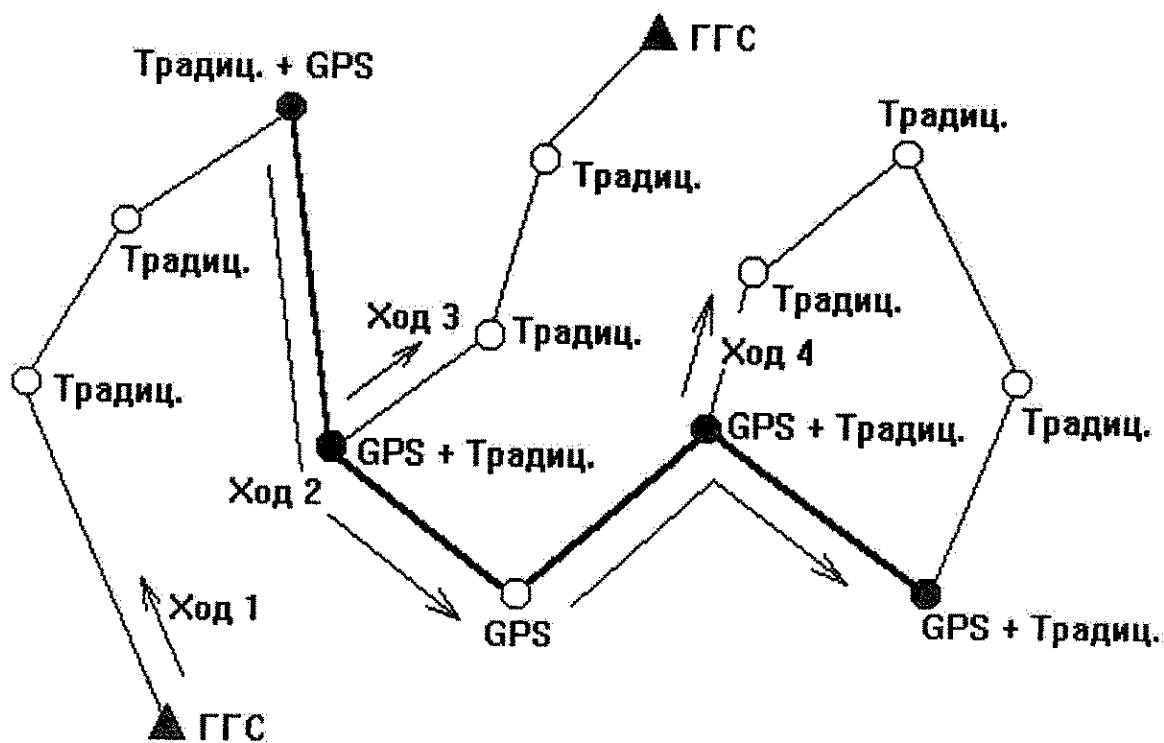


Рис. 4 г. Ступенчатое развитие сети

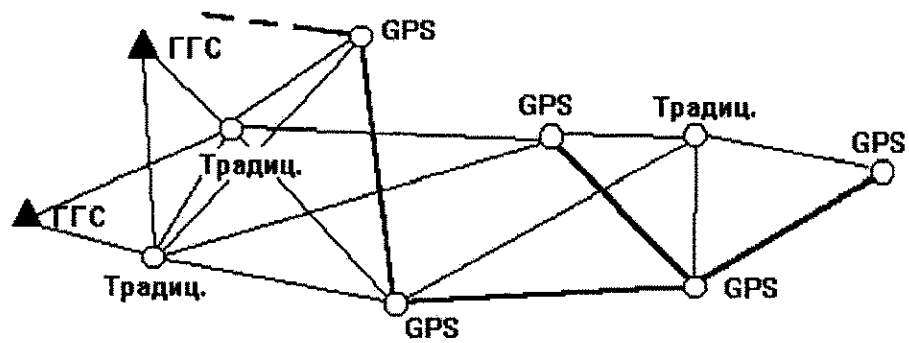


Рис. 5а. Спутниковые построения (лучевой и непосредственный методы) и трилатерация связаны между собой.

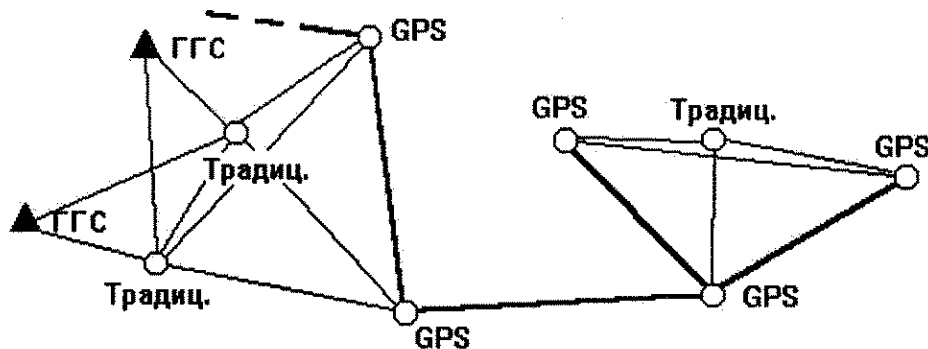


Рис. 5б. Ступенчатое развитие сети.

5.6. Схема развития высотных сетей при совместном использовании спутниковых и традиционного метода (геометрическое нивелирование) приведена на рис. 6. В качестве исходной основы могут использоваться любые типы реперов (грунтовые, стенные и т.д.).

Перед выполнением совместной обработки геоцентрические высоты, полученные при GPS-измерениях, должны быть приведены к ортометрическим высотам.

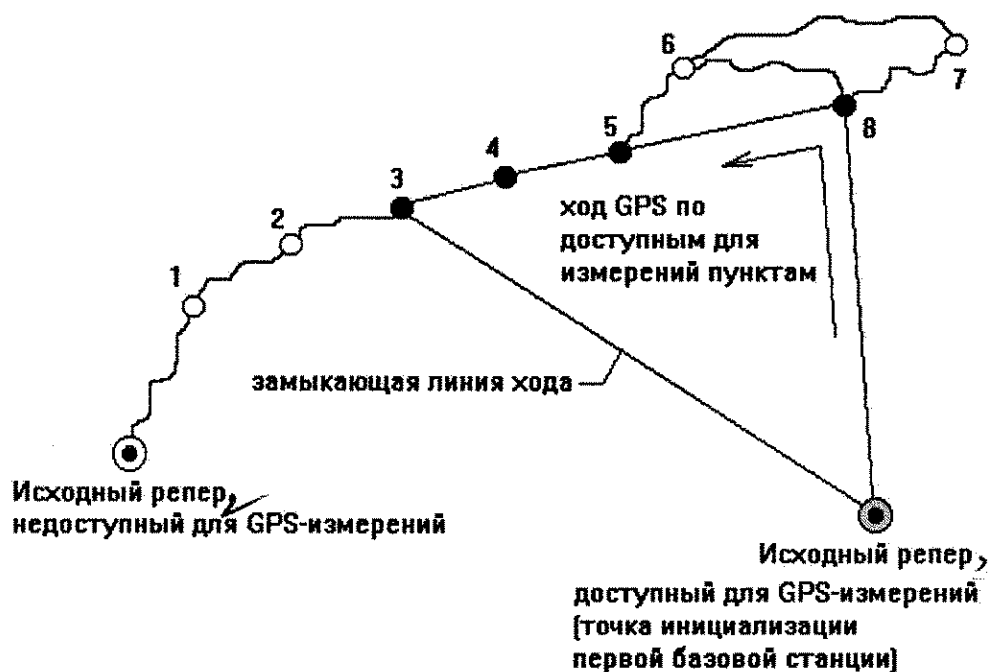


Рис.6. Схема развития высотной сети.

5.7. Приведенные варианты создания планово-высотных сетей подразумевают, что спутниковая аппаратура используется только на пунктах с идеальными условиями радиовидимости. В залесенных, застроенных районах и на промплощадках развитие сети выполняется традиционными приборами и методами.

## 6. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПУНКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ АППАРАТУРЫ

### *Системы координат, используемые при работах со спутниковой аппаратурой*

Единой системой координат, в которой работает спутниковая аппаратура, является геоцентрическая (эллипсоид ПЗ 90 - для ГЛОНАСС и WGS84 - для GPS). В настоящий момент система ГЛОНАСС не передана в активное гражданское использование, поэтому в дальнейшем под термином “геоцентрическая (эллипсоидальная) система координат” понимается система эллипсоида WGS84.

Спутниковая аппаратура определяет координаты (приращения координат) только в геоцентрической системе. Переход от мирового эллипсоида к национальному может быть осуществлен двумя способами - классическим и интерполяционным. Применение первого способа предусматривает использование общих коэффициентов перехода от одного эллипсоида к другому, второго - определение и использование указанных коэффициентов для ограниченного (локального) участка земной поверхности. Оба способа реализованы в рамках программных пакетов фирм-производителей спутниковой аппаратуры.

Наиболее существенным отличием спутниковых координатных определений от традиционных методов является их автономность. Принцип автономности заключается в том, что величина погрешности координат любого определяемого пункта по отношению к исходным не зависит от погрешности предыдущего определяемого пункта (в пределах зоны действия одной базовой станции), т.е. накопления ошибок измерений не происходит.

При работах со спутниковой аппаратурой необходимо обеспечить соответствие требованиям нормативных документов двух показателей - предельной относительной погрешности определения длины стороны в наиболее слабом месте и предельной погрешности дирекционного угла стороны.

### *Создание сетей спутниковой аппаратурой*

Создание сетей может выполняться двумя основными способами – косвенным и непосредственным.

Косвенные измерения (“лучевой” метод) подразумевают наличие одной постоянной базовой станции и, как минимум, одной передвижной. Координаты любого определяемого пункта в этом случае будут вычисляться по отношению к базовой станции. Погрешность взаимного положения смежных определяемых пунктов при таком методе в 1,5 – 2,0 раз больше, однако при использовании этого метода достигается выигрыш в производительности.

Непосредственные измерения подразумевают нахождение одновременно работающих станций на пунктах, ограничивающих каждую сторону хода, причем вычисление координат “переднего” пункта производится по отношению к уже вычисленным координатам “заднего”. Весь ход должен быть разбит на секции из 4 - 6 сторон каждая. В секции не только вычисляют координаты от “заднего” к “переднему”, но и измеряют замыкающую линию - на крайних пунктах (первом и последнем) каждой секции - тоже непосредственным методом. После выполнения указанных операций вычисляют линейную и координатные невязки в системе WGS84 на последнем пункте секции как разность из хода по сторонам секции и измерений замыкающей линии.

Целесообразность применения спутниковой аппаратуры для создания маркшейдерских опорных, геодезических и специальных разбивочных сетей определяется:

- условиями радиовидимости; производительностью; длинами сторон в создаваемой сети; удаленностью определяемых пунктов от исходных.

Удовлетворительными условиями радиовидимости следует считать такие, при которых одновременно выполняются следующие требования:



- 1) Фактор, характеризующий геометрию созвездия спутников (не менее 75% от оптимального, для Leica - GDOP<6; для Trimble - PDOP <4)
- 2) отношение “сигнал/шум” (не менее 80% от оптимального, для Leica - 40, для Trimble - 6);
- 3) качество радиосигнала > 90%;
- 4) потери целых циклов при приеме радиосигнала отсутствуют.

Неудовлетворительными условиями следует считать такие, при которых не выполняется хотя бы одно из указанных выше 4-х требований. Точность измерений пропорциональна коэффициенту радиовидимости  $R$ . При удовлетворительной радиовидимости  $R = 1$  (категория I); при неудовлетворительной -  $R = 2$  (категория II); при режиме “Реокупация” -  $R = 1,5$  (категория III); в условиях нестабильного приема сигналов менее чем от 3-х спутников -  $R = 5$  (категория IV).

Сети с длинами сторон менее 100 м создавать спутниковой аппаратурой нецелесообразно, когда их число более 25% от общего числа сторон. В условиях неудовлетворительной радиовидимости следует максимально увеличивать расстояние между смежными определяемыми пунктами. Экономическую целесообразность использования GPS-технологий определяют исходя из дневной нормы амортизационных отчислений на аппаратно-программный комплекс и заработной платы бригады исполнителей. Коэффициент использования GPS-аппаратуры (по отдельным видам работ) должен быть не менее 0,7, т.е. в течение календарного года два приемника спутниковой аппаратуры должны быть использованы минимум в течение 177 рабочих смен (при длительности 7 часов). Исходя из расчетных величин коэффициентов использования, принимают решение о приобретении аппаратуры непосредственно горным предприятием или более крупной производственной единицей (объединением, концерном).

Минимальная длина сторон, обеспечивающая нормативную величину предельной погрешности дирекционных углов и предельной относительной невязки хода в плановых сетях, созданных с использованием двухчастотной GPS-аппаратуры, приведена в табл. 28.

Таблица 28

Минимальная длина сторон в плановых сетях, создаваемых двухчастотной GPS-аппаратурой при “косвенном” способе измерений

Аналог создаваемой плановой сети	Минимальное расстояние между пунктами, км							
	Исходным и определяемым				Смежными определяемыми			
	категория радиовидимости							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ								
Триангуляция 3 кл.	3,12	6,00	4,44	14,8	0,89	1,72	1,27	4,23
Полигонометрия 4 кл.	0,65	1,25	0,92	3,08	0,41	0,79	0,59	1,95
ОПОРНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЕТИ								
Полигонометрия 1 р.	0,26	0,50	0,37	1,23	0,21	0,29	0,40	0,98
Полигонометрия 2 р.	0,13	0,25	0,18	0,62	0,10	0,15	0,20	0,49
СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ								
Для $1/f = 1:3000$	0,08	0,15	0,11	0,37	0,04	0,07	0,05	0,17
Для $1/f = 1:2000$	0,05	0,10	0,07	0,24	0,04	0,07	0,05	0,17
Для $1/f = 1:1000$	0,03	0,05	0,04	0,12	0,04	0,07	0,05	0,17
Примечание. При использовании одночастотной GPS-аппаратуры, указанные в данной таблице значения длины линий необходимо увеличить не менее, чем в 2 раза; при проведении измерений “непосредственным” способом: для двухчастотной аппаратуры – допускается уменьшение длины линий не более, чем в 1,5 раза; для одночастотной - требуется увеличение длины линий не менее, чем в 1,5 раза.								

Минимальная длина сторон, обеспечивающая нормативную величину погрешности определения превышений в сетях, созданных с использованием GPS-аппаратуры, приведена в табл. 29.

Таблица 29

Значения минимальной длины сторон в высотных сетях, создаваемых GPS-аппаратурой с применением “непосредственного” способа измерений

Аналог создаваемой сети нивелирования	Минимальное расстояние между пунктами, км							
	Исходным и определяемым				Смежными определяемыми			
	Категория радиовидимости							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
ДВУХЧАСТОТНАЯ АППАРАТУРА								
III класс	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
IV класс	0.17	1.00	0.44	-	0.17	1.00	0.44	-
Техническое	0.01	0.11	0.06	1.00	0.01	0.11	0.06	1.00
ОДНОЧАСТОТНАЯ АППАРАТУРА								
III класс	2.25	-	-	-	2.25	-	-	-
IV класс	0.38	2.25	0.99	-	0.38	2.25	0.99	-
Техническое	0.02	0.25	0.14	2.25	0.02	0.25	0.14	2.25
Примечание. При выполнении измерений “косвенным” методом длину, указанную в таблице, необходимо увеличить не менее, чем в 2 раза; прочерк в таблице означает, что в данных условиях радиовидимости, при любой длине, невозможно обеспечить нормативную точность создаваемой высотной сети.								

Данные табл. 28 и 29 соответствуют точности однократных измерений

#### Оценка качества сети исходных (трансформационных) пунктов

Целью оценки качества сети исходных пунктов является: определение изменения их положения, связанного с влиянием горных работ; определение фактических значений погрешностей взаимного положения пунктов; установление возможности перевода координат определяемых пунктов из WGS84 в локальную систему по программному пакету спутниковой аппаратуры; выбор пары пунктов, имеющих наименьшие значения погрешностей взаимного положения. Оценка качества (состояния) геодезической сети, пункты которой планируют использовать в качестве трансформационных, включает в себя оценку качества полевых измерений на этих пунктах и определение погрешностей их взаимного положения.

Для определения величин погрешностей взаимного положения пунктов используют следующие способы:

1. При ограниченном числе трансформационных пунктов (не более 3 - 4) сравнивают стороны, длина которых получена путем GPS-измерений (с учетом удаления от осевого меридиана зоны), со сторонами, вычисленными по значениям координат из каталога. От величин погрешностей длин осуществляют переход к погрешностям координат по осям X и Y;

2. при количестве трансформационных пунктов более 4-х каждый из пунктов последовательно принимают в качестве определяемого, вычисленные значения его координат сравнивают с данными каталога.

В зависимости от величин указанных погрешностей на каждом из пунктов сети выбирают способ перевода координат определяемых пунктов в локальную систему. Нарушенные пункты принимают в качестве определяемых и “вставляют” в существующую сеть. По результатам измерений перевычисленные пункты относят к тому или иному классу (разряду) сети.

Для контроля неподвижности пунктов сети, созданных GPS-аппаратурой, измеряют горизонтальные углы между смежными сторонами. Расхождение между измеренным значением угла

$\beta_{\text{изм}}$  и полученным по разности дирекционных углов смежных сторон  $\beta_{\text{GPS}}$  не должно превышать величины  $\Delta$ :

$$\Delta^2 = \left( \frac{M_{ij} \rho \sqrt{2}}{S} \right)^2 + (2 m_\beta)^2,$$

где  $M_{ij}$  - погрешность взаимного положения пунктов  $i, j$ , координаты которых определены GPS;  
 $S$  - длина линии  $i-j$ ;

$m_\beta$  - средняя квадратическая погрешность измерения угла, соответствующая классу (разряду) построенной сети.

В процессе эксплуатации сети неподвижность пунктов проверяют измерением контрольного угла, который не должен отличаться от ранее измеренного на величину более  $2 m_\beta$ .

### *Использование спутниковой аппаратуры при наблюдениях за сдвижением земной поверхности*

Для использования <sup>э</sup>спутниковой аппаратуры при наблюдениях за сдвижением земной поверхности необходимо соблюдение следующих условий:

- 1) Радиовидимость на определяемых пунктах должна быть удовлетворительной ( $R = 1$ );
- 2) Измерения должны проводиться непосредственным методом (могут быть использованы как два, так и более приемников);
- 3) Используемая аппаратура должна быть двухчастотной.

В этом случае спутниковая аппаратура позволяет выполнять:

- 1) Определение величин и направлений векторов смещений (с последующим переводом величин смещения реперов в локальную систему);
- 2) Привязку по высоте опорных реперов наблюдательных станций от пунктов ГГС;
- 3) Измерения превышений на отрезках профильных линий, соответствующих  $2 \div 4$  стоянкам при числе стоянок нивелира более 15-ти на 1 км хода;
- 4) Проведение многократных (не менее 4-х) сеансов наблюдения при различных созвездиях спутников (при соответствии времени измерения критерию "производительность");
- 5) Определение высотных отметок одного или нескольких рабочих реперов, находящихся на пересечении профильных линий или профильных линий протяженностью более 1500 - 2000 м для контроля превышений, определяемых традиционным нивелированием, и исключения накопления ошибок в длинах линий, измеряемых рулеткой (светодальномером);
- 6) Нивелирование в условиях, когда прокладка ходов традиционным способом затруднительна - на бортах карьеров, в гористой местности;
- 7) Определение величин отклонений реперов профильных линий от створа в процессе трехкоординатных наблюдений.

## 7. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Государственная плановая геодезическая сеть создается методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации и подразделяется на сети 1-го, 2-го, 3-го и 4-го классов.

Для обеспечения топографических съемок крупных масштабов и решения других инженерно-технических задач строятся геодезические сети сгущения. Они подразделяются на сети триангуляции и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов.

В табл. 30 и 31 приведены характеристики государственных геодезических сетей 4 класса и сетей сгущения 1 и 2 разрядов.

Таблица 30

Характеристика сетей триангуляции 4 класса, 1 и 2 разрядов

Показатели	4 класс	1 разряд	2 разряд
Длина стороны треугольника, км, не более	5	5	3
Минимально допустимая величина угла:			
в сплошной сети	20°	20°	20°
связующего в цепочке треугольников	—	30°	30°
во вставке	—	30°	20°
Число треугольников между исходными сторонами или между исходным пунктом и исходной стороной, не более	—	10	10
Минимальная длина исходной стороны, км	—	1	1
Средняя квадратическая погрешность измерения углов, вычисленная по невязкам треугольников	2"	5"	10"
Предельная невязка в треугольнике	8"	20"	40"
Относительная погрешность исходной (базисной) стороны, не более	1:200 000*	1:50 000	1:20 000
Относительная средняя квадратическая погрешность определения длины стороны в наиболее слабом месте, не более	—	1:20 000	1:10 000

\* При развитии самостоятельных сетей

## Характеристика сетей полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов

Показатели	4 класс	1 разряд	2 разряд
Предельная длина хода, км:			
отдельного	15	5	3
между исходной и узловой точками	10	3	2
между узловыми точками	7	2	1,5
Предельный периметр полигона, км	30	15	9
Длина сторон хода, км:			
наибольшая	2	0,8	0,35
наименьшая	0,25	0,12	0,08
средняя расчетная	0,50	0,30	0,20
Число сторон в ходе, не более	15	15	15
Предельная относительная невязка хода	1:25 000	1:10 000	1:5 000
Средняя квадратическая погрешность измерения угла ( по невязкам в ходах и полигонах), <del>(сек)</del> (...")	3	5	10
Угловая невязка хода или полигона, не более, где n-число углов в ходе, <del>(сек)</del> (...")	$5\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$

Примечания. 1. В отдельных случаях при привязке ходов полигонометрии к пунктам государственной геодезической сети с использованием светодальномеров длины примычных сторон хода могут быть увеличены на 30 %.

2. В порядке исключения в ходах полигонометрии 1 разряда длиной до 1 км и в ходах полигонометрии 2 разряда длиной до 0,5 км допускается абсолютная линейная невязка 10 см.

3. Число угловых и линейных невязок, близких к предельным, не должно превышать 10 %.

4. Допускается увеличение длин ходов полигонометрии 1 и 2 разряда на 30 % при условии определения дирекционных углов сторон хода с точностью 5-7" не реже чем через 15 сторон и не реже чем через 3 км.

Расстояние между пунктами параллельных полигонометрических ходов 1 разряда, по длине близких к предельным, не должно быть менее 1,5 км. При меньших расстояниях ближайшие пункты должны быть связаны ходом того же разряда.

Если пункты хода полигонометрии 1 разряда отстоят меньше чем на 1,5 км от пунктов параллельного хода полигонометрии 4 класса, то между этими ходами должна быть осуществлена связь проложением хода 1 разряда.

Характеристика сетей полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов, прокладываемых с использованием электронных тахеометров и светодальномеров

Показатели	4 класс	1 разряд	2 разряд
Предельная длина отдельных полигонометрических ходов* в зависимости от числа сторон $n$ в ходе, км:	8 при $n=30$ 10 при $n=20$ 12 при $n=15$ 15 при $n=10$ 20 при $n=6$	10 при $n=50$ 12 при $n=40$ 15 при $n=25$ 20 при $n=15$ 25 при $n=10$	6 при $n=30$ 8 при $n=20$ 10 при $n=10$ 12 при $n=8$ 14 при $n=6$
Длина сторон хода, км: наименьшая**, км	0,25	0,12	0,08
Средняя квадратическая погрешность измерения длины стороны	до 500 м - 2 см от 500 до 1000 м - 3 см свыше 1000 м - 1:40000	до 1000 м - 3 см свыше 1000 м - 1:30000	до 1000 м - 5 см

Примечания.

\* Предельная длина ходов:

между исходным и узловым пунктами -  $2/3$  длины отдельного хода, определенного в зависимости от числа сторон " $n$ ";

между узловыми пунктами -  $1/2$  длины отдельного хода, определенного в зависимости от числа сторон " $n$ " (при уменьшении числа сторон " $n$ " хода соответственно на  $2/3$  и  $1/2$ ).

\*\* При измерении линий светодальномерами и электронными тахеометрами предельная длина сторон не устанавливается, однако следует избегать перехода от наименьших сторон хода к максимально возможным.

### НИВЕЛИРНЫЕ СЕТИ

Государственная нивелирная сеть разделяется на нивелирные сети I, II, III и IV классов. Нивелирные сети I и II классов являются главной высотной основой, посредством которой устанавливается единая система высот на всей территории СССР. Нивелирные сети III и IV классов служат для обеспечения топографических съемок и решения инженерных задач.

Нивелирование I класса выполняют с наивысшей точностью, достигаемой применением наиболее совершенных инструментов и методов наблюдений, и возможно полным исключением систематических ошибок.

Невязки в полигонах нивелирования II класса допускают не более  $5\sqrt{L}$ , мм, где  $L$  - периметр полигона или длина линии в км.

Нивелирные сети III и IV классов прокладывают внутри полигонов высшего класса отдельными линиями или в виде систем линий с узловыми пунктами.

Периметры полигонов нивелирования III класса, как правило, не должны превышать 150 км. Нивелирование III класса выполняют в прямом и обратном направлениях; невязки в полигонах и по линиям допускают не более  $10\sqrt{L}$  мм.

Нивелирование IV класса выполняют в одном направлении; невязки в полигонах и по линиям допускают не более  $20\sqrt{L}$ , мм. Длина линий нивелирования IV класса не должна превышать 50 км.

## 8. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТОПОГРАФИЧЕСКИМ ПЛАНАМ

1. На топографических планах должны быть отражены объекты, предусмотренные «Условными знаками для топографических планов в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500». Объекты, связанные с горными разработками: провалы, воронки, отвалы пород, устья горных выработок, скважины и сооружения при них отображают на планах в соответствии с «Условными обозначениями для горной графической документации».

2. Топографические планы масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 создают в результате топографических съемок или составляют (кроме масштаба 1:500) по материалам топографических съемок более крупных масштабов. Основными методами съемки являются аэрофототопографические: стереотопографический и комбинированный; в гористой (преимущественно открытой) местности применяют наземную фототопографическую съемку. Для получения планов небольших участков применяют мензультную, тахеометрическую или теодолитную съемки.

3. Съёмочную сеть создают с целью сгущения опорной плановой и высотной сети до плотности, обеспечивающей выполнение топографической съемки.

4. Предельные погрешности положения пунктов плановой съёмочной сети, в том числе опознаков, относительно пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения не должны превышать на открытой местности и на астроеной территории 0,2 мм в масштабе плана и 0,3 мм на местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью. Предельные погрешности определения высот пунктов съёмочной сети не должны превышать 1/5 высоты сечения рельефа.

5. Точность топографических планов земной поверхности при их приемке оценивают по данным контрольных измерений. Средние погрешности в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съёмочного обоснования не должны превышать 0,5 мм, а в горных и залесенных районах – 0,7 мм. На территориях с капитальной и многоэтажной застройкой предельные погрешности во взаимном положении на плане точек ближайших контуров (капитальных сооружений, зданий и т.п.) не должны превышать 0,4 мм.

Средние погрешности съемки рельефа относительно ближайших точек съёмочного обоснования не должны превышать по высоте:

1/4 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона до  $2^{\circ}$ ;

1/3 при углах наклона от  $2^{\circ}$  до  $6^{\circ}$  для планов масштаба 1:5000, 1:2000 и до  $10^{\circ}$  для планов масштабов 1:1000 и 1:500;

1/3 при сечении рельефа через 0,5 м на планах масштабов 1:5000 и 1:2000.

На лесных участках местности эти допуски увеличиваются в 1,5 раза. В районах с углами наклона местности свыше  $6^{\circ}$  для планов масштабов 1:5000 и 1:2000 и свыше  $10^{\circ}$  для планов масштабов 1:1000 и 1:500 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов, а средние погрешности высот, определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа.

6. Предельные расхождения в плане и по высоте не должны превышать удвоенных значений допустимых средних погрешностей, а их количество не должно быть более 10% от общего числа контрольных измерений. Отдельные расхождения могут превышать удвоенную среднюю погрешность, при этом их число не должно быть более 5% от общего числа контрольных измерений. Эти расхождения включаются в подсчет средних значений.

Если планы составлены в более крупном масштабе, чем масштаб съемки, то точность таких планов оценивают по масштабу съемки.

\* При оценке точности топографической съемки принята средняя погрешность. Для перехода от средних погрешностей ( $\theta$ ) к средним квадратическим погрешностям ( $m$ ) применяется коэффициент 1,4, т.е.  $m = 1,4\theta$ .

✓✓ 7. Предельная погрешность определения положения устьев скважин, шурфов, штолен и других горных выработок при разведке месторождений, вне зависимости от масштаба съемки, не должна превышать 1 м в плане и 0,3 м по высоте относительно ближайших пунктов съемочной сети. При разведке россыпных месторождений, разрабатываемых открытым способом, эти погрешности не должны превышать в плане 1,4 м, по высоте - 0,3 м при слабовыраженном тальвеге россыпи и половины высоты сечения рельефа - при резко выраженном тальвеге.

✓ 8. Полевые оригиналы планов вычерчивают в соответствии с действующими "Условными знаками для топографических планов в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500". Устья горных выработок на топографических планах вычерчивают в соответствии с действующими "Условными обозначениями для горной графической документации".



## 9. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ

Настоящей инструкцией установлены предельные погрешности пунктов маркшейдерской съёмочной сети на земной поверхности в плане 0,4 мм в масштабе съёмки и 0,2 м по высоте. Требования к построению сети, изложенные в разделе 4, обеспечивают ее необходимую точность. Предварительную оценку положения пунктов съёмочной сети необходимо выполнять при их определении обратной засечкой, а также при других способах, если параметры ее построения отличаются от установленных инструкцией. Предварительная оценка точности позволяет выбрать форму геодезических построений и методику измерений, обеспечивающие точность проектируемой сети.

Если вычисление координат пунктов сети выполняют на ПЭВМ, рекомендуется использовать программы, реализующие уравнивание по способу наименьших квадратов и позволяющие выполнять предварительную оценку точности.

Приближенные формулы для предварительной оценки погрешности положения пунктов съёмочной сети приведены в таблице 33. Значения, входящих в формулы углов и длин, определяют по схеме сети с точностью 1° и 0,1 км соответственно.

Таблица 33

Формулы для предварительной оценки точности положения пунктов съёмочной сети.

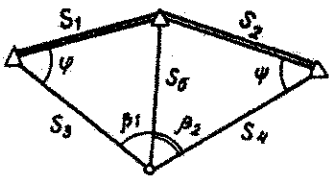
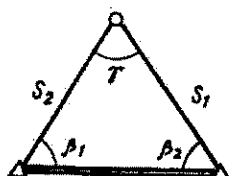
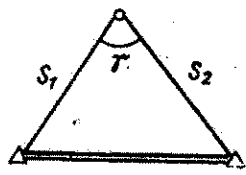
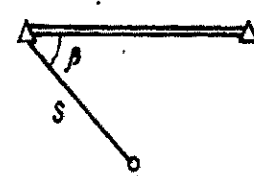
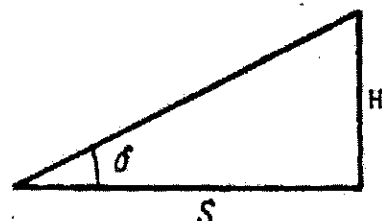
Схема	Расчетная формула
1	2
<p>Обратная засечка</p> 	$m_l = \frac{m_\beta S_5}{\rho \sin(\varphi + \psi)} \sqrt{\left(\frac{S_3}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{S_4}{S_2}\right)^2}$
<p>Прямая и боковая засечки</p> 	$m_l = \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$
<p>Линейная засечка</p> 	$m_l = \frac{\sqrt{m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2}}{\sin \gamma}$

Схема $\alpha$	Расчетная формула
<p>Полярная засечка</p> 	$m_l = \sqrt{m_S^2 + m_\beta^2 \frac{S^2}{\rho^2}}$
<p>Тригонометрическое нивелирование</p> 	$m_H = \sqrt{m_S^2 \operatorname{tg}^2 \delta + \frac{m_\delta^2 S^2}{\rho^2 \cos^4 \delta}}$
<p>Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: <math>m_b, m_H, m_\beta, m_\delta, m_S</math> – соответственно средние квадратические погрешности положения пунктов в плане и по высоте (м), измерений горизонтальных и вертикальных углов (...) и определения расстояний (м); <math>\rho</math> – число секунд в радиане; <math>S</math> – расстояние между пунктами (м).</p>	

### Пример выбора вариантов обратной геодезической засечки

#### 1. Расчет погрешности положения пункта, определяемого обратной засечкой

Задачей расчета является выбор исходных пунктов для обратной засечки. Для расчета используют сводный план карьера в наиболее мелком масштабе, например 1:5000; на плане отмечают предполагаемое положение определяемого пункта Р и проводят направления на исходные пункты, видимые с определяемого (рис.7). Из возможных вариантов обратных засечек выбирают те, у которых сумма углов  $\phi + \varphi$  отличается от  $0^\circ$  или  $180^\circ$  не менее чем на  $30^\circ$ .

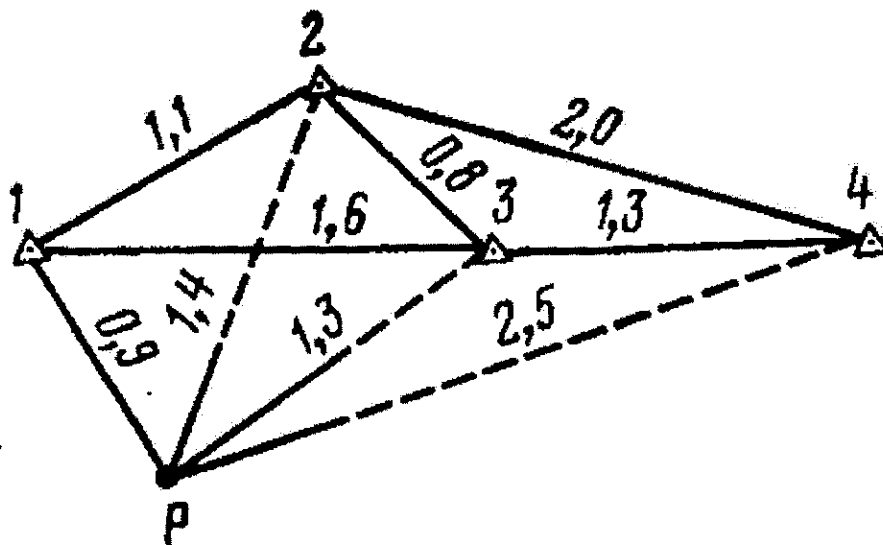


Рис. 7. Варианты обратной геодезической засечки (длины линий даны в км)

По каждому варианту засечки рассчитывают среднюю квадратическую погрешность положения определяемого пункта (м) по формуле из табл. 33.

Для определения пункта Р выбирают два варианта засечки, для которых погрешности  $m_1$  не превышают 0,3 мм на плане.

#### Пример оценки вариантов обратной геодезической засечки

Для схемы, приведенной на рис. 2, можно составить четыре варианта засечки: а - на пункты 1, 2, 3; б - на пункты 2, 3, 4; в - на пункты 1, 2, 4; г - на пункты 1, 3, 4. Данные для расчета приведены в таблице 34. Средняя квадратическая погрешность измерения углов принята равной 15".

Таблица 34

Измеряемые величины	Варианты			
	А	б	В	г
	1, 2, 3	2, 3, 4	1, 2, 4	1, 3, 4
Расстояние от определяемого до исходного пункта, км:				
левого	0,9	1,4	0,9	0,9
среднего	1,4	1,3	1,4	1,3
правого	1,3	2,5	2,5	2,5
Расстояние между исходными пунктами, км:				
левым и средним	1,1	0,8	1,1	1,6
средним и правым	0,8	1,3	2,0	1,3
Углы $\phi$	89°	68°	89°	59°
$\phi$	79°	17°	35°	17°
$\sin(\phi+\phi)$	0,21	1,0	0,72	0,97
Средняя квадратическая пог- решность положения пункта, м	0,9	0,3	0,2	0,2

Как следует из расчета для определения координат пункта целесообразно использовать варианты «в» и «г».

## 10. ПОПРАВКИ ЗА КРИВИЗНУ ЗЕМЛИ И РЕФРАКЦИЮ

Поправки за кривизну Земли и рефракцию учитывают при одностороннем определении превышений тригонометрическим нивелированием. Поправку находят, пользуясь приведенной ниже таблицей, и вводят со знаком «плюс» в превышение, определенное с пункта, на котором измерен вертикальный угол.

Величины суммарных поправок в превышения за кривизну Земли и рефракцию (м) определены по формуле:

$f = 0,42 d^2 / R$ , где  $d$  - горизонтальное проложение расстояния между пунктами, м;  $R$  - радиус Земли, равный  $6,37 \cdot 10^6$  м.

При значительных углах наклона и больших расстояниях между пунктами поправки в превышения за кривизну Земли и рефракцию вычисляют по формуле:

$$f' = \frac{f}{\cos^2 \delta}$$

где  $\delta$  - угол наклона линии визирования

Таблица 35

Поправки за кривизну Земли и рефракцию  $f$ , м

d	f	d	f	d	f	d	f	d	F
270	0.01	1070	0.08	1480	0.15	1810	0.22	2040	0.28
480	0.02	1130	0.09	1530	0.16	1850	0.23	2080	0.29
620	0.03	1200	0.10	1580	0.17	1890	0.24	2120	0.30
730	0.04	1260	0.11	1630	0.18	1930	0.25	2150	0.31
830	0.05	1300	0.12	1680	0.19	1970	0.26	2190	0.32
910	0.06	1380	0.13	1720	0.20	2000	0.27	2220	0.33
990	0.07	1450	0.14	1760	0.21	2040		2250	
1070		1480		1810					

# 11. ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Таблица 36

Наименование объектов и сооружений	Дешифровочные признаки	Примечание
1	2	3
1. Нефтесборные пункты и товарные парки	Распознаются по комплексу строений и сооружений, в который входят нефтяные резервуары, технологические установки первичной обработки нефти, парокотельная, насосная и др. производственные здания. Все объекты размещают на площадках <del>сборных</del> пунктов с соблюдением противопожарных разрывов между ними	Размещают, как правило, в центре обслуживаемого промысла
а) технологические установки первичной обработки нефти	Распознаются по специфической архитектуре	
б) газосепараторные узлы и концевые трапные батареи	Распознаются по фотоизображениям сепараторов и трапов и падающим от них куполообразным теням	
в) деэмульсационные установки, дегидраторы и теплообменники	Распознаются по покрытым теплоизоляционным слоем горизонтальным теплообменникам и отстойникам	
г) парокотельные	Распознаются по дымовым трубам, печам и паропроводам к нефтяным резервуарам и теплообменникам	Дымовые трубы вычерчивают строго по основаниям
д) наземные стальные или железобетонные резервуары	Изображаются на аэроснимках в виде цилиндров с падающими полуовальными тенями	Вычерчивают по нижнему основанию в масштабе снимков
е) полуподземные и подземные железобетонные нефтехранилища	Распознаются по изображениям насыпей над резервуарами	Вычерчивают сплошными линиями по верхней бровке насыпи и пунктиром по ее нижней границе
ж) открытые хранилища некондиционной нефти	Распознаются по густой пленке нефти на поверхности запруженных водоемов или по специальным земляным сооружениям. Занимают значительную площадь	Вычерчивают в соответствии с их размерами и очертаниями

Наименование объектов и сооружений	Дешифровочные признаки	Примечание
1	2	3
з) нефтяные насосные станции	Распознаются по одному из ближайших к резервуарам зданию и по высоковольтной подводке	Располагают рядом с парками резервуаров и часто совмещены в одном здании с трансформаторными подстанциями, операторными. При вычерчивании следует выделять части здания, занятые насосами и трансформаторами
2. Газораспределительные станции	Распознаются по собственному комплексу производственных строений: по сепараторной и одоризационной установкам	Располагают вблизи нефтесборных пунктов и нефтехранилищ
3. Газокомпрессорные станции	Распознаются по характерной стандартной форме зданий машинного зала с часто и линейно расположенными вентиляционными трубами	
4. Газовые свечи	Распознаются по вертикальным трубам и теням от них, по концентрической окопке вокруг свечей или по ореолу пламени	Эти сооружения используются в качестве ориентиров при привязке буровых скважин
5. Водозаборные насосные	Распознаются по комплексу сооружений, состоящему из водозаборной эстакады и водосборников, самого здания насосной станции, трансформаторной подстанции и расходящимся водопроводам	Располагают у источников водоснабжения
6. Водонапорные регулирующие резервуары	Распознаются по фотоизображениям наземных резервуаров или по насыпям над подземными резервуарами	Располагают на наиболее возвышенных местах
7. Водохранилища	Выделяются большими размерами и наличием насосных станций	
8. Электростанции	Распознаются по производственным зданиям характерного вида, трансформаторными подстанциями, градирням, водоемам и радиально исходящим линиям электропередачи	
9. Трансформаторы на столбах	Распознаются по <del>падающим</del> от них теням	
10. Воздушные линии высокого напряжения	Распознаются по фотоизображениям и теням от ферм и столбов, линейно расположенным относительно друг друга. Повторные столбы узнают по теням от подкосов	
11. Скважины	Распознаются по сооружениям, возводимым над их устьями для бурения, эксплуатации или ремонта	В результате дешифрирования устанавливают назначение скважины и определяют на снимке положение устья

Наименование объектов и сооружений	Дешифровочные признаки	Примечание
1	2	3
а) скважины, находящиеся в бурении	Распознаются по буровым вышкам и привышечным сооружениям: запасным резервуарам или земляным амбарам для бурового раствора, циркуляционной системе, трансформаторной подстанции	
б) добывающие скважины	Распознаются по теням от лестниц и ног	
в) фонтанирующие и газлифтные скважины, не оборудованные эксплуатационными вышками и мачтами	Распознаются по теням отустьевой фонтанной арматуры и ее обвязки	Устье скважины на- калывают под голов- кой мачты
г) глубино-насосные скважины	Распознаются по изображениям и теням от станков-качалок	Устье скважины рас- положено под голов- кой балансира-качал- ки
д) ликвидированные скважины	Распознаются по следам буровых работ, оставшейся на местности арматуре, бетонным фундаментам буровых вышек, провальным воронкам	На нерекультивиро- ванных землях
е) провальные воронки	Распознаются по изображениям провалов с резко очерченными обрывистыми берегами, заполненными водой и нефтью	Устье скважины на- ходят по пересечению диагоналей четырех- угольника, образован- ного бетонными тру- бами фундамента
ж) скважины технической и йодобромной воды	Распознаются по эксплуатационным колодцам, расположенным над устьем скважины, и по водоотводам от них	
12. Подземные трубопроводы	Распознаются по остаткам изоляционного материала, нарушениям асфальтового покрытия дорог при пересечениях трубопроводами, по ряду ландшафтных признаков: ранним всходам, проталинам при первых заморозках и др.	
13. Трубопроводы, уложенные на поверхности	Изображаются в виде слабоискривленных темных или светлых линий различной толщины	
14. Свежезасыпанные траншеи	Распознаются по светлым линиям и ребристой дорожке, оставленной бульдозером после засыпки	
15. Поверхностные кабельные прокладки	При полевом дешифровании необходимо ориентироваться на «сторожки», установленные на трассе кабельных прокладок	

## 12. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА СЪЕМКУ ПЛОЩАДКИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИНЫ

### 1. Общие сведения

Площадки для строительства скважин расположены на нефтегазовых месторождениях Ахтырского НГДУ в Сумской и Харьковской областях.

Целью комплекса изысканий является сбор данных, изучение и картографирование топографической поверхности, проведение исследований проб грунтов и др. для обеспечения составления проектов на рекультивацию земель, освобождающихся после бурения скважин, составления инженерно-геологического заключения о возможности строительства скважины на намеченном участке и выдачи рекомендаций о конструкции фундаментов под буровые установки.

Расположение площадок показано на планах землепользований, приложены акты выбора площадок.

### 2. Топографо-геодезические работы

2.1. Выполнить топографическую съемку на участках, отведенных для строительства скважин.

Площадь участка 1,6-3,5 га, масштаб съемки 1:1000 с составлением плана в масштабе 1:500, сечение рельефа 0,5 м. Произвести съемку подземных коммуникаций, определить габариты воздушных электролиний и линий связи на участке, указать номера опор, выполнить их эскизы, произвести планово-высотную привязку инженерно-геологических выработок (скважины, шурфы). Съемка необходима для проектирования и рационального размещения буровой и др.

2.2. Для обеспечения выноса проекта в натуру на площадках произвести закладки планово-высотных знаков (грунтовые реперы) в местах, обеспечивающих их длительную сохранность.

2.3. Правильность нанесения подземных коммуникаций засвидетельствовать подписью главного маркшейдера НГДУ.

2.4. Топографо-геодезические работы выполнить в местной системе координат и Балтийской системе высот.

2.5. Топографо-геодезические работы выполнить в соответствии с требованиями СНиП 1.02.07.87 и настоящей Инструкции.

2.6. Материалы изысканий систематизировать в техническом отчете.

Передаче заказчику подлежат материалы:

каталог координат и высот знаков и геологических выработок;

схема планово-высотного обоснования;

абрисы и эскизы грунтовых и стенных реперов;

светокопии планов масштаба 1:500 и 1:5000;

акты сдачи главному маркшейдеру (НГДУ) установленных на площадках геодезических знаков.

### 3. Инженерно-геологические работы

Произвести инженерно-геологические изыскания с детальностью, необходимой для полного инженерно-геологического обоснования проекта строительства скважины.



Объемы работ и методику инженерно-геологических исследований закладывают в зависимости от конкретных геолого-гидрогеологических условий.

#### 4. Опробование

Опробованию подлежат все литологические разновидности грунта. Пробы отбирают с нарушенной и ненарушенной структурами.

Количество проб с ненарушенной структурой должно быть не менее шести для каждой литологической разновидности грунтов, с нарушенной – отбирают из каждой четвертой (на площадке) скважины через 1,0-2,0 м. При наличии грунтовых вод на глубине, превышающей предполагаемую глубину заложения фундаментов, отобрать две пробы на площадке.

К разделу технического отчета «Инженерно-геологические условия» приложить следующие материалы:

- план расположения скважин и линий инженерно-геологических разрезов;
- инженерно-геологические разрезы;
- колонки выработок;
- результаты комплексов определений физических свойств грунтов;
- сводную таблицу результатов лабораторных исследований грунтов;
- результаты химического анализа грунтовых вод.

#### 5. Гидрогеологические и метеорологические работы

Гидрогеологические изыскания произвести на площадках, где это диктуется условиями местности, и определить:

максимальные весенний и осенний расходы воды в  $\text{м}^3/\text{с}$  в период паводков, даты и продолжительность их;

среднюю и максимальную скорости течения водотоков в  $\text{м}/\text{с}$ ;

среднюю глубину и ширину водотоков на участке, прилегающем к площадке скважины.

Произвести расчеты горизонтов высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности (ГВВ – 1%, ГВВ – 10%).

В результате выполненных изысканий представить:

краткие гидрологические характеристики прилегающих к площадкам водотоков;

климатические характеристики районов работ с отражением таких факторов, как температура воздуха, осадки, ветер, промерзание почвы, грозы, туманы, метели.

#### 6. Приложения к заданию

Программа работ Ахтырского НГДУ, акты выбора площадок на \_\_\_\_\_ листах, светокопии планов расположения участков скважин на \_\_\_\_\_ листах.

### 13. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОЕКЦИОМЕТРОВ ПМ4 И ПМ11

Проектиометр ПМ4 (рис. 8) предназначен для контроля вертикальности проходки стволов и скважин всеми типами буровых установок, у которых буровая колонна в процессе монтажа или демонтажа опирается на ротор или опорную балку 7. Проектиометр включает: бобину 1, вмещающую 1000 м миллиметрового троса 6, блок-счетчик 2 для измерения глубины, поворотнo-зажимное устройство 3 для вращения бобины вокруг вертикальной оси на треноге 5. Треногу закрепляют на торце буровой колонны 8 или устанавливают как обычный геодезический штатив. Для спуска, натяжения и центрирования троса 6 в буровой колонне в комплект проектиометра входит центрирующий груз 9. Прибор снабжен микрометрическим уровнем 4, закрепляемым на тросе с помощью зажимов. Для определения смещения центра бурового снаряда 10 относительно устья форшахты 11 измеряют уровнем отклонение от вертикали оси троса, натянутого внутри буровой колонны.

Проектиометр ПМ4 позволяет контролировать вертикальность скважин и шахтных стволов глубиной до 1000 м при углах отклонения до 10'. Средняя квадратическая погрешность определения положения центра бурового снаряда составляет 1:10000 глубины контролируемого сечения выработки 12.

Измерения выполняют, когда буровая колонна подвешена на роторе или опорной балке после наращивания очередным звеном. Проектиометр устанавливают на торце буровой трубы и опускают центрирующий груз по колонне до бурового снаряда. Под бобиной на тросе закрепляют микрометрический уровень.

Один прием наблюдений за положением центра бурового снаряда включает: снятие показаний с блок-счетчика глубины, установку микрометрического уровня по оптическому визиру в направлении одной из осей ствола путем вращения бобины в поворотном устройстве; приведение в горизонтальное положение цилиндрического уровня микрометрическим винтом; взятие отсчета по шкалам винта; повторение двух последних операций после установки микрометрического уровня по направлению, отличающемуся на 90, 180 и 270° относительно начального.

Смещение (мм) центра бурового снаряда относительно устья форшахты по направлению осей ствола вычисляют по формулам:

$$A_x = 2HK(a_{180} - a_0); \quad A_y = 2HK(a_{270} - a_{90}),$$

где  $H$  - глубина ствола до контролируемого сечения, м;  $a_0$ ,  $a_{90}$ ,  $a_{180}$  и  $a_{270}$  - отсчеты по шкалам микрометрического винта при соответствующей его установке;  $K$  - поправочный коэффициент, учитывающий провисание отклоненного от вертикали троса.

Для полевого контроля вычисляют величину  $C = (a_0 + a_{180}) - (a_{90} + a_{270})$ , которая не должна превышать  $35/H$ , мм.

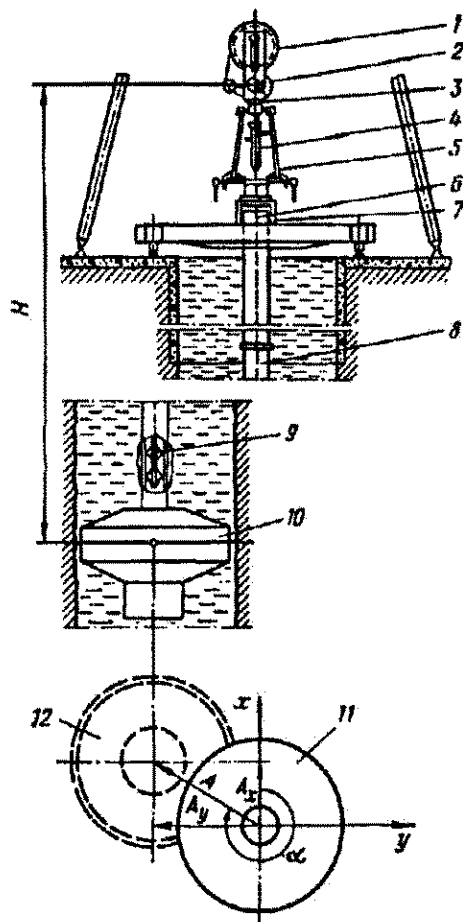


Рис. 8. К определению координат центра контролируемого сечения ствола

Поправочный коэффициент  $K$  вычисляют по формуле :

$$K = \left( \frac{\varphi}{H} + 1 \right) \ln \left( 1 + \frac{H}{\varphi} \right),$$

где  $\varphi$  - отношение массы центрирующего груза  $Q$  к массе 1 м троса  $q$  ( $\varphi = Q/q$ ).

Чтобы трос проекциометра не касался стенок буровой колонны, подбирают центрирующий груз, при котором соблюдается условие  $\varphi = \frac{Q}{q} \approx \frac{Q_6}{q_6}$ , где  $Q_6$  - масса бурового снаряда,  $q_6$  - масса 1 м буровой колонны.

Если центр ротора смещен относительно центра ствола на величину более 20 мм, то смещение учитывают при обработке результатов измерений. При подвеске буровой колонны на роторе центр ее верхнего сечения не должен смещаться в горизонтальной плоскости относительно центра ротора также более чем на 20 мм.

Результаты измерений записывают в журнале. Там же вычисляют значения смещений  $A_x$ ,  $A_y$  центра бурового снаряда на контролируемом горизонте, величину  $A$  и направление смещения центра сечения относительно устья ствола.

Вертикальность направления бурения рекомендуется контролировать, как правило, по мере углубки ствола на длину от одного до трех буровых звеньев. Центры контролируемых сечений наносят на совмещенный план крупного масштаба.

Проекциометр ПМ11 является модификацией прибора ПМ4. Он позволяет не только определять приращения координат центра нижнего сечения буримой выработки, но и передавать высоту (измерять глубину  $H$ ) с относительной предельной погрешностью 0,00015  $H$ . Благодаря наличию в комплекте дополнительной ручной лебедки глубина измерений проекциометром ПМ11 увеличена до 2000 м.

# 14. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ НА МОНТАЖ БУРОВОЙ ВЫШКИ

Таблица 37

Вид оборудования	Наименование контрольных операций	Допустимое отклонение
1	2	3
Основания и фундаменты	Разность отметок плоскости фундамента под фундаментные балки и рамы	20 мм
	Отклонение от горизонтали оснований из металлоконструкций	1 мм/м
	Отклонение от проектного положения анкерных болтов	5 мм
	Смещение положения осей фундаментных рам и балок относительно центра ротора	50 мм
	Разность высот опорных поверхностей под ноги вышки	20 мм
Буровая вышка	Смещение центра нижнего основания относительно центра ротора	30 мм
	Смещение центра площадки кронблока относительно центра ротора	50 мм
	Разность диагоналей нижнего основания вышки	10 мм
Лебедка	Отклонение от горизонтали	0,8 мм/м
Гидравлический тормоз	Соосность с валом лебедки	торцевое и радиальное биение 0,8 мм/м
Ротор (привод от лебедки)	Отклонение вертикальной оси ротора от центра нижнего основания вышки	30 мм
	Отклонение стола ротора от горизонтали	1 мм/м
	Перекус приводной цепи	2 мм/м
	Параллельное смещение приводной цепи	1 мм
Ротор с индивидуальным электроприводом	Несоосность вала электродвигателя с трансмиссионным валом привода	торцевое и радиальное биение 0,8 мм/м
	Непараллельность плоскостей звездочек цепных передач	1 мм/м
	Параллельное смещение звездочек цепных передач	2 мм
Насосы и дизельные агрегаты	Отклонение от горизонтали	1 мм/м
	Несоосность вала коробки скоростей и вала-шестерни редуктора лебедки (параллельное смещение)	5 мм
	Отклонение от горизонтали карданных валов	2 мм/м
	Непараллельность карданных валов с валами лебедки и коробки скоростей	2 мм
	Смещение оси ручьев шкивов ременной передачи: агрегатов дизельных блоков насосов	2 мм 5 мм
Дизель-генератор	Отклонение от горизонтали агрегата	0,5 мм/м

Вид оборудования	Наименование контрольных операций	Допустимое отклонение
1	2	3
Компрессор	Отклонение от горизонтали компрессора	1 мм/м
	Непараллельность осей трансмиссионного вала агрегата и контрпривода компрессора	1 мм/м
Шахтное направление	Несоосность с ротором	10 мм
	Отклонение от вертикали по всей длине	10 мм
Желобная система	Уклон: от устья скважины до очистных сооружений	1:30
	к блоку приготовления промывочной жидкости	1:30
	от очистных сооружений до приемочных емкостей	1:75

## 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ БУРОВОЙ ВЫШКИ АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

В.З. Пащенко́вым предложен методический способ определения высоты буровых установок, заключающийся в следующем.

Примерно на расстоянии  $D = 1,5 h$  устанавливается теодолит. Измеряются высота инструмента  $i$  с точностью  $\pm 1$  см, углы  $\nu$  и  $\delta$  с точностью  $m'' = \pm 30$  и расстояние  $D$  (см. рис.9).

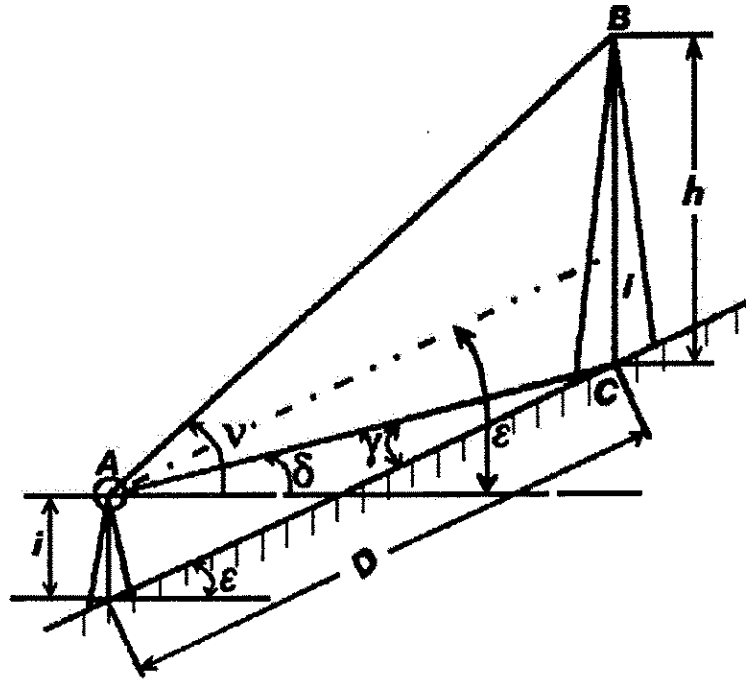


Рис. 9. Схема измерения вертикальных углов:

$A$  – теодолит;  $i$  – высота инструмента;  $BC = h$  – высота вышки;  
 $D$  – расстояние по поверхности от инструмента до центра вышки.

Затем по нижеследующим формулам определяют высоту вышки  $h$ :

$$h = D \cdot \cos \varepsilon \cdot (tg \nu - tg \delta);$$

$$\sin \gamma = \frac{i \cdot \cos \delta}{D}; \quad \varepsilon = \gamma + \delta$$

где  $\nu$  – угол наклона при визировании на верх вышки;  
 $\delta$  – угол наклона при визировании на основание вышки;  
 $\varepsilon$  – угол наклона земной поверхности.

Угол  $\varepsilon$  может быть также измерен при измерении углов  $\nu$  и  $\delta$ , т.е. традиционным способом (по рейке на высоту  $i$ ).

Погрешность определения высоты вышки  $m_h$  может быть оценена из следующего выражения:

$$m_h^2 = m_D^2 \cdot (\cos \delta \cdot tg \nu)^2 + \left( \frac{m'' D}{\rho''} \right)^2 \cdot \left[ \cos^2 \delta + \left( \frac{\cos \delta}{\cos^2 \nu} \right)^2 \right],$$

где  $m_D$  – погрешность измерения  $D$ ;  $\rho'' = 206265''$ .

При углах наклона земной поверхности  $\varepsilon$  до  $10^\circ$  погрешность определения высоты вышки  $m_h$  может быть найдена из выражения :

$$m_h = 1,8 \sqrt{0,32 m_D^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \nu + 1}.$$

В общем случае при измерении расстояния  $D$  с точностью  $\pm 2$  см,  $\pm 5$  см и  $\pm 10$  см погрешности определения вышки не будут превышать соответственно:  $\pm 2,5$  см,  $\pm 3,5$  см и  $\pm 7,5$  см.

Предлагаемая методика может быть использована для определения высоты и других инженерных сооружений (дымовых и газовых труб, опор высоковольтных ЛЭП, башен), высоты которых не поддаются непосредственному измерению.

16. ФОРМА КАТАЛОГА КООРДИНАТ И ВЫСОТ УСТЬЕВ БУРОВЫХ СКВАЖИН

КАТАЛОГ КООРДИНАТ И ВЫСОТ УСТЬЕВ СКВАЖИН

Система координат

Система высот

Номер скважины	Проектные координаты, м				Подписи за-полнившего и проверившего вы-писку коор-динат	Фактиче-ские коор-динаты устья, м		Высота, м			Средняя квадратическая погрешность координат устья			Дата выпол-нения работ и номер журнала по-левых работ	Сме-щение забоя, м	Дирек-ционный угол смеще-ния за- боя, град	Подписи за-полнившего и проверив-шего записи	При-меча-ние
	устья		забоя			X	Y	стола ротора	главного фланца	зем-ли	в плане	по высоте						
	X	Y	X	Y														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	



# 17. КАТАЛОГ

координат и высот точек маркирующих горизонтов по оси ствола скважины

Таблица 39

Номер скважины	Номер куста скважины	Проекция смещения забоя		Название характерной точки	Индекс пласта	Координаты, м		Высота, м	Погрешности определения, м		Примечания
		дирекционный угол, град	расстояние, м			X	Y		в плане	по высоте	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

# 18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОСИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

## 1. Формулы для вычисления координат оси ствола скважины

Рекомендуемые методы вычисления

Метод средних углов (метод средних прямоугольников)

$$X_n = X_0 + l_1 \cdot \sin \frac{\theta_0 + \theta_1}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_0 + \alpha_1}{2} + \dots + l_n \cdot \sin \frac{\theta_{n-1} + \theta_n}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2};$$

$$Y_n = Y_0 + l_1 \cdot \sin \frac{\theta_0 + \theta_1}{2} \cdot \sin \frac{\alpha_0 + \alpha_1}{2} + \dots + l_n \cdot \sin \frac{\theta_{n-1} + \theta_n}{2} \cdot \sin \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2};$$

$$H_n = H_0 - l_1 \cdot \cos \frac{\theta_0 + \theta_1}{2} - \dots - l_n \cdot \cos \frac{\theta_{n-1} + \theta_n}{2}.$$

Метод радиуса кривизны

$$X_n = X_0 + l_1 \frac{(\cos \theta_1 - \cos \theta_0) \cdot (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_0)}{(\theta_1 - \theta_0) \cdot (\alpha_1 - \alpha_0)} + \dots + l_n \frac{(\cos \theta_n - \cos \theta_{n-1}) \cdot (\sin \alpha_n - \sin \alpha_{n-1})}{(\theta_n - \theta_{n-1}) \cdot (\alpha_n - \alpha_{n-1})};$$

$$Y_n = Y_0 + l_1 \frac{(\cos \theta_1 - \cos \theta_0) \cdot (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0)}{(\theta_1 - \theta_0) \cdot (\alpha_1 - \alpha_0)} + \dots + l_n \frac{(\cos \theta_n - \cos \theta_{n-1}) \cdot (\cos \alpha_n - \cos \alpha_{n-1})}{(\theta_n - \theta_{n-1}) \cdot (\alpha_n - \alpha_{n-1})};$$

$$H_n = H_0 - l_1 \frac{\sin \theta_1 - \sin \theta_0}{\theta_1 - \theta_0} - \dots - l_n \frac{\sin \theta_n - \sin \theta_{n-1}}{\theta_n - \theta_{n-1}}.$$

Не рекомендуется, а для наклонно-направленных скважин запрещается применять для вычисления координат формулы тангенциального метода (методов правых и левых прямоугольников).

$$X_n = X_0 + l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot \cos \alpha_1 + \dots + l_n \cdot \sin \theta_n \cdot \cos \alpha_n;$$

$$Y_n = Y_0 + l_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot \sin \alpha_1 + \dots + l_n \cdot \sin \theta_n \cdot \sin \alpha_n;$$

$$H_n = H_0 - l_1 \cdot \cos \theta_1 - \dots - l_n \cdot \cos \theta_n.$$

В приведенных формулах приняты следующие обозначения:

$X_0, Y_0, H_0$  – координаты устья скважины;  $l_i$  – шаг измерений (расстояние по стволу скважины между двумя смежными точками измерений точечными инклинометрами), м;  $\theta_i, \alpha_i$  (где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) – значения зенитного и дирекционного углов в точке  $i$ ;  $\theta_0, \alpha_0$  – значения зенитного и дирекционного углов в устье скважины (если забуривается вертикально, то  $\theta_0$  и  $\alpha_0$  принимают равными нулю).

Для переходов от магнитных азимутов к дирекционным углам в измеренные значения азимутов вводят поправки за магнитное склонение и сближение меридианов:

$$\alpha_i = A_i + \delta + \gamma,$$

где  $A_i$  – магнитный азимут, измерений в точке  $i$ ;  $\delta$  – магнитное склонение для данного района работ. Если магнитное склонение восточное, то  $\delta$  имеет знак плюс, если западное – знак минус;

$\gamma$  – угол сближения меридианов; для точек, расположенных восточнее осевого меридиана, он положителен, а для точек западнее осевого меридиана – отрицателен.

## 2. Расчет средней квадратической погрешности планового положения точек оси ствола скважины

Случайную составляющую средней квадратической погрешности планового положения точки оси ствола скважины определяют по номограмме (рис. 10) или вычисляют по формуле:

$$m_{n,сл}^2 = \sum_{i=1}^n (2m_l \cdot \sin \theta_i)^2 + \sum_{i=1}^n (m_{A,сл} \cdot l_i \cdot \sin \theta_i)^2 + \sum_{i=1}^n (m_{\theta,сл} \cdot l_i \cdot \cos \theta_i)^2.$$

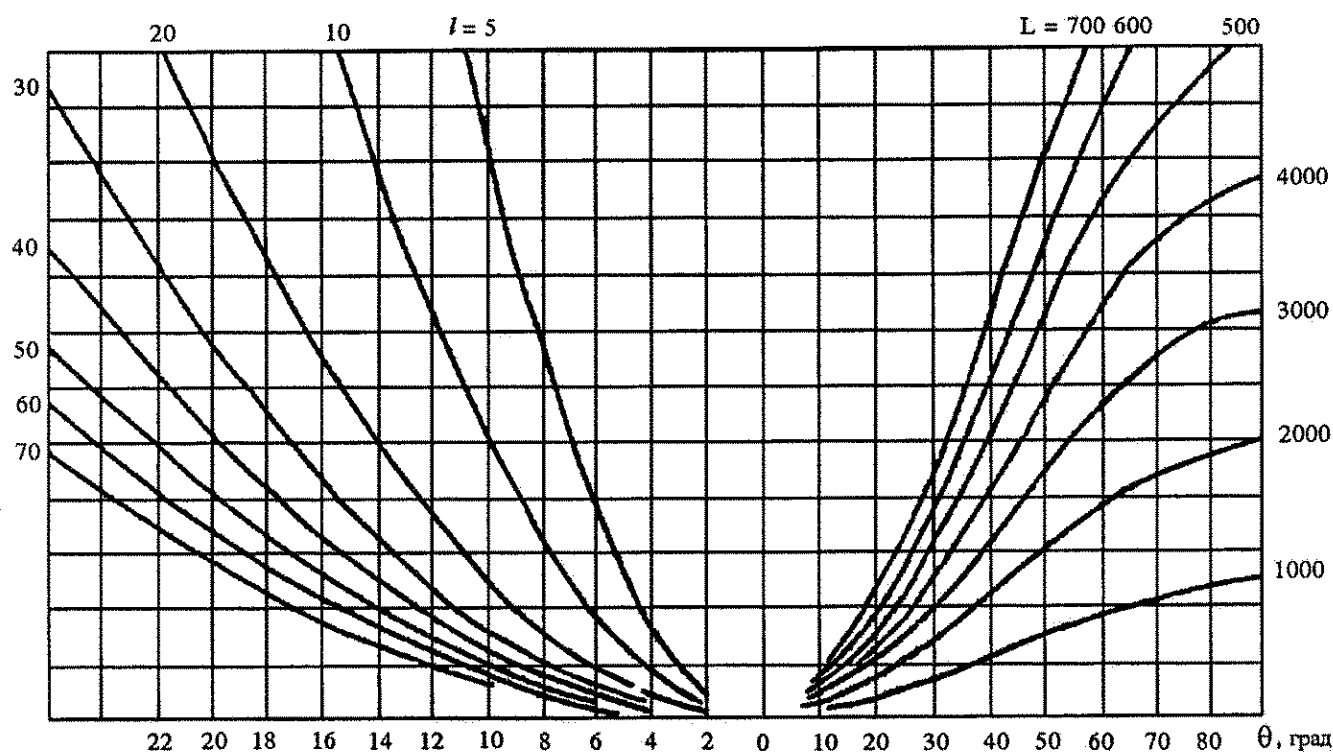


Рис. 10. Номограмма для определения средней квадратической погрешности планового положения точки оси ствола скважины относительно устья

Систематическую составляющую средней квадратической погрешности планового положения точки оси ствола скважины вычисляют по формуле:

$$m_{сист}^2 = \lambda^2 \cdot d^2 + m_{A,сист}^2 \cdot d^2 + \sum_{i=1}^n (m_{\theta,сист} \cdot l_i \cdot \cos \theta_i)^2.$$

Среднюю квадратическую погрешность планового положения точки оси ствола скважины с учетом случайной и систематической составляющих определяют по формуле:

$$m_n^2 = m_{n,сл}^2 + m_{n,сист}^2.$$

В приведенных формулах приняты следующие обозначения:

$m_l$  — случайная средняя квадратическая погрешность определения шага измерений;

$\lambda$  — коэффициент систематического влияния при измерении глубины скважины;

$m_{A,сл}$ ,  $m_{A,сист}$  — случайная и систематическая погрешности измерения азимутов в точке  $i$ , выраженные в радианах;

$m_{\theta,сл}$ ,  $m_{\theta,сист}$  — случайная и систематическая погрешности измерения зенитных углов, выраженные в радианах;

$l_i$  — длина  $i$ -го шага измерений (между точками  $i-1$  и  $i$ ), м;

$\theta$  — среднее значение зенитного угла на  $i$ -м шаге;

$d$  — длина замыкающей горизонтальной проекции по оси ствола скважины (смещение в плане забоя скважины относительно устья), м.

Так как погрешность измерения азимута точечными инклинометрами зависит от численного значения угла отклонения от вертикали, то при  $5^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$  следует принимать

$m_{A.сл} = 5^0 = 0,0698$  рад, а при  $1^0 \leq \theta \leq 5^0$  значение погрешности измерения азимута рекомендуется вычислять по формуле:

$$m_{A.сл} = 175,1 \cdot e^{-1,45\theta} + 4,9^0 -$$

или по графику, приведенному на рис.11.

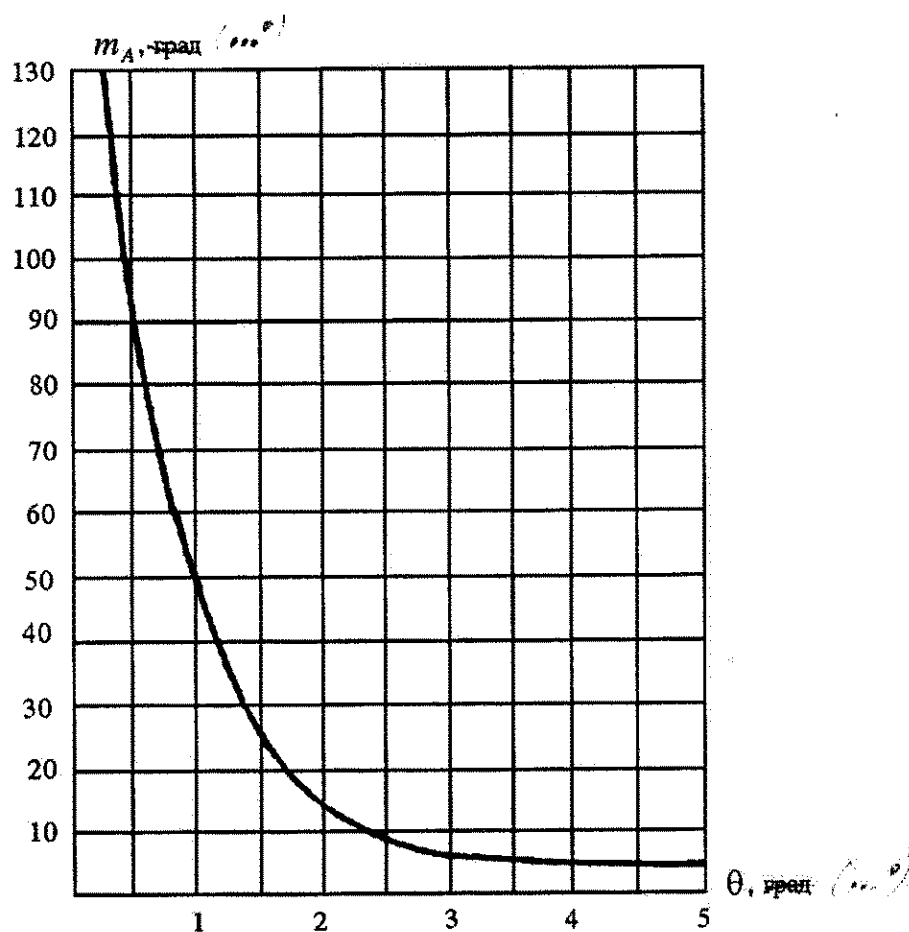


Рис. 11. Эмпирическая кривая зависимости погрешности измерения азимута от значения зенитного угла

Если известны шаг инклинометрических измерений  $l$ , глубина скважины по стволу  $L_c$  или глубина по вертикали и смещение в плане забоя относительно устья, то при  $\theta_{cp} \geq 5^0$  приближенное значение  $m_{n.сл}$  рекомендуется вычислять по номограмме (рис.1). Для этого предварительно по одному из выражений:  $\theta_{cp} = \arcsin \frac{d}{L_{cp}}$  или  $\theta_{cp} = \arccos \frac{L_g}{L_c}$  следует определить среднее значение зенитного угла оси ствола скважины  $\theta_{cp}$ .

### 3. Расчет средней квадратической погрешности высотного положения точек оси ствола скважины

Случайную среднюю квадратическую погрешность высотного положения точки оси скважины определяют по формуле:

$$m_{n.сл}^2 = 2 \sum_{i=1}^n \left( m_l \cdot \cos^2 \theta_i \right)^2 + \sum_{i=1}^n \left( m_{\theta.сл} \cdot l_i \cdot \sin \theta_i \right)^2,$$

а систематическую среднюю квадратическую погрешность – по формуле:

### 3. Расчет средней квадратической погрешности высотного положения точек оси ствола скважины

Случайную среднюю квадратическую погрешность высотного положения точки оси скважины определяют по формуле:

$$m_{n,сл}^2 = 2 \sum_{i=1}^n \left( m_l \cdot \cos^2 \theta_i \right)^2 + \sum_{i=1}^n \left( m_{\theta,сл} \cdot l_i \cdot \sin \theta_i \right)^2,$$

а систематическую среднюю квадратическую погрешность — по формуле:

$$m_{n,сист}^2 = \lambda^2 \cdot L_B + m_{\theta,сист}^2 \cdot d^2.$$

Следняя квадратическая погрешность высотного положения точки оси ствола скважины с учетом случайной и систематической составляющих определяется по формуле:

$$m_{n,сл}^2 + m_{n,сист}^2.$$

Значения  $m_{n,сл}$  рекомендуется вычислять по номограмме (рис. 12).

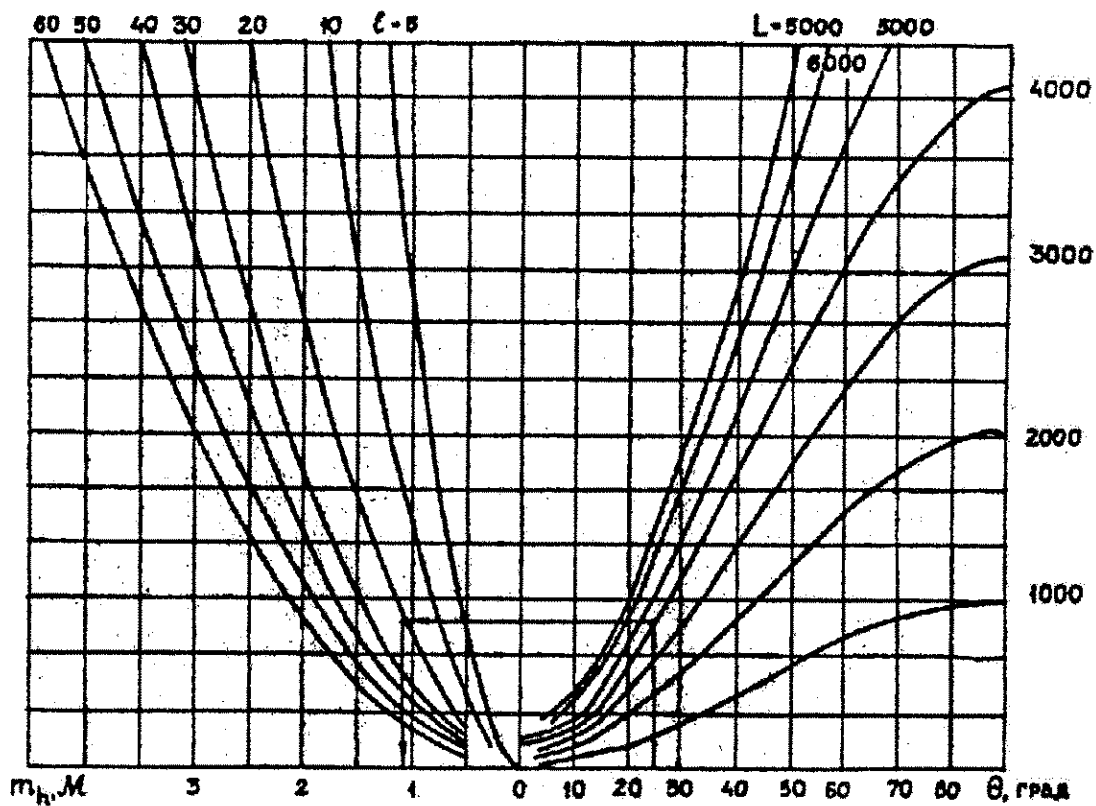


Рис. 12. Номограмма для определения средней квадратической погрешности высотного положения точки оси ствола скважины относительно устья

4. Общую среднюю квадратическую погрешность определения положения характерной точки оси ствола скважины вычисляют по формуле:

$$m_{общ}^2 = m_n^2 + m_h^2.$$

**19. ДОПУСТИМЫЕ И КРИТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ  
(ОСНОВАНИЯ) ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ**

Таблица 40

Объекты наблюдений	Обозначения	Деформации, $\text{mm} \cdot 10^{-3}$	
		допустимые	критические
Сооружения мачтового и башенного типов: буровые вышки высотой, м:			
53	<i>i</i>	2	-
41	<i>i</i>	2,5	-
дымовые трубы, кирпичные и железобетонные высотой, м:			
20	<i>i</i>	10	14
30	<i>i</i>	8	14
40	<i>i</i>	7	14
50	<i>i</i>	6	14
60	<i>i</i>	5	10
70	<i>i</i>	4,5	10
100		4	10
водонапорные башни на бетонном и бутобетонном фундаменте	$\varepsilon$ <i>i</i>	3 8	5 12
Понизительные подстанции (открытые) менее 110 кВ	<i>i</i> $\varepsilon$	- -	14 10
Подземные резервуары и отстойники:			
железобетонные	$\varepsilon$	$\frac{70}{\ell}$	-
каменные с железобетонной рубашкой	$\varepsilon$	$\frac{40}{\ell}$	-
Технологическое оборудование:			
поршневые компрессоры	<i>i</i>	4	6
подкрановые пути			
мостовых кранов в направлении:			
поперечном	<i>i</i>	5	-
продольном	<i>i</i>	6	-
Нефтепроводы со стыками, равнопрочными телу трубы:			
наземные магистральные	$\varepsilon$	8	15
подземные при укладке:			
в песок	$\varepsilon$	3	6
в суглинок и глину	$\varepsilon$	2	4
Газопроводы со стыками, равнопрочными телу трубы:			
наземные магистральные	$\varepsilon$	8	15
подземные магистральные и разводящие из труб стали Ст2 и Ст3 при укладке:			
в песок	$\varepsilon$	2,5	-
в суглинок	$\varepsilon$	2	-
в глину средней плотности	$\varepsilon$	1,5	-

## 20. ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Таблица 41

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения деформаций, мм	
	вертикальных	горизонтальных
Здания и сооружения, расположенные на: скальных или полускальных грунтах песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах	1	1
	2	3
	5	10

## ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНОВ

Таблица 42

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения кренов в зависимости от высоты объектов, Н
Производственные и гражданские здания и сооружения	0,0001 Н
Мачты сооружений связи и ЛЭП, дымовые трубы и др.	0,0005 Н

## 20. ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Таблица 41

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения деформаций, мм	
	вертикальных	горизонтальных
Здания и сооружения, расположенные на: скальных или полускальных грунтах песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах	1	1
	2	3
	5	10

## ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНОВ

Таблица 42

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения кренов в зависимости от высоты объектов, Н
Производственные и гражданские здания и сооружения	0,0001 Н
Мачты сооружений связи и ЛЭП, дымовые трубы и др.	0,0005 Н



## 21. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЗАЛОЖЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

1. Все здания, сооружения (промышленные и гражданские), природные объекты (водоемы, лесные и сельскохозяйственные угодья), расположенные на территориях подземных хранилищ (ПХ) нефти и газа (ГОШ и ПХГ), действующих и подготавливаемых к разработке углеводородных залежей нефтяных и газовых месторождений, а также подрабатываемые подземные сооружения и объекты (шахтные стволы, геологоразведочные скважины и горные выработки с длительным сроком службы соляных и других месторождений) подлежат обязательной охране от последствий работ в нефтегазодобывающих районах и циклического воздействия на породный массив при эксплуатации ПХ.

2. Охрана указанных объектов предусматривает обоснование необходимости применения охранных мер, выбор, разработку и их реализацию в принятые сроки.

3. Способы рациональной и безопасной эксплуатации недр и ПХ, меры защиты объектов должны выбираться на стадии разработки проекта нефтегазодобывающего предприятия и ПХ, оформляться в виде отдельного его раздела и ежегодно корректироваться при составлении проектов годовых мер охраны в производственных планах.

4. Выбор способов эксплуатации недр и ПХ, мер охраны объектов должен производиться на основе оценки влияния техногенных нагрузок на недр, прогноза изменения напряженно-деформированного состояния породного массива и деформирования земной поверхности на перспективные плановые этапы развития добычи нефти или (и) газа, параметры закачки и отбора газа в ПХ при всестороннем учете горно-геологических, горнотехнических, газодинамических, геомеханических, геодинамических факторов.

5. Допустимые и предельные параметры состояния породного массива и корректировка мер защиты объектов определяются на основе результатов компьютерного моделирования и прогноза геомеханических и геодинамических процессов (геопроцессов) в природно-техногенной среде. Параметры определяются под научно-методическим руководством института ВНИМИ либо согласуются с ним.

6. В компьютерных моделях (плоских и объемных) отражаются основные горно-геологические, геодинамические и горнотехнические особенности объекта, учитываются данные экспериментальных наблюдений, физико-механические и прочностные свойства структурных элементов объекта, реальное пластовое давление в нефтяной (газовой) линзе, условия взаимодействия выделенного объекта с внешней средой.

7. В основе компьютерного моделирования геопроцессов в природно-техногенных системах лежат разработки, описывающие закономерности деформирования горных пород до и за пределом упругости - упрочнение, разупрочнение, ползучесть их комбинации и использование их в методе конечных элементов базируется на комплексных исследованиях, которые предусматривают следующие основные этапы:

- сбор геомеханической и геодинамической информации об объекте с учетом данных натурных и лабораторных исследований;
- компьютерную имитацию объекта с выделением характерных особенностей по строению, составу пород, их свойствам, исходному состоянию;
- реконструкцию исходного напряженно-деформированного состояния объекта;
- выделение характерных технологических стадий и параметров технологического режима разработки месторождения, работы ПХ;
- определение граничных условий, компьютерный расчет напряжений и деформаций;
- обработка результатов расчетов и наглядное их представление в виде изолиний параметров;
- анализ компьютерного прогноза о влиянии природно-геодинамических и техногенных факторов на устойчивость геосистемы и разработка соответствующих рекомендаций по обеспечению этой устойчивости.

8. Геомеханические и геодинамические последствия воздействия техногенной нагрузки <sup>определяются</sup> осуществляются на основе последовательного рассмотрения задач, связанных с созданием и анализом геолого-структурной модели региона, видов техногенного воздействия, разработкой алгоритма проведения компьютерного моделирования и оценкой характера изменения полей напряжений, деформаций и энергетических полей в связи с техногенным фактором.

9. Решение задач может быть выполнено несколькими вложенными этапами с более детальным выделением локальных фрагментов на каждом последующем этапе.

10. Применяемые методические приемы и программные продукты должны обеспечивать возможности осуществления геометрического отображения объекта, имитировать его геомеханическое состояние и отражать полученные результаты в доступной для пользователя форме. Обеспечивают возможность качественно и количественно оценить напряженно-деформированное состояние (НДС) структурных элементов массива горных пород (МГП), их совместную работу с инженерными конструкциями, геомеханическое состояние исследуемого объекта в целом на различных стадиях освоения месторождения и использования тех или иных активных способов управления горным давлением, а также оценить эффективность применения способов управления горным давлением.

11. Практические рекомендации даются на основе анализа состояния исследуемого объекта и сопоставления полученного поля распределения того или иного параметра с соответствующим его критическим значением.