МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО МАРКШЕЙДЕРСКИМ И ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РД 39—0147139—101—87

1987 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УТВЕРЖДЕНА
МИНИСТЕРСТВОМ НЕФТЯНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
28 ноября 1986г.

УТВЕРЖДЕНА
ГУГК ПРИ СМ СССР
28 ноября 1986 г.

ИНСТРУКЦИЯ ПО МАРКШЕЙДЕРСКИМ И ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РД 39-0147139-101-87

1987г.

УДК 622.I:622.276.I/4+622.83+528.3/7

Инструкция по маркшейдерским и топографо-геодезическим работам в нефтяной промышленности. Киев, типография "Наукова книга", I987 год, 370 с.

В Инструкции изложены требования к выполнению маркшейдерских работ при разведке, изысканиях, проектировании и разработке нефтяных и газовых месторождений.

Инструкция предназначена для предприятий и организаций Миннефтепрома, а также для предприятий других ведомств, выполняющих работы на месторождениях Миннефтепрома.

Подготовил к выпуску Щупель С.А.

Редактор Гутт И.Г.

Рисунки изготовили Даведенко О.В.
Пилаев Ж.Н.

Инструкция по маркшейдерским и топографо-геодезическим работам в нефтяной промышленности разработана Государственным научно-исследовательским и проектным институтом "УкргипроНИнефть" в соответствии с техническим заданием, утвержденным Геологическим управлением Миннефтепрома. Инструкция согласована Государственным комитетом Совета Министров СССР по горнотехническому надзору; а также Геологическим управлением; Управлением капитального строительства; Управлением по развитию техники, технологии и организации бурения; Управлением промысловой и полевой геофизики; Управлением по развитию техники, технологии и организации добычи нефти и газа; Управлением разработки нефтяных и газовых месторождений; Главным управлением по транспортированию и поставкам нефти и Техническим управлением Миннефтепрома.

Инструкцию составили: Мазницкий А.С. (руководитель работы), Бобынин А.И., Зорин Д.П., Мардер И.Е., Пряха Б.Г., Роговец В.В., Сова В.Г., Соловьев Ф.Ф., Шелест В.П., Щупель С.А.

В окончательной редакции Инструкции учтены замечания и предложения, высказанные при обсуждении первой редакции главными маркшейдерами производственных объединений Минефтепрома, специалистами Мингеологии СССР, Мингазпрома, ГУГК, Госгортехнадзора, ВНИМИ, НИИГ и организаций других ведомств, куда направлялся на рассмотрение проект Инструкции в соответствии с утвержденными ТЗ.

С выходом в свет настоящей Инструкции действие Технической инструкции по маркшейдерско-геодезическим работам при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений (1972 г.) прекращается.

Табл. 32, ил. I.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ИНСТРУКЦИЯ ПО МАРКШЕЙДЕРСКИМ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РД 39-0147139-101-87

Вводится взамен Технической инструкции по маркшейдерско-геодезическим работам при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений (1972 г.)

Срок введения установлен с 01.10.1987года
Срок действия до 31.12.1990года.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Инструкция определяет основные требования к выполнению маркшейдерских и геодезических работ при строительстве скважин, доразведке, проектировании, обустройстве и разработке нефтяных и газовых месторождений, реконструкции нефтепромысловых объектов, съемке месторождений, наблюдениях за движением земной поверхности, деформацией зданий и сооружений и является обязательной для всех предприятий и организаций, выполняющих указанные работы.

I.2. Маркшейдерские и топографо-геодезические работы и горная графическая документация предназначаются для решения вопросов доразведки месторождений нефти, газа и подсчетов их запасов; составления проектной технологической документации на разработку месторождений, проектирования и строительства объектов сбора, подготовки и транспорта нефти и газа; правильной и рациональной разработки месторождений; охраны недр, защиты земной поверхности, зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ; проектирования и строительства зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

I.3. В соответствии с Положением о маркшейдерской службе Министерства нефтяной промышленности, утвержденным приказом № 424 от II.08.82 г., главными ее задачами являются:

своевременное и высококачественное осуществление маркшейдерских и геодезических работ при поисках, разведке, обустройстве и разработке нефтяных и газовых месторождений для обеспечения наиболее полного и комплексного их использования, эффективного и безопасного ведения горных работ и охраны недр;

совершенствование организации и методов ведения маркшейдерских и геодезических работ на основе широкого внедрения науки, техники и передового опыта;

осуществление совместно с геологической и другими службами ведомственного контроля за правильностью разработки нефтяных и газовых месторождений и рациональным использованием недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых; за выполнением требований по охране недр и наиболее полному извлечению из недр основных и других, совместно с ними залегающих полезных ископаемых; за выполнением мероприятий, обеспечивающих при проведении горных работ безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ; за соблюдением других требований, определяющих деятельность маркшейдерской службы.

I.4. Маркшейдерская служба в организациях и предприятиях Министерства нефтяной промышленности в соответствии с п. I.3 выполняет следующие работы:

развитие геодезических сетей сгущения и съемочных геодезических сетей;

топографическую и маркшейдерскую съемки в пределах территории деятельности горнодобывающих предприятий;

составление и регулярное пополнение маркшейдерской графической документации;

перенесение в натуру проектного положения устьев скважин и других горных выработок, зданий и сооружений, определение их координат;

выдачу направлений наклонно-направленным скважинам;

поверку инклинометров и средств их поверок;

контроль за соблюдением проектных направлений стволов скважин в процессе бурения и горных выработок при их проводке;

выборочный контроль определения пространственного положения осей стволов скважин в процессе их бурения;

изучение совместно с геологической и другими службами горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождений с целью уточнения их геометрических параметров и выбора рациональной схемы застройки территории горного отвода;

учет отведенных и возвращенных земель и выполненных объемов рекультивации;

контроль использования по назначению земельных участков и своевременности возврата их прежним землепользователям;

контроль определения объемов снятия, перемещения и складирования плодородного слоя грунта, а также восстановления нарушенной поверхности;

составление и изготовление маркшейдерских основ для геологических структурных карт, карт разработки и другой горной графической документации;

совместный со службой капитального строительства выбор на местности площадок и направлений трасс для строительства промышленных объектов и инженерных коммуникаций, выполняемых собственными силами;

геодезический и маркшейдерский контроль за соблюдением пространственно-геометрических соотношений элементов строительных конструкций и соответствием их проекту при строительстве собственными силами;

периодический контроль за соблюдением установленных проектом геометрических соотношений между отдельными элементами технологических сооружений в процессе их эксплуатации;

определение совместно с геологической и другими службами наиболее рациональных и эффективных схем и проектов развития горных работ на основе результатов детального изучения горно-технических, гидрогеологических и других условий разработки нефтяных и газовых месторождений;

маркшейдерский контроль за выполнением требований, содержащихся в проектах и планах развития горных работ, проектах и схемах поисков, разведки и разработки месторождений нефти, газа и подземных вод, требований по рациональному использованию и охране недр, за своевременным и эффективным выполнением мероприятий по линии маркшейдерских работ, обеспечивающих при

проведения горных работ безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ; за соблюдением других требований, относящихся к деятельности маркшейдерской службы;

определение и учет совместно с геологической службой на основании геологической и маркшейдерской документации объемов горных и строительно-монтажных работ, в том числе объемов добычи и потерь полезных ископаемых, учет состояния вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых;

составление и пополнение маркшейдерских планов месторождений и промышленных объектов;

наблюдение за деформацией земной поверхности, зданий, промышленных объектов;

периодический контроль за соблюдением установленных геометрических соотношений элементов вышки и бурового оборудования в процессе строительства скважин;

перспективное и годовое планирование, составление отчетной документации;

определение планово-высотного положения подводных коммуникаций, а также изучение динамики изменения форм водоемов и водотоков;

определение объемов ремонтных работ подводных нефтепроводов, требующих применения маркшейдерских приборов и методов;

маркшейдерский контроль за эксплуатацией подводных переходов и сопутствующих коммуникаций;

сбор и систематизация маркшейдерских, геодезических и гидрологических материалов для прогнозирования деформаций русел водотоков и берегов водоемов;

выполнение совместно с управлениями магистральными нефтепроводами паспортизации подводных переходов трубопроводов и сопутствующих коммуникаций.

I.5. Комплекс маркшейдерских и топографо-геодезических работ нефтегазодобывающие предприятия, буровые и геолого-разведочные организации выполняют силами маркшейдерских отделов, партий или групп специализированных подразделений. Эти подразделения должны быть обеспечены необходимым штатом инженерно-технических работников, специально оборудованными помещениями

для работы, транспортными средствами, оборудованием, геодезическими, маркшейдерскими, фотограмметрическими приборами.

Требования к помещениям маркшейдерских отделов нефтегазодобывающих предприятий приведены в приложении I, перечень рекомендуемых приборов - в приложении 2.

I.6. Маркшейдерские и геодезические работы, требующие применения специальных методов и технических средств, выполняются в установленном порядке специализированными организациями с учетом требований настоящей Инструкции.

I.7. Работы по инженерным изысканиям для проектирования и строительства горных предприятий, по сгущению геодезических и съемочных сетей, наземным фототопографическим съемкам, наблюдениям за деформацией горных массивов, земной поверхности, контролю за правильностью учета объемов выполненных горных работ, при бурении и строительстве объектов нефтяной промышленности и др. работы, связанные с маркшейдерским и геодезическим обеспечением предприятий по разведке и добыче полезных ископаемых, выполняют с учетом требований строительных норм и правил /СНиП/, общесоюзных нормативных документов по строительству / указаний, инструкций с шифром "СН" /, утвержденных Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства /Госстроем СССР/, нормативно-технических актов Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК). Инструкции по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ Министерства геологии СССР (М., Недра, 1984) и настоящей Инструкции.

Маркшейдерские работы при добыче нефти и озокерита шахтным способом, а также при разработке общераспространенных полезных ископаемых открытым способом выполняются в соответствии с требованиями Технической инструкции по производству маркшейдерских работ (Л.: Недра, 1985) и настоящей Инструкции.

I.8. Качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины, характеризуется средними квадратическими и предельными /допустимыми/ погрешностями. За предельную погрешность принята величина удвоенной средней квадратической погрешности. Средняя квадратическая погрешность / m / в I,4 больше средней погрешности / θ /, т.е. $m = 1{,}4\theta$. Появление предельных погрешностей, невязок или расхождений не должно превышать I0 % их общего числа.

I.9. Маркшейдерские и топографо-геодезические работы, выполняемые собственными силами и подрядными организациями, подлежат контролю и приемке согласно требованиям нормативных актов ГУГК и настоящей Инструкции.

I.I0. Структурные подразделения маркшейдерской службы обязаны представлять в вышестоящие организации ежегодную информацию, содержание и сроки представления которой определяет вышестоящая организация.

I.II. Составление технологических схем и проектов разработки месторождений осуществляется при обязательном наличии кондиционных материалов топографической съемки масштаба I:I0000.

Необходимость в съемках более крупного масштаба обосновывается специальными расчетами.

I.I2. На маркшейдерские и топографо-геодезические работы выполняемые подразделениями ГУГК или другими сторонними организациями (в том числе по договорам) составляются годовые, пятилетние и перспективные планы. Результаты проработки пятилетнего и перспективного планов маркшейдерских и геодезических работ заносят в протокол, к которому прилагают картограмму, отражающую календарный план работ.

Перечисленные документы подписывают: от заказчика - представитель руководства объединения и главный маркшейдер, а от подрядчика - представитель руководства ГУГК или, как исключение, другой подрядной организации.

I.I3. Работы по развитию геодезических сетей сгущения и съемочных геодезических сетей, а также маркшейдерские и топографические съемки нефтяных месторождений, разведочных площадей или отдельных участков выполняют в соответствии с техническим проектом или программой работ.

I.I4. На маркшейдерских планах топографическую и специальную нагрузки показывают в системе координат, согласованной с соответствующей территориальной инспекцией Госгеонадзора ГУГК, и Балтийской системе высот.

I.I5. В отдельных обоснованных случаях допускается составление маркшейдерских планов в более крупном масштабе, по сравнению с масштабом съемки, с указанием последнего.

1.16. Приборы, используемые для маркшейдерских и топографо-геодезических работ систематически поверяют. Последовательность, виды и сроки поверок указывают в паспортах и инструкциях по эксплуатации приборов.

1.17. Маркшейдерские работы должны выполняться таким образом, чтобы на всех стадиях их выполнения обеспечивался надежный контроль.

1.18. Государственный контроль за выполнением всех видов маркшейдерских и топографо-геодезических работ осуществляют органы Госгортехнадзора СССР и Госгеонадзора ГУГК.

1.19. Маркшейдерские работы должны выполняться с соблюдением Правил безопасности в нефтедобывающей промышленности, Правил по технике безопасности на топографо-геодезических работах, Правил безопасности при геологоразведочных работах и Единой системы работ по созданию безопасных условий труда.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

2.1. Работы по созданию геодезических сетей сгущения и съемочных геодезических сетей, маркшейдерские работы на территории деятельности предприятий выполняют маркшейдерские службы производственных предприятий Миннефтепрома, отделы инженерных изысканий территориальных НИПИ, а также специализированные подразделения предприятий ГУГК и др. ведомств.

2.2. Маркшейдерские и топографо-геодезические работы, связанные с обеспечением месячных заданий по планам, составленным на основе заявок производственных отделов нефтегазодобывающих предприятий, буровых и других организаций, выполняют по техническим предписаниям.

Техническое предписание содержит основные данные о видах, объемах и сроках выполнения маркшейдерских и топографо-геодезических работ.

Приложение к техническому предписанию состоит из технического задания (приложение 3) и графической части, по содержанию зависящей от вида выполняемых работ. Техническое предписание подписывается главным маркшейдером предприятия (организации) и утверждается первым руководителем.

2.3. Составления технического предписания на небольшие по объему маркшейдерские и топографо-геодезические работы не требуется. Их регистрируют в специальном журнале (приложение 4).

2.4. Основанием для выполнения договорных маркшейдерских и топографо-геодезических работ являются технические условия и технический проект или программа работ (приложение 5).

Технический проект (ТП) или программа работ составляет организация-подрядчик, технические условия - организация-заказчик.

Технические условия на производство маркшейдерских и топографо-геодезических работ должны содержать:

название объекта и его общую характеристику;

данные о местоположении и границах участков работ;

сведения о целевом назначении, видах и объемах работ;

данные о площадях и масштабах съемок , высотах сечения рельефа по отдельным участкам;

указания об очередности производства работ, сроки их выполнения;

перечень выдаваемых заказчику материалов и указания о сроках их передачи;

особые требования к выполнению работ.

К техническим условиям прилагается схема или выкопировка с плана (карты) с указанием границ участков работ.

2.5. Технический проект составляется при выполнении разнообразного и сложного комплекса работ, требующих предварительной разработки специальных методов их выполнения и расчета точности создаваемых геодезических сетей, а также при инженерных изысканиях для обустройства месторождений нефти и газа, заложении геодинамических (техногенных) полигонов, при работах в сложных природных условиях.

2.6. Программу производства маркшейдерских и топографо-геодезических работ разрабатывают в тех случаях, когда не требуются специальные методы их производства и расчет точности геодезических сетей, создаваемых по типовым схемам.

2.7. Технический проект или программа работ определяет содержание, объем, основные технические требования, трудовые затраты, сметную стоимость, сроки и организацию выполнения проектируемых заданий с учетом специфики маркшейдерских и геодезических работ Миннефтепрома.

2.8. Необходимые данные и материалы о ранее выполненных на объекте топографо-геодезических работах должны быть получены в установленном порядке в соответствующих территориальных инспекциях государственного геодезического надзора ГУГК, а также в управлениях (отделах) по делам строительства и архитектуры Советов Министров АССР и исполкомов Советов народных депутатов (краевых, областных, районных, городских и районных в городах), располагающих топографо-геодезическими материалами.

2.9. Технический проект (программа работ) включает текстовую, графическую и сметную части.

Текстовая часть состоит из разделов:

целевое назначение работ;

местоположение объекта, физико-географические и инженерно-геологические условия, экономическая характеристика района работ, адрес объекта;

сведения о топографо-геодезической изученности;

обоснование способов построения планово-высотной основы, выбор сечения рельефа и масштаба топографической и маркшейдерской съемок, методов камеральной обработки;

организация и сроки выполнения работ;

мероприятия по технике безопасности, охране труда, пожарной безопасности и охране природной среды;

перечень материалов, подлежащих сдаче по окончании работ.

2.I0. Графическая часть технического проекта (программы работ) должна содержать:

схему обеспечения района работ исходными геодезическими, картографическими, аэрофотосъемочными данными и материалами с указанием границ участков топографо-геодезических работ или маркшейдерской съемки;

схему расположения пунктов ранее развитой геодезической сети и проект ее сгущения;

картограмму расположения планшетов или листов карт.

2.II. Смета к техническому проекту или к программе работ должна содержать расчет необходимого количества исполнителей (ИТР и рабочих), материалов, приборов, объемы работ в натуральном и денежном выражении.

2.I2. Раздел по охране труда и технике безопасности при работах на разрабатываемых месторождениях должны включать основные мероприятия, предупреждающие пожарную опасность, отравление газом, взрывоопасность и пр.

2.I3. Проект или программа развития геодезических сетей сгущения, съемочных сетей, топографических и маркшейдерских съемок составляется на топографических картах масштаба I:I0000-I:I00000.

2.I4. Техническое задание на инженерно-технические изыскания является исходным документом для составления проектным отраслевым институтом или другой проектной организацией технического проекта или программы инженерных изысканий.

Техническое задание и проект (программу) инженерных изысканий согласовывают с главным маркшейдером предприятия-заказчика.

3. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ

3.I. Общие положения

3.I.I. Геодезическая сеть на территории деятельности предприятий нефтяной промышленности состоит из государственной геодезической сети I, 2, 3 и 4 классов, государственной нивелирной сети I, П, Ш и IУ классов, геодезической сети сгущения I и 2 разрядов и съемочной геодезической сети.

3.I.2. Работы по построению и сгущению государственной геодезической сети 3 и 4 классов и нивелирной сети П, Ш и IУ классов могут производиться по согласованию с территориальными инспекциями Госгеонадзора ГУГК, маркшейдерскими службами нефтегазодобывающих предприятий, специализированными подразделениями производственных объединений и отделами инженерных изысканий территориальных НИПИ.

Построение государственной геодезической сети производится в соответствии с требованиями "Инструкции о построении государственной геодезической сети", "Инструкции по полигонометрии и трилатерации", "Инструкции по нивелированию I, П, Ш и IУ классов" и настоящей Инструкции.

3.I.3. Средняя плотность пунктов государственных геодезической и нивелирной сетей должна быть доведена:

на территориях, подлежащих съемкам в масштабе I:10000, до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 50–60 км^2; на территориях, подлежащих съемкам в масштабе I:5000, до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 20–30 км^2 и одного репера нивелирования на 10–15 км^2;

на территориях, подлежащих съемкам в масштабе I:2000 и крупнее, до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 5–15 км^2 и одного репера нивелирования на 5–7 км^2.

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

Дальнейшее увеличение плотности геодезической основы достигается развитием геодезических сетей сгущения I и 2 разрядов.

Плотность геодезической основы должна быть доведена до одного пункта на 7–I0 км^2 для съемок в масштабе I:5 000 и одного

пункта на I км^2 – для съемок в масштабе I:2 000.

Для крупномасштабных съемок населенных пунктов и территорий промышленных площадок плотность пунктов должна быть доведена до четырех пунктов на I км^2 в застроенной части и до одного пункта на I км^2 – на незастроенной территории.

3.2. Триангуляция 4 класса, I и 2 разрядов

3.2.I. В зависимости от площади месторождения, условий местности и плотности пунктов государственной геодезической сети триангуляция развивается в виде сплошных сетей, цепочек треугольников и вставок отдельных пунктов или групп пунктов.

Исходными пунктами для развития триангуляции 4 класса служат пункты государственной геодезической сети I–3 классов, триангуляции I разряда – пункты государственной геодезической сети I–4 класса, а триангуляции 2 разряда – пункты государственной геодезической сети и пункты триангуляции и полигонометрии I разряда.

3.2.2. Каждый пункт триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов должен определяться из треугольников, в которых измерены все углы. Засечками, с числом измеренных направлений не менее трех, определяются только местные предметы, недоступные для наблюдений.

3.2.3. Сплошная сеть триангуляции должна опираться не менее чем на три исходных геодезических пункта и не менее чем на две исходные стороны.

Цепочка треугольников должна опираться не менее чем на два исходных геодезических пункта и примыкающие к ним две исходные стороны.

В качестве исходных сторон используются стороны государственной геодезической сети, а также развиваемой триангуляции не короче I км, измеренные с относительной погрешностью не ниже указанной в табл. I.

3.2.4. В самостоятельных сетях триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов, не опирающихся на пункты высшего класса или разряда, измеряется не менее двух базисных сторон, удаленных друг от друга не более чем на I0 треугольников.

3.2.5. При развитии триангуляции должны соблюдаться требования, приведенные в табл. I.

Таблица I

Показатели	4 класс	I разряд	2 разряд
Длина стороны треугольника, км	I-5	0,5-5	0,25-3
Минимальное допустимое значение угла, угловые градусы	20	20	20
Относительная средняя квадратическая погрешность:			
базисной (исходной) стороны, не более	I:I00 000	I:50 000	I:20 000
определяемой стороны сети в наиболее слабом месте, не более	I:50 000	I:20 000	I:I0 000
Предельная невязка в треугольнике, угловые секунды	8	20	40
Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (вычисленная по невязкам треугольников), угловые секунды, не более	2	5	I0
Число треугольников между исходными сторонами или между исходным пунктом и исходной стороной, не более	I0	I0	I0

Примечания: I. Средняя квадратическая погрешность измеренного угла вычисляется по невязкам не менее восьми треугольников.

2. В самостоятельных сетях триангуляции I разряда предельная длина цепи треугольников в зависимости от конечного масштаба проектируемых топографических и специальных съемок всей площади месторождения не должна быть более:

Масштаб	Длина, км
I:I0 000	20
I:5000	I0
I:2000	5

3.2.6. Построение сети должно выполняться по техническому проекту, разработанному в соответствии с требованиями настоящей Инструкции.

3.2.7. Проект триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов разрабатывают на картах масштабов I:I00 000–I:25 000 и I:I0 000 (для застроенных территорий).

3.2.8. Разработанный проект уточняют и корректируют в процессе полевой рекогносцировки. При рекогносцировке необходимо соблюдать следующие требования:

места расположения пунктов должны хорошо опознаваться на местности и обеспечивать долговременную сохранность центров и наружных знаков;

между смежными пунктами должна быть обеспечена взаимная видимость, как правило, с земли.

В результате рекогносцировки составленный проект сети уточняется в плановом и высотном отношении.

3.2.9. Пункты триангуляции должны закрепляться центрами с учетом физико-географических условий местности. Конструкции центров даны в приложении 6.

3.2.I0. Углы на пунктах триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов измеряют теодолитами способом круговых приемов в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Типы теодолитов	Число круговых приемов в триангуляции		
	4 класса	I разряда	2 разряда
Т1 и ему равноточные	4	–	–
Т2 и ему равноточные	6	3	2
Т5 и ему равноточные	–	4	3

3.2.II. Если на пункте количество направлений более семи или по условиям видимости невозможно отнаблюдать все направления в одной группе, разрешается выполнять наблюдения в двух и более группах с общим начальным направлением.

Направления триангуляции I и 2 разрядов можно объединить и измерять по программе I разряда.

При наблюдениях на исходных (примычных) пунктах в программу измерений включают I–2 направления исходной сети.

3.2.I2. При измерении горизонтальных углов в триангуляции полученные расхождения (колебания) не должны превышать допусков, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Элементы наблюдений, к которым относятся допуски	Допуски для типов теодолитов		
	Т1 и ему равноточные	Т2 и ему равноточные	Т5 и ему равноточные
Расхождение между результатами наблюдений на начальное направление в начале и конце полуприема, не более	5"	8"	0,2'
Колебание значений направлений, приведенных к общему нулю в отдельных приемах	5"	8"	0,2'

При переходе от одного приема к другому лимб теодолита переставляют на угол $\beta = \frac{180^0}{n} + \delta'$, где n - число приемов, а $\delta = 10'$ или $5'$.

3.2.I3. Приемы, результаты которых не соответствуют установленным допускам, повторяют на тех же установках лимба. Если среднее значение, полученное из основного и повторного приемов, удовлетворяет установленным допускам, то его включают в дальнейшие вычисления. В противном случае основной прием вычеркивают и в вычисления включают повторный.

3.2.I4. Углы в триангуляции I и 2 разрядов допускается измерять с земли (со штатива), если визирный луч проходит не ближе I,5 м от земной поверхности или от ее покрытия. При этом теодолит центрируется над центром пункта с точностью не ниже 2 мм.

3.2.I5. Элементы приведения на пункте триангуляции определяют дважды: до наблюдения и после него.

Элементы редукции на простых пирамидах и сигналах, установленных на устойчивом грунте, определяют один раз в течение полевого сезона (двукратно), а на сложных сигналах интервал

между датой их наблюдения и датой определения редукции должен быть не более двух месяцев.

3.2.16. Элементы приведения определяют графически на центрировочном листе (приложение 7).

В тех случаях, когда линейные элементы приведения велики и не могут быть получены графически, их определяют аналитически либо непосредственным измерением.

3.2.17. На пункте триангуляции I и 2 разряда при отсутствии видимости с земли на смежный пункт триангуляции или полигонометрии измеряется направление на ориентирный пункт, установленный не ближе 250 м от центра пункта, числом приемов, указанным в табл. 2.

Ориентирные пункты закрепляются центрами типа 5 г.р. и 6 г.р.

От центра пункта измеряется расстояние до ориентирного пункта с точностью I м.

3.2.18. Измерение длин базисов и базисных сторон в самостоятельных сетях I и 2 разрядов производится светодальномерами различных типов или базисными приборами БП-2 и БП-3.

3.2.19. Тип дальномера и программа измерений устанавливаются в зависимости от длины базиса или базисной стороны и требуемой точности их измерений. Общее число приемов в программе не должно быть меньше минимального числа приемов, рекомендованного для данного типа прибора.

В процессе полевой обработки результатов измерений и вычисления длин базисов и базисных сторон, измеренных свето- и радиодальномерами, должны соблюдаться требования соответствующих руководств по работе с данным прибором.

3.2.20. Приборами БП-2 и БП-3 базисные стороны измеряют: в триангуляции I разряда - двумя инварными проволоками в одном направлении или одной проволокой в прямом и обратном направлениях методом отсчетов при трех сдвигах проволоки; в триангуляции 2 разряда - одной инварной проволокой в одном направлении методом отсчетов при трех сдвигах проволоки.

3.2.21. Проволоки, предназначенные для измерения базисных сторон триангуляции I разряда, компарируются на стационарных компараторах дважды: не ранее чем за два месяца до начала измерения базисных сторон и не позднее чем через 2 месяца после их измерения.

Проволоки, предназначенные для измерения базисных сторон триангуляции 2 разряда, компарируются на ведомственных (полевых) компараторах. Длина компаратора должна быть 120 или 240 м.

Длину компаратора определяют шестикратным измерением двумя инварными проволоками (три измерения "прямо" и три измерения "обратно"). Эталонирование рабочих проволок выполняют четырехкратным измерением на компараторе.

Изменение в длине 24-метровой проволоки между смежными компарированиями не должно превышать 0,3 мм.

3.2.22. Точность натяжения проволок, определения превышений концов пролетов и вешения линий приведены в табл. 4. Отсчеты по шкалам проволок берутся с точностью 0,1 мм.

3.2.23. Для определения поправок за наклон выполняют нивелирование целиков с помощью нивелира и двусторонней рейки в одном направлении с отсчетом по одной нити. Если превышение между смежными целиками более 0,1 длины пролета, нивелирование выполняют из середины. Длина визирного луча допускается до 150 м.

Таблица 4

Элементы измерений, к которым относятся допуски	I разряд	2 разряд
Погрешность натяжения проволок, кгс, не более	0,2	0,4
Погрешность вешения линий, см, не более	5	5
Погрешность определения превышений концов пролетов длиной 24 м при превышении, мм:		
до 1 м, не более	4	5
от 1 м до 3 м, не более	3	4

При измерении линий методом отсчетов со сдвигом шкал колебания разностей отсчетов не должны превышать 1 мм.

3.2.24. Температуру воздуха измеряют термометром-пращом через каждые 10–15 мин, но не реже чем через пять пролетов.

3.2.25. Высоты центров триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов определяют нивелированием IУ класса или техническим нивелированием в зависимости от типов центров, которыми закреплены пункты.

По центрам типа 5 г.р. и 6 г.р. нивелирование IУ класса может не производиться.

В горной местности высоты центров пунктов триангуляции I и 2 разрядов можно определять тригонометрическим нивелированием по всем сторонам сети.

3.2.26. В период полевых измерений при развитии триангуляции 4 класса, I и 2 разрядов исполнители выполняют следующие виды полевой обработки материалов:

проверку и обработку журналов измерения горизонтальных направлений и журналов измерения зенитных расстояний; проверку и обработку журналов измерения базисных сторон;

проверку и оформление листов графического определения элементов приведения;

составление сводной таблицы элементов приведения.

3.2.27. Оценку средней квадратической погрешности измеренного угла производят по формуле

$$m = \sqrt{\frac{[w^2]}{3n}},$$

где w – невязка треугольника; n – число треугольников в сети триангуляции.

3.2.28. Свободные члены боковых условий, условий полюсов, базисов и дирекционных углов не должны превышать значений, вычисленных по формулам:

для бокового и полюсного условий

$$w_{бок} = 2{,}5\, m \sqrt{[\delta^2]};$$

для условий базисов

$$w_{баз} = 2{,}5 \sqrt{m^2 [\delta^2] + 2 m_s^2}$$

для условий дирекционных углов

$$w_{дир} = 2{,}5 \sqrt{m^2 n + 2 m_д^2}$$

где m – установленная инструкцией средняя квадратическая погрешность измеренного угла для соответствующего разряда триангуляции; m_s – средняя квадратическая погрешность исходной

стороны в единицах 6-го знака логарифма; δ - изменения логарифмов синусов связующих углов треугольников при изменении этих углов на I" в единицах 6-го знака; m_α - средняя квадратическая погрешность исходного дирекционного угла; n - число углов в передаче дирекционного угла.

3.2.29. В длины базисов, измеренные ЬП-2 или ЬП-3, должны быть введены следующие поправки: за компарирование проволок; за температуру; за приведение к горизонту; за проектирование на эллипсоид Красовского; за редуцирование на плоскость в проекции Гаусса.

3.2.30. Уравнивание триангуляции I разряда выполняют преимущественно на ЭВМ по методу наименьших квадратов, триангуляции 2 разряда - упрощенным способом.

Подготовка данных для ввода в ЭВМ производится для контроля двумя разными исполнителями.

3.2.31. Все вычисления при полевой и камеральной обработке и уравнительных вычислениях выполняют в две руки, если отсутствует независимый контроль вычислений. Результаты счета на ЭВМ должны быть эквивалентны результатам вычислений в две руки.

3.2.32. В результате работ по созданию триангуляции оформляют следующие материалы:

схему триангуляционной сети и ее привязки к пунктам государственной геодезической сети;

абрисы расположения пунктов триангуляции;

чертежи построенных знаков и заложенных центров;

журналы угловых измерений и измерений базисных сторон;

листы графического определения элементов центрировок и редукций;

материалы исследований приборов;

свидетельства компарирования длин проволок или материалы эталонирования светодальномера;

журналы компарирования инварной проволоки;

журналы нивелирования штативов;

ведомости вычислений и оценки точности;

каталог координат пунктов триангуляции;

акты сдачи пунктов триангуляции для наблюдения за сохранностью (приложение 8);

пояснительную записку.

3.3. Полигонометрия 4 класса, I и 2 разрядов

3.3.I. Полигонометрия 4 класса, I и 2 разрядов развивается в виде отдельных ходов или систем ходов с узловыми точками.

При продолжении полигонометрических ходов должны соблюдаться требования, приведенные в табл. 5.

Таблица 5

Показатели	Полигонометрия		
	4 класс	I разряд	2 разряд
Предельная длина хода, км:			
отдельного	I5	5	3
между исходной и узловой точной	I0	3	2
между узловыми точками	7	2	I,5
Предельный периметр полигона, км	30	I5	9
Длина сторон хода, км:			
наибольшая	2,0	0,8	0,35
наименьшая	0,25	0,I2	0,08
средняя расчетная	0,50	0,30	0,20
Число сторон в ходе, не более	I5	I5	I5
Относительная погрешность хода, не более	I:25 000	I:I0 000	I:5 000
Средняя квадратическая погрешность измерения угла (по невязкам в ходах и полигонах), угловые секунды, не более	3	5	I0
Угловая невязка хода или полигона, угловые секунды, не более	5	I0	20
где n – число углов в ходе			

Примечания: I. В отдельных случаях при привязке ходов полигонометрии к пунктам государственной геодезической сети с использованием светодальномеров длины привязочных сторон хода могут быть увеличены до 30 %.

2. В порядке исключения в ходах полигонометрии I разряда длиной до I км и в ходах полигонометрии 2 разряда длиной 0,5 км допускается абсолютная линейная невязка I0 см.
3. Число угловых и линейных невязок, близких к предельным, не должно превышать I0 %.
4. Допускается увеличение длин ходов полигонометрии I и 2 разряда на 30 % при условии соблюдения требований п. 3.3.5.

3.3.2. Отдельный ход полигонометрии должен опираться на 2 исходных пункта. На исходных пунктах необходимо измерять примычные углы.

В исключительных случаях при отсутствии между исходными пунктами видимости с земли допускается:

проложение хода полигонометрии, опирающегося на два исходных пункта, без угловой привязки на одном из них. Для контроля угловых измерений используют дирекционные углы на ориентирные пункты государственной геодезической сети или дирекционные углы примычных сторон, полученные из астрономических измерений с точностью 5–7" или гидротеодолитных измерений с точностью I0–I5";

проложение замкнутого хода полигонометрии I, 2 разрядов, опирающегося на один исходный пункт, при условии передачи или измерения с точек хода двух дирекционных углов с точностью 5–7" на две смежные стороны по возможности в слабом месте (середине) хода.

Проложение висячих ходов не допускается.

3.3.3. Расстояние между пунктами параллельных полигонометрических ходов данного класса (разряда), по длине близких к предельным, должно быть не менее

в полигонометрии 4 класса – 2,5 км;

в полигонометрии I разряда – I,5 км.

При меньших расстояниях ближайшие пункты должны быть связаны ходом полигонометрии данного класса (разряда).

Если пункты полигонометрического хода I разряда удалены от пунктов полигонометрии 4 класса не более, чем на I,5 км, то между ними должна быть проложена связь ходом I разряда.

3.3.4. При проложении полигонометрических ходов I и 2 разрядов большей протяженности (табл. 5) необходимо определять дирекционные углы сторон хода с точностью 5–7" не реже, чем через I5 сторон, и не реже, чем через 3 км.

3.3.5. На все закрепленные пункты полигонометрических ходов должны быть переданы значения высот нивелированием IУ класса или техническим нивелированием. В горной местности при обеспечении съемок с сечением рельефа через 2 и 5 м допускается определение высот пунктов полигонометрии тригонометрическим нивелированием.

3.3.6. Рекогносцировка ходов полигонометрии производится на основании утвержденного проекта на производство работ.

При рекогносцировке необходимо руководствоваться следующими требованиями:

полигонометрические ходы должны прокладываться по местности, наиболее благоприятной для производства угловых и линейных измерений;

полигонометрические пункты следует располагать примерно на равных расстояниях друг от друга;

места постановки пунктов должны обеспечивать их долговременную сохранность; не рекомендуется устанавливать пункты на площадях, занятых сельскохозяйственными культурами;

между двумя смежными пунктами должна быть обеспечена взаимная видимость; визирный луч должен проходить не ближе 0,5 м от препятствия;

на застроенных территориях, где это возможно, пункты полигонометрии следует закреплять стенными знаками.

3.3.7. На каждый установленный полигонометрический знак должен быть составлен абрис с указанием расстояний не менее чем к трем постоянным предметам.

3.3.8. Измерение углов на пунктах полигонометрии I и 2 разрядов производится способом измерения отдельного угла или способом круговых приемов, как правило, по трехштативной системе оптическими теодолитами Т2 и Т5 и другими, им равноточными.

Способ круговых приемов применяется, когда число наблюдаемых направлений на пункте более двух.

3.3.9. При измерениях способом отдельного угла алидаду вращают только по ходу часовой стрелки или только против хода часовой стрелки.

При измерениях круговыми приемами в первом полуприеме алидаду вращают по ходу часовой стрелки, а во втором – в обратном направлении.

3.3.10. Число приемов, в зависимости от разряда полигонометрии и типа применяемого прибора, приведено в табл. 6.

При переходе от одного приема к другому лимб переставляют в соответствии с указаниями п. 3.2.12.

Таблица 6

Типы теодолитов	Число приемов в полигонометрии		
	4 класса	I разряда	2 разряда
T1 и ему равноточные	4	–	–
T2 и ему равноточные	6	2	2
T5 и ему равноточные	–	3	2

3.3.11. Линейная погрешность центрирования теодолита и визирных марок не должна превышать 1 мм при измерениях в полигонометрии I разряда и 2 мм в полигонометрии 2 разряда.

3.3.12. Результаты измерений отдельных углов или направлений должны находиться в пределах допусков, приведенных в табл. 7.

Таблица 7

Элементы измерений, к которым относятся допуски	Типы приборов		
	T1 и ему равноточные	T2 и ему равноточные	T5 и ему равноточные
Расхождения между значениями одного и того же угла, полученного из двух полуприемов	6"	8"	0,2'
Колебания значений угла, полученных из разных приемов	5"	8"	0,2'
Расхождение между результатами наблюдений на начальное направление в начале и конце полуприема	6"	8"	0,2'

Продолжение табл. 7

Элементы измерений, к которым относятся допуски	Типы приборов		
	Т1 и ему равноточные	Т2 и ему равноточные	Т5 и ему равноточные
Колебания значений направлений, приведенных к общему нулю, в отдельных приемах	5"	8"	0,2'

Примечание: Если разность зенитных расстояний на два измеряемых направления более 20^0, допуски расхождений между значениями одного и того же угла, полученного из двух полуприемов, увеличиваются в 1,5 раза.

3.3.13. Приемы, результаты которых не соответствуют установленным допускам, повторяют на тех же установках лимба. Если среднее значение угла (направления), полученное из основного и повторного измерений, удовлетворяет установленным допускам, то его включают в дальнейшие вычисления. В противном случае основной прием вычеркивается и в вычисления включают повторный.

3.3.14. Расхождения между значениями измеренного и исходного угла на примычном пункте не должны превышать:

Полигонометрия	
4 класс	6"
1 разряд	10"
2 разряд	20"

Если расхождения больше указанных, то определяется третье исходное направление, по которому следует производить контроль.

3.3.15. Линии в полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов измеряются светодальномерами, электронно-оптическими тахеометрами, радиодальномерами и другими приборами и методами, обеспечивающими точность, соответствующую классу или разряду полигонометрии. В полигонометрии 1 и 2 разряда для измерения могут быть использованы длиномер типа АД-1 и параллактический метод, а в полигонометрии 2 разряда, кроме того, - редукционные тахеометры ТД и Редта-002.

3.3.I6. Для измерения линий полигонометрии светодальномерами применяют приборы, обеспечивающие точность измерения линий до 3 см.

3.3.I7. Измерение линий светодальномерами выполняют в соответствии с Инструкцией по эксплуатации прибора.

Программа измерений должна обеспечивать измерение линии таким образом, чтобы предельная относительная погрешность измерения линии не превышала относительной погрешности хода данного класса (разряда).

3.3.I8. При измерении сторон параллактическим методом значение параллактического угла должно быть не менее 8^0 в полигонометрии I разряда и не менее 4^0 в полигонометрии 2 разряда.

3.3.I9. В качестве базиса при параллельном методе измерения сторон используют инварную проволоку длиной 24 м. Для натяжения проволоки используют гири. Длина проволоки определяется эталонированием на компараторе с точностью 0,I6 мм.

3.3.20. Базис следует располагать перпендикулярно к измеряемой линии с погрешностью не более 2′ при помощи теодолита 30-секундной точности. В противном случае измеряется угол между измеряемой линией и линией базиса с точностью до I

Расстояние от вершины параллактического звена до базиса длиной 24 м не должно превышать I70 м в полигонометрии I разряда и 340 м в полигонометрии 2 разряда. При измерении линий большей длины следует пользоваться симметричным звеном, в виде ромба с базисом в середине. В полигонометрии I разряда длины сторон, превышающие 340 м, следует измерять по частям.

3.3.2I. Параллактические углы измеряют теодолитами T2, Theo-0I0 и им равноточными четырьмя приемами со средней квадратической погрешностью, вычисленной по сходимости приемов, не более I,5". Расхождения значений углов из разных приемов не должны превышать 3". Измерения параллактических углов выполняют на одной части лимба, точность нанесения штрихов которой тщательно исследуют.

Если погрешность в положении штрихов I", в измеренные углы следует вводить поправки. Если рен оптического микрометра больше I", то за рен также вводят поправку.

3.3.22. При измерении линий полигонометрии короткобазисным параллактическим методом применяют оптические теодолиты T2, Theo-0I0 и им равноточные, базисные рейки Bala и визирные

марки. Эталонирование базисных реек в лабораторных условиях должно выполняться с погрешностью не более ± 0,01 мм, а в полевых – ± 0,04 мм.

3.3.23. Длины сторон определяют из простых или сложных параллактических звеньев в зависимости от местных условий и разряда полигонометрии.

3.3.24. Параллактические углы при коротком базисном методе измеряют четырьмя полуприемами со средней квадратической погрешностью не более I". Расхождение значений из разных приемов не должны превышать 3". Измерение параллактических углов выполняют на одних и тех же делениях лимба в пределах 10^{0}, переставляя барабан микрометра между полуприемами. Рен в указанных пределах должен быть близким к минимальному. Если значение его меньше I", то поправка за рен не вводится.

3.3.25. Измерение длин линий длиномером АД-I выполняют в полигонометрии I разряда двумя приемами и в полигонометрии 2 разряда одним приемом. Один прием состоит из прямого и обратного измерений.

3.3.26. При измерении длин линий длиномером должны соблюдаться допуски, приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Разряд полигонометрии	Натяжение проволоки	Число приемов	Допустимое расхождение	
			между полуприемами	между приемами
I	Гири I5 кгс	2	I: 7 000	I:I0 000
2	Гири I5 кгс или динамометр	I	I: 5 000	-

Отсчеты по длиномеру и шкалам берут с точностью I мм. Температуру воздуха измеряют с точностью I ^{0}C.

3.3.27. В измеренные длиномером расстояния вводят поправки за провес проволоки, компарирование мерного диска, наклон линии и температуру.

3.3.28. Обработка результатов измерений, выполняемых при создании полигонометрических ходов и систем ходов, включает следующие укрупненные процессы:

полевые вычисления, в том числе контрольные;

камеральную обработку и уравнительные вычисления.

Все вычисления выполняют в две руки, если нет независимого контроля вычислений по другим формулам.

3.3.29. Контрольные вычисления должны производиться в процессе выполнения работ для установления точности измерений и соответствия их требованиям действующих инструкций.

Как правило, контрольные вычисления выполняются исполнителем работ и его непосредственным руководителем.

3.3.30. Камеральная обработка при создании полигонометрии включает следующие виды работ:

составление схемы полигонометрических ходов;

подготовку и анализ координат исходных пунктов с целью установления их достоверности и точности;

проверку и обработку журналов угловых и линейных измерений;

вычисление линий, измеренных светодальномерами или другими приборами;

вычисление угловых и линейных невязок;

подготовку основных данных для уравнивания и уравнивание сети (преимущественно на ЭВМ).

3.3.31. Среднюю квадратическую погрешность m_β измеренного угла в полигонах и замкнутых ходах полигонометрии вычисляют по формуле

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]}{N}},$$

а для сети с узловыми пунктами при отсутствии замкнутых полигонов – по формуле

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]}{N-K}},$$

где f_β – угловая невязка в полигоне или ходе; n – число измеренных углов; N – число полигонов или ходов; K – число узловых точек.

Примечание. Окончательную оценку точности угловых измерений замкнутых ходов полигонометрии и полигонов в случаях, когда $N \leqslant 5$, следует производить по материал уравнивания, так как в этом случае оценка точности по невязкам будет недостаточно эффективной

3.3.32. В результате работ по созданию полигонометрии 4 класса, I и 2 разрядов оформляют следующие материалы:

схему ходов и привязок к пунктам государственной геодезической сети;

абрисы расположения пунктов полигонометрии;

журналы компарирования мерных приборов, измерения линий, нивелирования штативов при измерении линий проволоками, журналы измерения углов;

листы графического определения элементов приведения;

материалы исследований приборов;

материалы вычислений и оценки точности;

каталог координат пунктов полигонометрии;

акты сдачи пунктов полигонометрии для наблюдения за сохранностью (см. приложение 8);

пояснительную записку.

3.4. Нивелирование IУ класса

3.4.I. Нивелирование IУ класса выполняют в одном направлении по стенным и грунтовым реперам и центрам пунктов геодезических сетей. Длины ходов нивелирования не должны превышать 50 км.

В нивелирные ходы, прокладываемые на территории месторождений, рекомендуется включать в качестве реперов фланцы скважин и другие элементы нефтепромыслового оборудования, устойчивость по высоте которых может быть гарантирована в течение длительного периода времени.

3.4.2. Нивелирование IУ класса выполняют нивелирами с увеличением трубы не менее 25^{X} и ценой деления цилиндрического уровня не более 25" на 2 мм (контактного уровня - не более 30").

3.4.3. Для нивелирования IУ класса применяют двухсторонние трехметровые шашечные рейки.

Как исключение допускается применять односторонние рейки, а также 4-метровые.

Случайные погрешности дециметровых и метровых интервалов реек не должны превышать I мм.

3.4.4. Перед началом полевых работ для реек с помощью контрольной линейки или штрихового метра определяют:

погрешности дециметровых делений;

среднюю длину метра комплекта реек;

разность высот нулей реек.

Поверку установки круглых уровней на рейках выполняют ежедневно перед началом работы.

3.4.5. При нивелировании отсчеты по черной и красной сторонам реек выполняют по средней нити. Для определения расстояний от нивелира до реек выполняют отсчеты по одной и той же дальномерной нити по черной стороне реек.

Порядок отсчетов на станции следующий:

черная сторона задней рейки;

черная сторона передней рейки;

красная сторона передней рейки;

красная сторона задней рейки.

3.4.6. При использовании односторонних реек превышения на каждой станции определяют при двух горизонтах нивелира.

3.4.7. Нормальное расстояние от нивелира до реек - 100 м. Если нивелирование выполняют нивелиром с увеличением трубы не менее 30^{x}, то при спокойных изображениях расстояние от нивелира до реек допускается увеличивать до 150 м.

Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции не должно превышать 5 м, а накопление их в секции - 10 м.

Высота визирного луча над поверхностью земли или ее покрытия должна быть не менее 0,2 м.

Расхождения в превышениях на станции, полученные по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах нивелира при применении односторонних реек, не должны превышать 5 мм. При большем расхождении наблюдения на станции повторяют, изменив положение штатива по высоте на 3-5 см.

3.4.8. Невязки в замкнутых полигонах или в ходах между исходными пунктами не должны превышать $20\sqrt{L}$ мм, если число станций на 1 км хода не более 15, и $5\sqrt{n}$ мм, если число станций более 15 на 1 км хода, где L - длина хода в км, а n - число станций в ходе или полигоне.

3.4.9. Вычисление превышений на станции и между реперами и высот реперов нивелирования IУ класса выполняют с округлением до 1 мм. Уравнивание выполняют способом узлов или полигонов.

3.4.10. В результате работ по нивелированию IУ класса должны быть оформлены следующие материалы: схема ходов нивелирования; абрисы расположения реперов; полевые журналы; материалы исследований нивелиров и компарирования реек; ведомость превышений; материалы вычислений и оценки точности; каталог высот реперов; акты сдачи реперов для наблюдения за сохранностью; пояснительная записка.

3.5. Съемочное геодезическое обоснование

3.5.1. Съемочное обоснование (плановое и высотное) строится в развитие государственной геодезической сети, сетей сгущения I и 2 разрядов и нивелирной сети I-IУ классов до плотности, обеспечивающей выполнение топографической съемки, и состоит из теодолитных ходов или заменяющих их микротриангуляции, геодезических засечек и ходов технического и тригонометрического нивелирования.

3.5.2. Предельные погрешности положения точек съемочного обоснования и плановых опознаков 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 мм - на закрытой древесной и кустарниковой растительностью и заболоченной местности.

3.5.3. В исключительных случаях, при отсутствии на участке работ и вблизи него на расстоянии до 5 км пунктов государственной геодезической сети, геодезических сетей I и 2 разрядов и небольшом объеме работ, съемочное обоснование может являться самостоятельной геодезической основой топографической съемки.

Площадь съемок только на съемочном обосновании не должна превышать:

для масштаба I:5 000 - 20 км^2;

для масштаба I:2 000 и крупнее - I0 км^2;

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

3.5.4. Съемочным обоснованием при съемке масштаба I:I0 000 и при съемке коридоров и подводных переходов действующих магистральных нефтепроводов могут служить теодолитные ходы точности I:2 000 и магистральные геодезические ходы точности I:5 000 и I:I0 000, 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.

3.5.5. 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 I:5 000 и двух точек при съемке в масштабе I:2 000.

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

Для ходов, указанных в п. 3.5.4, необходимо предусматривать закрепление каждой точки хода, если она расположена в месте, обеспечивающем ее долговременную сохранность.

3.5.7. 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 I/I0 высоты сечения рельефа принятого масштаба съемки, в горных и предгорных районах - I/6 высоты сечения рельефа, а для съемочного обоснования, указанного в п. 3.5.4 не должна превышать 0,2 м.

3.5.8. Уравнивание съемочного обоснования производят упрощенными способами (по способу проф. Попова, узлов, приближений и др.).

Значения углов и азимутов вычисляют с точностью до 0,I′, координат - до 0,0I м, высот - до 0,00I м в ходах геометрического нивелирования и до 0,0I м в ходах тригонометрического нивелирования.

3.5.9. В результате проведенных работ по созданию съемочного обоснования должны быть оформлены следующие материалы:

схемы теодолитных и нивелирных ходов;

абрис точек, закрепленных долговременными знаками, и точек постоянного съемочного обоснования;

журналы измерения горизонтальных углов, линий и базисов;

материалы компарирования мерных приборов;

журналы технического (тригонометрического) нивелирования;

ведомости уравнивания и вычисления координат и высот точек съемочного обоснования;

каталоги координат и высот точек съемочного обоснования;

акты сдачи долговременно закрепленных точек для наблюдения за сохранностью;

пояснительная записка.

3.6. Теодолитные ходы

3.6.I. Для съемки в масштабе I:I0 000 и в качестве обоснования для съемки магистральных трубопроводов прокладываются теодолитные ходы точности I:2 000 и, при отсутствии надлежащей плотности геодезической основы, магистральные геодезические ходы с характеристиками, приведенными в табл. 9.

Таблица 9

Показатели	Предельная относительная погрешность хода ($\frac{I}{N}$)		
	$\frac{I}{2\,000}$	$\frac{I}{5\,000}$	$\frac{I}{I0\,000}$
Средняя квадратическая погрешность измерения угла, не более	30″	I0″	5″
Длина стороны, км	0,I–I,0	0,25–2,0	0,5–3,0
Длина хода между исходными пунктами (км), не более:			
на открытой местности	8	20	40
на закрытой местности	I2	30	60
Длина хода между исходным пунктом и узловой точкой или между узловыми точками (км), не более:			
на открытой местности	5,5	I3	25
на закрытой местности	8	I7	30

3.6.2. Измерение углов в магистральных геодезических ходах выполняется с учетом требований пп. 3.3.9-3.3.14. Линии этих ходов измеряют светодальномерами или электронно-оптическими тахеометрами в соответствии с Инструкциями по эксплуатации этих приборов. Программа измерений должна обеспечивать получение длин линий с погрешностью не более 5 см при расстояниях до I км и не более I0 см при расстояниях свыше I км.

3.6.3. При неблагоприятных условиях измерений (пашня, заболоченность, заросли и т.д.) допускается проложение теодолитных ходов с точностью I:I 000. Длины ходов в этом случае должны быть в 2 раза меньше длин, приведенных в таблице 9 для теодолитного хода точности I:2 000.

3.6.4. Для съемки в масштабах I:5 000-I:500 теодолитные ходы прокладываются с предельными относительными погрешностями I:3 000, I:2 000, I:I 000 в соответствии с табл. I0.

Таблица I0

Масштаб	Открытая местность (m_s=0,2 мм)			Закрытая местность (m_s = 0,3 мм)	
	$\frac{I}{N} \leq \frac{I}{3\,000}$	$\frac{I}{N} \leq \frac{I}{2\,000}$	$\frac{I}{N} \leq \frac{I}{I\,000}$	$\frac{I}{N} \leq \frac{I}{2\,000}$	$\frac{I}{N} \leq \frac{I}{I\,000}$
	Допустимые длины ходов между исходными пунктами, км				
I:5 000	6,0	4,0	2,0	6,0	3,0
I:2 000	3,0	2,0	I,0	3,0	I,5
I:I 000	I,8	I,2	0,6	I,8	I,0
I:500	0,9	0,6	0,3	I,0	0,5

Допустимые длины ходов между исходными пунктами и узловой точкой или между узловыми точками должны быть на 30 % меньше приведенных в табл. I0.

3.6.5. Исходными пунктами при проложении теодолитных ходов являются пункты государственной геодезической сети и сетей сгущения I и 2 разрядов. В качестве исходных при съемке магистральных трубопроводов и подводных переходов являются точки теодолитных ходов с техническими характеристиками приведенными в п. 3.6.I, при этом обязательно соблюдение требований табл. I0.

3.6.6. В качестве постоянного планового съемочного обоснования могут служить углы капитальных зданий, центры смотровых колодцев, углы опор наземных инженерных коммуникаций, громоотводы и другие четко определяемые контуры. Точки постоянного планового съемочного обоснования определяют с пунктов государственной геодезической сети, сетей сгущения и точек теодолитного хода точности I:2 000 и I:3 000, прокладываемого с характеристиками (табл. I0), предусмотренными для масштаба съемки I:500 и I:I 000, прямыми засечками не менее чем с трех точек или полярным методом.

3.6.7. Примычные углы на точки постоянного съемочного обоснования измеряют одним приемом одновременно с измерением углов теодолитного хода. При расстоянии до определяемой точки меньше 30 м допускается расхождение в значении угла между полуприемами

$$\Delta' = \frac{30'}{L},$$

где L - расстояние до определяемой точки, м.

При определении планового положения точки полярным методом расстояние не должно превышать длины мерного прибора (но не более 50 м).

Углы капитальных зданий определяются на уровне прибора (I,5 м от земли), но обязательно выше цоколя здания.

3.6.8. Предельные относительные линейные невязки теодолитного хода, проложенного между точками постоянного съемочного обоснования, должны быть не более I:I 000 или I:2 000, а максимальные длины ходов должны быть вдвое короче длин ходов аналогичной точности (см. табл. I0).

3.6.9. Длины сторон в теодолитных ходах должны быть не менее 40 м (на застроенной территории - 20 м) и не более 350 м. Измерение линий производят в прямом и обратном направлениях оптическими дальномерами, металлическими измерительными лентами или рулетками. Расхождения между результатами прямого и обратного измерений не должны превышать $\frac{S}{N}$, где N - показатель точности хода, S - измеряемое расстояние.

В результаты измерений линий вводят поправку за компарирование, если длина мерного прибора отличается от нормальной более чем на I:I0 000, поправку за наклон линии к горизонту, если угол наклона больше $I,5^{\circ}$.

В случае, когда температура воздуха при измерении линий на 8 °С выше температуры компарирования мерных приборов, в длины линий вводят поправку за температуру.

3.6.I0. Допускается проложение висячих теодолитных ходов при числе сторон не более трех на незастроенных территориях и не более четырех на застроенных территориях. Длины ходов (в метрах) не должны превышать численных значений, указанных в табл. II.

Таблица II

Масштаб съемки	Допустимая длина висячих теодолитных ходов, м	
	на застроенных территориях	на незастроенных территориях
I:I0 000	700	I 000
I:5 000	350	500
I:2 000	200	300
I:I 000	I50	200
I:500	I00	I50

3.6.II. В виде исключения допускается проложение теодолитного хода между двумя исходными пунктами без измерения примычных углов. При этом необходимо замкнуть этот ход угловым ходом (ходом с измерением только углов).

3.6.I2. Углы в теодолитных ходах измеряют теодолитами не менее 30-секундной точности одним полным приемом.

При измерении углов теодолитами с двухсторонним отсчетом по кругам (типа Т2) необходимо выполнять перестановку лимба между полуприемами на величину, близкую к 90°.

Колебания значений углов, полученных из двух полуприемов, не должны превышать 45".

3.6.I3. Угловые невязки в теодолитных ходах не должны превышать $f_{\beta} = I'\sqrt{n}$, где n – число углов в ходе.

3.6.I4. Центрирование теодолитов производится с погрешностью не более 3 мм.

3.7. Микротриангуляция

3.7.1. В открытой местности теодолитные ходы могут быть заменены микротриангуляцией.

Микротриангуляция строится в виде цепочки треугольников или типовых фигур триангуляции: центральной системы, геодезического четырехугольника, вставки в исходный угол.

Отдельные точки съемочного обоснования могут определяться геодезическими засечками.

Исходными сторонами являются стороны геодезических сетей сгущения I и 2 разрядов, а также базисные стороны, измеренные с точностью не ниже I:5 000.

3.7.2. Между исходными сторонами (пунктами) допускается построение треугольников, не более:

Масштаб	
I:I0 000	25
I:5 000	20
I:2 000	I7
I:I 000	I5
I:500	I0

Длина цепи треугольников не должна превышать длину теодолитного хода точности I:2 000 соответственно масштабу съемки (см. табл. I0); для съемки в масштабе I:I0 000 – не более I0 км.

3.7.3. Углы треугольников должны быть не менее 20°, а стороны не короче I50 м.

Углы измеряют двумя круговыми приемами в соответствии с требованиями п. 3.6.I2.

Невязки в треугольниках не должны превышать $I,5'$.

3.7.4. Уравнивание микротриангуляции выполняют упрощенным способом. Углы уравнивают за условия фигур распределением невязки треугольника поровну на каждый угол. По углам, уравненным за условия фигур, выполняют уравнивание за условия базиса и полюса с таким расчетом, чтобы вторичные поправки были равны по модулю и противоположны по знаку (т.е. чтобы не нарушались условия фигур).

По уравненным таким способом углам вычисляют длины сторон и координаты точек микротриангуляции. Невязки в координатах распределяют пропорционально длинам сторон сети.

3.7.5. Отдельные точки планового съемочного обоснования могут определяться прямыми комбинированными и обратными засечками.

Прямую засечку производят не менее чем с трех исходных пунктов, обратную - по четырем исходным пунктам при условии, что определяемая точка не лежит вблизи окружности, проходящей через эти пункты. Угол между направлениями прямой засечки должен быть не менее 30° и не более 150°, а в исключительных случаях не менее 20° и не более 160°.

3.7.6. При производстве засечек углы должны измеряться с точностью, обеспечивающей определение положения точки со средней квадратической погрешностью не более 0,1 мм в масштабе съемки.

Предрасчет точности производится по формулам (приложение 9) или таблицам (приложение 10).

3.7.7. Расхождения между координатами определяемой точки, полученными из двух определений, не должны превышать 0,2 мм в масштабе плана на застроенной территории и 0,3 мм - на незастроенной территории.

3.7.8. При определении пары точек взаимной обратной засечкой по четырем, трем и двум исходным пунктам (задача Ганзена) для контроля измеряется расстояние между определяемыми точками или между определяемой и исходной точками. Расхождение между измеренной и вычисленной длинами линии не должно превышать значений указанных в п. 3.7.7.

3.8. Геометрическое и тригонометрическое нивелирование

3.8.1. Высоты точек съемочного обоснования определяют проложением ходов геометрического (технического нивелирования или нивелирования горизонтальным лучем теодолита с уровнем при трубе) и тригонометрического нивелирований.

3.8.2. Геометрическое нивелирование производят одиночными ходами или системами ходов, опирающимся не менее чем на два репера (пункта геодезической сети) нивелирования I, II, III, IV классов.

В исключительных случаях допускается проложение замкнутого хода, опирающегося на один исходный репер.

3.8.3. Исходными для тригонометрического нивелирования служат пункты государственной геодезической сети и сетей сгущения всех классов и разрядов, высоты которых определены геометрическим нивелированием.

В горных и труднодоступных районах исходными могут служить пункты триангуляции и полигонометрии, высоты которых определены тригонометрическим нивелированием.

3.8.4. Длины ходов нивелирования определяют в зависимости от высоты сечения рельефа топографической съемки. Допустимые длины ходов приведены в табл. I2.

Таблица I2

Методы нивелирования	Длина ходов, км, при сечениях рельефа, м				
	0,25	0,5	I	2	5
Техническое нивелирование	2	8	I6	20–30	
Нивелирование горизонтальным лучом теодолита (кипрегеля) с уровнем при трубе	-	I	4	I6	
Тригонометрическое нивелирование	-	-	I	9	20–30

При построении системы ходов длина хода между исходным пунктом и узловой точкой сокращается на 25 %, а между узловыми точками на 50 %.

3.8.5. Высоты точек съемочного обоснования для съемки коридоров и подводных переходов действующих магистральных трубопроводов определяют только техническим нивелированием. Длина хода не должна превышать I6 км.

3.8.6. Невязки ходов или замкнутых полигонов геометрического нивелирования не должны превышать значений, подсчитанных по формуле: $f_h = 50\sqrt{L}$ (мм) – для технического нивелирования и $f_h = 100\sqrt{L}$ (мм) – для нивелирования горизонтальным лучом теодолита с уровнем при трубе, где L – длина хода, км. Если число штативов на I км хода превышает 25, то допустимые невязки подсчитывают по формулам: $f_h = 10\sqrt{n}$ (мм) – для технического нивелирования и $f_h = 20\sqrt{n}$ (мм) – для нивелирования горизонтальным лучом, где n – число штативов.

Допустимую невязку хода тригонометрического нивелирования вычисляют по формуле $f_h = 20\sqrt{L}$ (см).

3.8.7. Геометрическое нивелирование выполняют в одном направлении по двум сторонам рейки с соблюдением следующего порядка работы на станции:

отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки;

отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки.

Допускается применение односторонних реек, при этом превышение на станции определяют при двух горизонтах прибора.

Расстояния от нивелира до реек должны быть по возможности равными и не превышать 150 м. При хороших условиях видимости и спокойных (неколеблющихся от влияния рефракции) изображениях расстояния от прибора до рейки можно увеличить до 200 м.

Расхождения превышений на станции, определенных по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах прибора, не должны быть более 5 мм.

3.8.9. В равнинной местности нивелирование горизонтальным лучом теодолита (кипрегеля) с уровнем при трубе можно производить с точки на точку одновременно с выполнением работ по построению съемочного обоснования. При этом обязательно выполнение нивелирования между точками в прямом и обратном направлениях: превышение вычисляется как среднее арифметическое между прямым и обратным превышениями.

3.8.10. Тригонометрическое нивелирование производят в прямом и обратном направлениях. Вертикальные углы измеряются теодолитом типа Т15, Т5, Т2 тремя приемами. Колебания значений вертикальных углов и места нуля, вычисленных из отдельных приемов, не должны превышать 20". Длину линии выбирают из материалов по построению планового съемочного обоснования.

Расхождение между прямым и обратным превышениями не должно быть более 4 см на каждые 100 м расстояния.

Точность измерения высоты визирных целей и прибора должна быть не ниже 1 см.

Допускается производство тригонометрического нивелирования теодолитами типа Т30. При этом колебания значений вертикальных углов и места нуля из отдельных приемов должны быть не более 1′, а предельные длины ходов должны быть втрое короче, приведенных в табл. 13.

В особых случаях могут устанавливаться более высокие требования к точности тригонометрического нивелирования, при этом методика работы определяется на основании специальных расчетов.

3.8.II. В процессе геометрического нивелирования попутно нивелируют устойчивые по высоте объекты: крышки колодцев, пикетажные столбы вдоль дорог и т.д. Высоты указанных точек определяются как промежуточные при включении их в ход. Каждая промежуточная точка должна быть замаркирована либо на нее должен быть составлен абрис.

3.8.I2. Невязки в ходах геометрического и тригонометрического нивелирования распределяют пропорционально длинам сторон или числу штативов между пунктами. Системы нивелирных ходов уравнивают способами полигонов, узлов, приближений и др.

4. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ НА НЕФТЯНЫХ И НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

4.I. Содержание и точность маркшейдерских планов

4.I.I. 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, предусмотренных Положением о маркшейдерской службе Министерства нефтяной промышленности.

4.I.2. Маркшейдерские планы нефтяных и газовых месторождений промышленных объектов составляют на основе топографических создаваемых методами наземной (теодолитной, мензульной, тахеометрической, фототопографической) или аэрофототопографической съемок, в соответствии с требованиями НТА ГУГК и настоящей Инструкции (табл. I3).

4.I.3. Скважины и другие технологические объекты спецнагрузки наносят на маркшейдерские планы месторождений и промышленных объектов в принятых Миннефтепромом условных обозначениях с их экспликацией. Топографическую нагрузку обозначают условными знаками ГУГК.

4.I.4. На маркшейдерском плане может изображаться как общепринятая, так и генерализованная топографическая нагрузка. Допускается при необходимости, обоснованной в техническом проекте, установление нестандартных сечений рельефа, а также детализация его вдоль коридора коммуникаций или на отдельном участке съемки.

Маркшейдерские планы на месторождении могут быть составлены не в принятой общесоюзной разграфке листов карты соответствующего масштаба.

4.I.5. На маркшейдерском плане месторождений должны быть изображены:

топографическая нагрузка (рельеф, гидрография, населенные пункты и др.);

пункты государственной геодезической сети и геодезической сети сгущения;

скважины разведочные, добывающие и др.;

Таблица I3

Характер территории	Методы съемки	Масштабы съемки	Назначение съемки
Незастроенная	Стереотопографический	I:I0 000–I:2 000	Съемки разрабатываемых месторождений в масштабах I:I0 000–I:2 000 с сечением рельефа через I, 2 и 5 м для масштаба I:I0 000 и 0,5, I и 2 м для масштабов I:5 000 и I:2 000 производятся для решения горно-технических задач, проектирования обустройства месторождений, реконструкции действующих объектов сбора, подготовки и транспорта нефти.
	Комбинированный	I:I0 000–I:2 000	
	Мензульный	I:I0 000–I:I 000	
	Тахеометрический	I:5 000–I:I 000	
	Фототопографический	I:I0 000–I:I 000	
Застроенная	Стереотопографический	I:5 000–I:500	Съемки в масштабах I:I 000 и I:500 с сечением рельефа через I и 0,5 м производятся для решения задач вертикальной планировки, составления планов существующих подземных сетей и сооружений, привязки зданий и объектов обустройства к участкам строительства, кроме того крупномасштабная съемка используется для составления планов на стадии технорабочего проекта при проектировании в сложных инженерно-геологических условиях
	Комбинированный	I:5 000–I:500	
	Мензульный	I:5 000–I:500	
	Тахеометрический	I:5 000–I:500	
	Горизонтальная и вертикальная съемка	I:5 000–I:500	

магистральные трубопроводы;
инженерные коммуникации;
компрессорные станции;
промышленные объекты (СП, ТП, ТУ, ЦПС, УКПН и др.).

При необходимости на плане могут изображаться забой и горизонтальные проекции осей стволов скважин, объекты разработки.

Фрагмент плана промплощадки и маркшейдерского плана дан в приложении II.

4.I.6. Все текущие изменения, происшедшие на нефтяных (газовых) месторождениях, должны вноситься на маркшейдерские планы в 3-I0 дневный срок.

Если топографическая и специальная ситуации на местности изменились по сравнению с их изображением на имеющемся плане более чем на 50 %, то производят новую топографическую и маркшейдерскую съемки месторождения.

4.I.7. Средние погрешности положения на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших пунктов съемочного 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.

4.I.8. Средние погрешности съемки рельефа относительно точек съемочного обоснования не должны превышать по высоте:

I/4 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона местности до I° для планов масштаба I:I0 000 и до 2° - для планов масштабов I:5 000-I:500;

I/3 при углах наклона от I° до 6° для планов масштаба I:I0 000, от 2° до 6° для планов масштабов I:5 000, I:2 000 и до $I0^{\circ}$ для планов масштабов I:I 000 и I:500;

I/3 при сечении рельефа через 0,5 м для масштабов I:5 000, I:2 000.

В залесенной местности эти допуски могут быть увеличены в полтора раза. Для местности с наклоном свыше 6° для планов масштабов I:I0 000-I:2 000 и свыше $I0^{\circ}$ для планов масштабов I:I 000 и I:500 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов.

4.I.9. Точность планов оценивается по расхождениям положения контуров, высот точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных измерений. Предельные отклонения не должны превышать удвоенных значений погрешностей, указанных в п. 4.I.7. и 4.I.8, и количество их не должно быть более I0 % общего числа контрольных измерений.

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

4.I.I0. Производственные объединения, нефтегазодобывающие и буровые управления должны иметь комплект графической маркшейдерской документации, указанный в табл. I4.

Таблица I4

Наименование графической документации	Масштаб
I. Производственные объединения:	
Картограммы топографо-геодезической изученности территории деятельности объединения в объемах, необходимых для проведения работ	I:2 000 000–I:I00 000
Топографические карты территории деятельности объединения, управления	I:I00 000–I:I0 000
Планы расположения устьев и забоев скважин по площадям	I:I00 000–I:I0 000
II. Нефтегазодобывающие управления:	
Картограммы топографо-геодезической изученности территорий деятельности предприятия в объемах, необходимых для проведения работ	I:500 000–I:50 000
Топографические карты территории деятельности предприятия	I:I00 000–I:I0 000
Маркшейдерские планы разрабатываемых месторождений	I:I0 000–I:2 000
Планы, схемы коммуникаций (при необходимости)	I:I00 000–I:2 000
Планы расположения устьев и забоев скважины	I:I00 000–I:2 000

Продолжение табл. I4

Наименование графической документации	Масштаб
Планы промышленных объектов (ГУ, КНС, ГП) промышленных зон и др.	I:2 000-I:500
Карты или планы земельных (при необходимости) и горных отводов	I:25 000-I:5 000
Фотопланы и аэрофотоснимки (при необходимости)	
Ш. Буровые предприятия:	
Картограммы топографо-геодезической изученности территории деятельности предприятия в объемах, необходимых для проведения работ	I:500 000-I:25 000
Топографические карты территории деятельности предприятий	I:I00 000-I:I0 000
Планы коммуникаций (при необходимости)	I:25 000-I:5 000
Планы расположения устьев и забоев скважин	I:I00 000-I:I0 000
Фотопланы и аэрофотоснимки (при необходимости)	

4.I.II. На картограмме топографо-геодезической изученности должны быть изображены:

границы съемок (с указанием масштаба и времени съемок);

пункты геодезических сетей на район деятельности предприятия с дифференциацией их по классу точности.

4.I.I2. На планы коммуникаций наносят:

координатную сетку;

устья скважин;

выкидные линии;

трубопроводы различного назначения;

сборные пункты;

групповые установки;

установки по подготовке нефти, газа и воды;

товарные парки;

головные сооружения и т.д.;

генерализованный рельеф местности (при необходимости), линии электропередачи, связи и телеуправления.

4.I.I3. На планах расположения устьев и забоев скважин должны изображаться:

координатная сетка;

границы горного отвода (для разрабатываемых месторождений);

устья и забои, другие характерные точки по стволу (при необходимости), горизонтальные проложения стволов скважин;

номера скважин (кустов скважин);

необходимые элементы топографической нагрузки.

Забои скважин и другие характерные точки в стволе (при необходимости) наносят на план с указанием точности их положения в виде эллипса погрешностей.

4.I.I4. На планах промышленных объектов должны быть изображены:

координатная сетка;

все здания, сооружения и установки технологического комплекса;

рельеф местности;

закрепленные на местности пункты геодезической сети.

4.I.I5. Планы горных отводов составляются в соответствии с требованиями "Инструкции о порядке предоставления горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых (кроме общераспространенных)" (1968).

4.I.I6. На планах земельных отводов должны быть изображены:

элементы гидрографии и основные пути сообщения;

границы землепользований;

границы земель, отведенные в долговременное пользование;

границы сельскохозяйственных и иных угодий;

текущие изменения земель, находящихся на балансе предприятия, а также участки земель, подготавливаемые к отчуждению или возврату.

4.I.I7. Съемку текущих изменений и исполнительную съемку выполняют методами теодолитной, мензульной и тахеометрической съемок в соответствии с требованиями Инструкции ГУГК (1982) и пп. 4.2–4.4 настоящей Инструкции.

4.2. Теодолитная съемка

4.2.1. При теодолитной съемке ситуация снимается способами: перпендикуляров, полярным и засечек. При всех способах съемки составляют абрисы и обязательно обмеряют контуры зданий и сооружений, выражающиеся в масштабе плана. Съемку необходимо выполнять одновременно с проложением ходов съемочного обоснования.

4.2.2. При съемке способом перпендикуляров или засечек от створной линии стальная лента (рулетка) укладывается между створными точками. Створные точки определяют промерами от пунктов, задающих створ, с точностью не менее I:2 000. Расстояния между створными точками не должны превышать, м:

Масштаб	
I:2 000	80
I:I 000	60
I:500	40

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

Масштаб	
I:2 000	8
I:I 000	6
I:500	4

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

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

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

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

4.2.7. В результате теодолитной съемки составляют следующие материалы:

оригиналы планшетов;

схемы теодолитных ходов;

журналы угловых и линейных измерений;

ведомости вычисления координат и высот пунктов теодолитных ходов;

каталог координат и высот;

абрисы съемки;

абрисы закрепленных пунктов.

4.3. Мензульная съемка:

4.3.I. Мензульная съемка на разрабатываемых месторождениях производится:

в масштабах I:I0 000-I:2 000 - отдельных участков месторождения для пополнения планов;

в масштабах I:I 000-I:5 000 - отдельных промобъектов.

4.3.2. Мензульную съемку выполняют на планшетах, изготовленных на высококачественной чертежной бумаги, наклеенной на малодеформирующийся материал (алюминий, пластик и др.). Допускается вместо чертежной бумаги использовать малодеформирующийся пластик.

4.3.3. Перед началом работы на планшет наносят сетку со стороной квадрата I0 см. Для съемки в масштабе I:I0 000 на планшете строят трапецию, размеры которой зависят от географической широты. Для съемки в масштабе I:5 000 сетку строят в рамках 40 х 40 или 50 х 50 см, а для остальных - 50 х 50 см. После этого подписывают координаты углов рамки и наносят по координатам пункты съемочной основы.

Расхождение длин сторон сетки с теоретическим значением не должно превышать 0,2 мм, а сумма расхождений, длин сторон трех и более квадратов - 0,3 мм. Разность диагоналей рамки не должна превышать 0,5 мм.

4.3.4. Перед производством работ все приборы должны быть тщательно проверены и исправлены. При работе номограммным кипрегелем пользуются нивелирными рейками или специальными рейками, позволяющими получать сразу превышение точки.

4.3.5. Перед началом работ мензулу центрируют на точке с помощью центрировочной вилки. Погрешность центрирования не должна превышать, см:

Масштаб

I:500, I:I 000 5

I:2 000 ..... I0

I:5 000 25

4.3.6. 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.

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

Характеристика мензульных ходов должна соответствовать требованиям, изложенным в табл. I5.

Таблица I5

Масштаб съемки	Максимальная длина мензульного хода, м	Максимальная длина линии, м	Максимальное число линий в ходе
I:I0 000	I 500	300	5
I:5 000	I 000	250	5
I:2 000	500	200	5
I:I 000	250	I00	3
I:500	200	I00	2

Примечание. При съемке в масштабе I:500 расстояния в мензульном ходе измеряют стальной лентой (рулеткой).

4.3.8. 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. 16. Высотные невязки распределяют пропорционально длинам сторон.

Таблица 16

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

4.3.9. 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.

4.3.10. В зависимости от масштаба съемки и сечения рельефа расстояния от прибора до пикетов и между пикетами не должны превышать численных значений, приведенных в табл. 17.

Таблица 17

Масштаб съемки	Сечение рельефа	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальное расстояние от прибора до рейки при съемке, м		
			рельефа	четких контуров	нечетких контуров
1:10 000	1,0	120	300	300	300
	2,5	140	400	400	350
	5,0	170	400	400	400

Продолжение табл. I7

Масштаб съемки	Сечение рельефа	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальное расстояние от прибора до рейки при съемке, м		
			рельефа	четких контуров	нечетких контуров
I:5 000	0,5	70	250	I50	200
	I,0	I00	300	I50	200
	2,0	I20	350	I50	200
	5,0	I50	350	I50	200
I:2 000	0,5	50	200	I00	I50
	I,0	50	250	I00	I50
	2,0	60	250	I00	I50
I:I 000	0,5	30	I50	80	I00
	I,0	40	200	80	I00
I:500	0,5	20	I00	60	80
	I,0	20	I50	60	80

4.3.II. 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^{0}. Съемка угодий с неопределенными очертаниями производится с точностью возможного установления их границ.

4.3.I2. Рельеф изображают горизонталями, которые рисуются обязательно в поле, на основании высот взятых пикетов. При сечении рельефа I м и более высоты пикетов вычисляют до 0,0I м, а выписывают на планшет с округлением до 0,I м. При сечениях, менее I м, высоты вычисляют и выписывают до 0,0I м.

4.3.I3. Высоты на планшете надписывают на вершинах, водоразделах, перегибах скатов и седловин, тальвегах, разветвлениях, вершинах и устьях лощин, в 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 осей дорог, колодцев и прочих характерных мест.

4.3.I4. По результатам съемки оформляются следующие материалы:

полевой оригинал с формуляром;

журналы развития съемочного обоснования;

схема съемочного обоснования - планового и высотного;

ведомости вычисления координат пунктов съемочного обоснования;

журналы съемки;

сводки по рамкам;

акты контроля и приемки работ.

4.4. Тахеометрическая съемка

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

4.4.2. До начала тахеометрической съемки геодезическая основа должна быть доведена до плотности, обеспечивающей возможность проложения тахеометрических ходов, характеристика которых дана в табл. I8.

Таблица I8

Масштаб съемки	Максимальная длина хода, м	Максимальная длина линий, м	Максимальное число линий в ходе
I:5 000	I200	300	6
I:2 000	600	200	5
I:I 000	300	I50	3
I:500	200	I00	2

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

4.4.3. Плотность тахеометрических ходов должна обеспечивать проведение съемки с соблюдением допусков, указанных в табл. I9.

При съемке нечетко выраженных или второстепенных контуров расстояния увеличиваются в I,5 раза.

4.4.4. Угловые невязки в тахеометрических ходах не должны превышать

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

где n – число углов в ходе.

Допустимая линейная невязка определяется из выражения

$$f_S = \pm \frac{S}{400\sqrt{n}}, \ (м)$$

Высотная невязка должна быть не более

$$f_h = \pm 0{,}04\frac{S}{\sqrt{n}}, \ (см),$$

где n – число линий в ходе;

S – длина хода, м.

4.4.5. При определении высот пикетов в равнинной местности рекомендуется работать при горизонтальном положении зрительной трубы тахеометра. Горизонтальность трубы обеспечивается установкой по вертикальному кругу отсчета, равного месту нуля.

4.4.6. Для контроля и избежания пропусков при съемке следует определять с каждой станции несколько пикетов, перекрывающих съемку с соседних станций.

4.4.7. В ходе работы и по окончании ее на станции должна проверяться ориентировка теодолита, отклонение от начального направления не должно превышать $1{,}5'$.

4.4.8. Результаты съемки (расстояния, горизонтальные и вертикальные углы) записывают в журнал тахеометрической съемки. Одновременно ведется абрис, составляемый отдельно для каждой станции. В абрис заносят все пикетные точки, показывая характерные линии рельефа (тальвеги, водоразделы, скаты и др.).

4.4.9. Камеральная обработка результатов тахеометрической съемки включает:

проверку полевых журналов и составление подробной схемы геодезического обоснования;

вычисление координат и высот точек тахеометрических ходов;

вычисление в журналах значений высот всех пикетов на станции;

наладку точек съемочного обоснования, тахеометрических ходов, пикетных точек, проведение горизонталей и нанесение ситуации.

Таблица I9

Масштаб съемки	Сечение рельефа, м	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальное расстояние от прибора до рейки, м, при съемке	
			рельефа	контуров
I:5 000	0,5	60	250	I50
	I,0	80	300	I50
	2,0	I00	350	I50
	5,0	I20	350	I50
I:2 000	0,5	40	200	I00
	I,0	40	250	I00
	2,0	50	250	I00
I:I 000	0,5	20	I50	80
	I,0	30	200	80
I:500	0,5	I5	I00	60
	I,0	I5	I50	60

4.4.10. Каждый составленный планшет до вычерчивания в туши тщательно проверяется и корректируется в поле путем слияния рельефа и ситуации, изображенных на нем, с местностью.

4.4.11. В результате производства тахеометрической съемки оформляют:

план тахеометрической съемки с формуляром;

журналы построения съемочного обоснования;

журналы тахеометрической съемки;

схема съемочного обоснования;

ведомости вычисления координат и высот точек съемочного обоснования;

акты контроля и приемки работ.

4.5. Аэрофототопографическая съемка

4.5.1. Аэрофототопографическую съемку нефтяных месторождений выполняют для составления и обновления маркшейдерских планов месторождений масштаба 1:10 000-1:500, постоянного пополнения содержания маркшейдерских планов и поддержания их на современном уровне. Материалы аэрофотосъемки могут использоваться для выбора площадок под буровые и создания маркшейдерских планов этих площадок, перенесения в натуру и определения координат устьев скважин.

4.5.2. Технические условия на выполнение аэрофототопографической съемки составляются руководителем маркшейдерской службы нефтегазодобывающего предприятия.

4.5.3. Аэрофототопографическая съемка нефтяных месторождений, выполняемая, как правило, на договорных началах подразделениями ГУГК, предусматривает следующие основные процессы: аэрофотосъемку; полевые и камеральные работы.

4.5.4. В результате выполнения каждого из указанных процессов оформляют материалы, предусмотренные техническими условиями на выполнение работ.

4.5.5. Аэрофотосъемку нефтяных месторождений выполняют подразделения Министерства гражданской авиации в соответствии с действующими "Основными положениями по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов" ГКИНП-09-32-80, а также требованиями настоящей Инструкции.

4.5.6. В технических условиях на выполнение аэросъемочных работ предусматриваются типы аэрофотоаппаратов и аэрофотопленки, масштаб фотографирования, перекрытие аэрофотоснимков, формат аэрофотоснимков, время фотографирования, особые требования к материалам аэрофотосъемки. Кроме того указывают снимаемую площадь в квадратных километрах, назначение работ, название и адрес организации, для которой выполняются работы, название и адрес банка, финансирующего работы, общая стоимость аэрофотосъемочных работ.

4.5.7. Аэрофотосъемка нефтяных месторождений в равнинных и всхолмленных районах должна выполняться аэрофотоаппаратами с фокусными расстояниями 70 и 100 мм, в горных районах - 100 и 140 мм.

Для обеспечения последующего опознавания нефтепромысловых объектов аэрофотосъемка может выполняться с применением дополнительного аэрофотоаппарата с фокусным расстоянием 200 мм, обеспечивающего получение снимков более крупного масштаба.

4.5.8. Масштаб аэрофотосъемки выбирается 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. 20.

Таблица 20

Средняя квадратическая погрешность определения высот объектов	Масштаб аэрофотосъемки при фокусных расстояниях аэрофотоаппарата, мм		
	140	100	70
3,0	-	1:50 000	1:60 000
2,0	-	1:34 000	1:40 000
2,0	-	1:17 000	1:20 000
0,5	1:9 000	1:12 000	1:15 000
0,25	1:4 500	1:6 000	1:7 500

4.5.9. Аэрофотоаппараты и аэрофотопленки, используемые при получении материалов для фотограмметрического сгущения, должны обладать метрическими свойствами отвечающими "Основным положениям по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов". Для съемки используются

черно-белые, цветные и спектрозональные аэропленки с противоореольной защитой на полиэфирной (лавсановой) и триацетатной основах.

4.5.10. Аэрофотосъемку нефтяных месторождений необходимо выполнять по строго определенным маршрутам. Продольное перекрытие предусматривают 60-70 %, поперечное - не менее 30 %.

4.5.11. Аэрофотосъемку необходимо проводить не ранее чем за один год до начала работ по составлению или обновлению маркшейдерского плана, причем планировать ее нужно на период, когда условия для залетов наиболее благоприятны, а ландшафтные и демаскирующие признаки, характерные для дешифрирования объектов обустройства нефтяных месторождений, наиболее ярко выражены.

4.5.12. Полевые топографические работы при аэрофототопографической съемке нефтяных месторождений выполняются, как правило, подразделениями ГУГК в соответствии с требованиями "Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500" ГКИНП-02-033-82.

4.5.13. В комплекс полевых топографических работ при аэрофототопографической съемке нефтяных месторождений входят:

маркировка опознаков (предусматривается проектом работ при отсутствии на местности достаточного количества четких контуров);

развитие съемочного планового обоснования;

развитие съемочного высотного обоснования при стереотопографической съемке;

дешифрирование контуров при стереотопографической съемке;

съемка рельефа и дешифрирование контуров при комбинированной съемке.

4.5.14. В состав камеральных работ при аэрофототопографической съемке нефтяных месторождений входят:

опознавание на аэрофотоснимках четких контуров (если проектом работ не предусматривалась маркировка опознаков);

фотограмметрическое сгущение плановой сети;

изготовление фотопланов нефтяных месторождений (если оно предусмотрено проектом работ);

дешифрирование топографической нагрузки;

специальное дешифрирование (дешифрирование нефтепромысловых объектов);

составление контурного маркшейдерского плана нефтяного месторождения и стереоскопическая рисовка рельефа (при стереофототопографической съемке).

4.5.15. Часть камеральных работ (кроме специального дешифрирования) может быть выполнена на договорных началах специализированными предприятиями в соответствии с требованиями, изложенными в "Инструкции по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов" (М.: Недра, 1974), а также требованиями настоящей Инструкции.

4.5.16. До выполнения дешифрирования необходимо собрать и изучить все картографические материалы, технологические схемы размещения нефтепромысловых сооружений и особенности изображения этих сооружений на аэрофотоснимках (приложение 12).

4.5.17. Дешифрирование нефтепромысловых объектов может выполняться на отдельных аэроснимках, на фотопланах или фотосхемах с учетом особенностей изложенных в приложении 12.

4.5.18. Основным методом дешифрирования аэроснимков нефтяных месторождений является сочетание полевого и камерального дешифрирования с обследованием местности и объектов.

4.5.19. Камеральное дешифрирование нефтепромысловых объектов и сооружений рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

наземные сооружения основного и вспомогательного назначения и скважины всех типов;

подземные резервуары, трубопроводы и кабели;

воздушные линии электропередачи, линии связи;

прочие элементы специальной и топографической нагрузки.

В полевое дешифрирование входит:

полевая проверка объектов местности, которые были отдешифрированы камерально;

сбор информации о недостающих объектах и сооружениях и их качественных и количественных характеристик.

4.5.20. Нефтепромысловые объекты следует дешифрировать по промысловым участкам и трассам основных промысловых коммуникаций с применением аэрофотоснимков-эталонов.

4.5.21. Все отдешифрированные за день подземные коммуникации и наземные сооружения должны быть вычерчены на материалах дешифрирования в течение трех дней.

4.5.22. Результаты дешифрирования аэроснимков переносят на маркшейдерские планы нефтяных месторождений. Этот процесс целесообразно производить с помощью прибора УТП-2 (приложение 13).

4.6. Съемка подземных коммуникаций

4.6.1. 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.

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

Общая схема коммуникаций составляется в масштабе более крупном, чем масштаб предстоящей съемки. На схеме условными знаками показывают трассы коммуникаций, их назначение, углы поворота трасс, места пересечения коммуникаций, колодцы с присвоенной им нумерацией, конденсатосборники, компенсаторы, характеристика коммуникаций по назначению.

Схема подземных коммуникаций в обязательном порядке согласовывается со службой главного маркшейдера нефтегазодобывающего предприятия и с соответствующими технологическими службами.

При камеральной рекогносцировке используют все имеющиеся графические материалы: топографические и маркшейдерские планы, рабочие и исполнительные чертежи, технологические схемы обустройства, схемы привязок, абрисы и т.д.

4.6.3. 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 продукта в трубопроводе.

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

4.6.5. Положение подземных коммуникаций распознают по люкам смотровых колодцев и следам производственной деятельности на поверхности земли: насыпи или оседания поверхности земли, нарушение однородности почвенно-растительного покрова, выход коммуникаций на поверхность по долинам рек, оврагам и т.д.

При отсутствии указанных признаков положение подземных коммуникаций определяют трубокабелеискателями, щупом или проходкой шурфов.

4.6.6. При съемке существующих подземных коммуникаций точки маркируются и снимаются через 50 м. Кроме того, съемке подлежат все колодцы, углы поворота трасс, точки пересечения их с другими коммуникациями, места присоединений и аварийных выпусков.

4.6.7. Съемку подземных коммуникаций производят с пунктов геодезической сети существующего или вновь создаваемого планового и высотного съемочного обоснования, точность которого должна соответствовать требованиям "Инструкции по топографической съемке в масштабах I:5 000-I:500" (1982) и настоящей Инструкции.

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

4.6.9. При исполнительных съемках в масштабах I:500-I:2 000 нивелируются все трубопроводные коммуникации в пределах границ прокладок.

Самотечные трубопроводы в границах промплощадок 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.

4.6.10. 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 I:5 000, I:2 000, I:I 000, I:500" (1981) и "Методическому руководству по маркшейдерским съемкам разрабатываемых месторождений нефти и газа" (1975).

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

4.6.12. 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.

4.7. Составление планов

4.7.1. Маркшейдерские планы необходимо составлять на малодеформирующейся основе.

4.7.2. Промышленные объекты, не выражающиеся в масштабе плана, показываются условными знаками и сопровождаются пояснительными надписями.

4.7.3. В том случае, когда на планах по условиям масштаба невозможно показать близко расположенные коммуникации, одна из них принимается за основную и наносится в соответствии с ее местоположением, другие изображают схематично относительно

нее, причем расстояния между соседними коммуникациями не должны быть более 0,3 мм.

4.7.4. В случае, если коммуникации находятся одна над другой и на плане совпадают, составляется вертикальный разрез в более крупном масштабе в виде выноски на полях или специального приложения.

4.7.5. Каждый планшет должен быть сведен по рамкам со смежными планшетами. Отклонения основных контуров и горизонталей по линии совмещения планшетов не должны превышать I мм, а второстепенных - I,5 мм. Расхождения по высоте не должны превышать двойной величины допустимых средних погрешностей съемки рельефа относительно пунктов геодезического обоснования. Отклонения распределяют поровну на каждый планшет. При сводках новых планшетов со старыми, исправления производят на планшетах новой съемки.

4.7.6. Составленный план подлежит проверке на местности путем сравнения с натурой и проведением контрольных измерений. Расхождения между расстояниями, взятыми из плана, и контрольными измерениями не должны превышать 0,44 мм в масштабе плана.

4.7.7. Для обновления планов следует вести непрерывный учет изменений, обеспечиваемый своевременным производством исполнительных съемок вновь построенных сооружений и коммуникаций. В случае отсутствия исполнительных чертежей используют материалы разбивочных работ, текущих съемок, полевых обследований и аэрофотосъемки.

4.7.8. Технологию обновления планов выбирают, учитывая количество изменений на участке, характер местности, используемые материалы и приборы.

5. РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН

5.I. Основные положения

5.I.I. Организации, занимающиеся составлением проектов разведки, проектов технологических схем и уточненных проектов разработки представляют заказчику проектные координаты устьев скважин, а для наклонных скважин - дополнительно и дирекционные углы линий смещения забоя с указанием возможных пределов отхода фактического положения забоя от проектного по каждому продуктивному горизонту и проектные координаты забоев скважин.

5.I.2. Проектное местоположение устьев скважин в процессе работы территориального НИПИ или другой организации над составлением разведочной и технологической проектной документацией (ТПД) выбирают с обязательным использованием горно-технической документации (маркшейдерские и топографические планы и карты, геологические и структурные карты, геологические разрезы, материалы аэрофотосъемки и др.).

5.I.3. Проектные координаты устьев и забоев скважин передаются организации-заказчику в установленном порядке в виде отдельного приложения к проектам разведки и к технологической проектной документации.

5.I.4. Перенесение местоположения устьев скважин в натуру, разбивку и закрепление направления смещения забоя, для наклонных скважин, производит маркшейдерская служба НГДУ, разведочных или проектных организаций на основании следующих данных: проектных значений координат устья / X_0, Y_0, Z_0 /, забоя / X_3, Y_3, Z_3 / и дирекционного угла горизонтальной проекции смещения забоя / α_{o3} /. Если условия местности не позволяют закрепить направление смещения забоя, то разбивается ориентирное направление.

5.I.5. При проектировании расположения устьев скважин и направлений их стволов учитывают требования пожарной безопасности, существующие на местности 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. Основанием для перенесения проектного положения устьев скважин в натуру является план (протокол, график) бурения, утвержденный вышестоящей организацией, или письменное распоряжение (задание), утвержденное главным геологом организации-заказчика (приложение 14).

5.2.2. В содержание работ по перенесению в натуру проектного положения устьев скважин входит:

подбор топографо-геодезических, картографических и аэрофотосъемочных материалов;

подготовка 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 местоположений устьев скважин;

передача 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. 21.

Таблица 21

Группа скважин	Предельные погрешности, м	
	перенесения в натуру планового положения устьев скважин	предварительного определения 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

Продолжение табл. 21

Группа скважин	Предельные погрешности, м	
	перенесения в натуру планового положения устьев скважин	предварительного определения абсолютных высот устьев скважин
3 группа		
Все категории скважин на разрабатываемых месторождениях	10	5

5.2.4. В случае отступления от требований, указанных в п. 5.1 настоящей Инструкции, 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, после рассмотрения на местности положения вынесенных в натуру устьев скважин, исходя из условий орогидрографии, застроенности территории месторождения. При этом необходимо достигнуть проектного местоположения точек встречи ствола скважины с продуктивным горизонтом или забоя скважины.

Решение об изменении проектного положения устьев скважин должно оформляться 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 это не влечет изменения геологических задач, решаемых данной скважиной.

При этом обязательно требуется письменное разрешение гл. геолога производственного объединения.

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

5.2.8. Перенесению проектного местоположения устьев скважин в натуру должна предшествовать рекогносцировка района работ, в результате которой устанавливаются 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 таблице 21.

5.2.9. Для перенесения проектного местоположения устьев скважин в натуру могут использоваться топографические карты, обеспечивающие требуемую в п. 5.2.3 точность. При этом в зависимости от группы скважин масштаб топографических карт должен быть не мельче:

Группа скважин	
I	I:100 000
2, п. 2.1	I:50 000
2, п. 2.2	I:25 000
3	I:10 000-I:5 000

Могут быть использованы графические или графоаналитические методы перенесения: совмещение устья 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 погрешностей не должна превышать значения предельной погрешности для соответствующей группы скважин (см. п. 5.3.2).

5.2.10. В случае отсутствия топографических карт требуемого в п. 5.2.9 масштаба или при отсутствии четких контуров вынос проектного положения устьев скважин осуществляется аналитическими методами (теодолитные ходы, триангуляция и т.д.). Если позволяют условия местности, можно использовать для этой цели топопривязчик.

5.2.11. Если для перенесения проекта в натуру необходимо развитие геодезических сетей (микротриангуляция или теодолитные ходы), то они проектируются с таким расчетом, чтобы обеспечивалась погрешность окончательного определения планового положения устьев скважин (см. п. 5.3.2).

5.2.I2. Места заложения скважин закрепляются металлическими трубами или деревянными столбами длиной I,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 расстояния 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 лицом, его составившим и принявшим местоположение устья (приложение I5).

5.2.I3. Предварительные высоты перенесенных в натуру местоположений устьев скважин определяют по топографическим картам, а при их отсутствии - барометрическим или тригонометрическим нивелированием.

5.2.I4. Места перенесенных в натуру устьев скважин указываются на местности и сдаются по акту ответственному представителю буровой организации (приложение I6).

5.2.I5. В необходимых случаях до начала строительства буровой на участке, отведенном для этой цели, производят маркшейдерскую съемку в соответствии с техническими условиями по форме, приведенной в приложении I7.

Съемка выполняется согласно требованиям раздела 4 настоящей Инструкции.

Если на участке строительства скважины имеются аэрофотоснимки, то крупномасштабный маркшейдерский план создают с помощью фотограмметрических приборов. Технологическая схема создания планов площадок для бурения скважин по материалам крупномасштабных аэрофототопографических съемок представлена в приложении I8.

5.2.I6. 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 их 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.

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

5.3. Определение координат и высот устьев буровых скважин

5.3.1. Плановая и высотная привязка устьев скважин производится после монтажа буровой установки.

Координаты и высоты должны быть вычислены и внесены в каталог координат и высот устьев скважин (приложение 19). По вычисленным координатам устья скважин наносятся на маркшейдерские планы.

5.3.2. Предельные значения погрешностей определения планового и высотного положения устьев скважин относительно пунктов государственной геодезической сети и сетей сгущения I и 2 разрядов приведены в табл. 22.

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

Таблица 22

Группа скважин	Предельные погрешности определения положения устьев скважин, м	
	в плане	по высоте
I группа		
Одиночные опорные и параметрические скважины	100	5,0

Продолжение табл. 22

Группа скважин	Предельные погрешности определения положения устьев скважин, м	
	в плане	по высоте
2 группа		
2.I. Структурные и поисковые скважины (закладываемые по профилям и на площадях)	30	I,0
2.2. Разведочные скважины	I2	0,5
3 группа		
Все группы скважин на эксплуатационных площадях или на землях сельскохозяйственного назначения	4	0,3

5.3.3. Выбор метода определения координат и высот устьев скважин производится после рекогносцировки, в результате которой оценивается 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 половины значения предельных погрешностей, приведенных в табл. 22.

Предрасчет точности для некоторых способов привязки скважины можно произвести по формулам (см. приложение 9) или при помощи таблиц (см. приложение I0).

5.3.4. Определение планового положения устьев скважин может выполняться по картам (планам), масштаб которых должен быть не мельче

Группа скважин

I..... I:50 000

2, п. 2.I I:I0 000

2, п. 2.2 ..... I:5 000

3 ..... I:2 000

Плановая привязка устьев скважин по карте выполняется линейной засечкой не менее чем от трех четко выраженных контуров. В процессе привязки составляется абрис, в котором

указываются эти контуры и расстояние от них до определяемой скважины. При построении линейной засечки на карте сторона треугольника погрешностей не должна превышать I мм. Координаты устьев скважин определяются от ближайших линий координатной сетки. Во избежание просчетов координаты определяют дважды - от смежных линий координатной сетки.

5.3.5. Привязка устьев скважин может выполняться полярным способом, способом замкнутого треугольника, прямыми и обратными угловыми засечками с пунктов геодезической сети, точек теодолитных ходов и микротриангуляции, проложенных в соответствии с требованиями пп. 3.6.I и 3.7.2. 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. 22), если они определены относительно пунктов государственной геодезической сети и сетей сгущения I и 2 разрядов, и 2/3 значений предельных погрешностей, если они определены относительно точек теодолитных ходов (микротриангуляции).

5.3.6. Если определяемые буровые скважины являются одновременно и точками теодолитного хода или удалены от точек хода на расстояние, не превышающее длину мерного прибора, то допустимая длина теодолитного хода между исходными пунктами - 20 км, а между исходным пунктом и узловой точкой и между узловыми точками - I4 км.

Теодолитный ход прокладывается в соответствии с требованиями к точности измерения углов и линий и длинам линий, указанными в п. 3.6.I для теодолитного хода точности I:2 000.

При длине хода, превышающей I0 км, необходимо определять истинный азимут одной из линий в средней части хода.

5.3.7. Определение планового и высотного положения устьев скважин тахеометрическими ходами допускается при предельной длине хода I,5 км для скважин 3 группы, 8 км - 2 группы.

При этом линейные и высотные невязки не должны превышать значений предельных погрешностей, указанных в табл. 22.

5.3.8. Определение высот устьев скважин выполняется по топографическим картам и планам имеющим, как правило, сечение рельефа, не более значений погрешностей определения высот, приведенных в табл. 22.

Для определения высот устьев скважин 3 группы в качестве исходных могут быть использованы высоты точек, фиксирующих четкие контуры (люки колодцев, цоколи зданий и т.д.). Высота передается нивелиром (теодолитом) не менее чем от трех таких точек: расхождение между наименьшей и наибольшей переданными высотами не должно превышать 0,3 м.

5.3.9. Определение высот устьев скважин I и 2 групп барометрическим нивелированием выполняют в соответствии с требованиями Инструкции по топографогеодезическому обеспечению геологоразведочных работ (1984). 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.

5.3.I0. Определение высот устьев скважины геометрическим и тригонометрическим нивелированием производится в соответствии с требованиями пп. 3.8.6-3.8.I0.

Допустимые длины ходов для скважин 2 и 3 группы приведены в табл. 23.

Таблица 23

Группа скважин	Длина ходов, км, при нивелировании		
	техническом	горизонтальным лучем	тригонометрическом
2 группа			
2.I. Структурные и поисковые скважины	70	50	25
2.2. Разведочные скважины	50	25	I0
3 группа			
Все категории скважин на эксплуатационных площадях	30	I0	2,5

5.3.II. Если при переводе скважин из одной категории в другую, а также при передаче разведочных площадей в эксплуатацию точность определения устьев скважин не соответствует требованиям табл. 22, то необходимо выполнить повторное определение координат и высот устьев скважин.

5.4. Маркшейдерские работы при строительстве кустов скважин

5.4.1. Местоположение куста устьев скважин определяется гл.геологом и гл.маркшейдером НГДУ в присутствии представителя технологической службы УБР на основании ПТД на разработку месторождения, которая определяет расположение забоев скважин с учетом технических и технологических 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, санитарных и противопожарных норм разрыва от существующих на поверхности объектов.

5.4.2. Перенесение и закрепление куста скважин в натуре производят территориальные НИПИ или маркшейдерская служба НГДУ по письменному распоряжению главного геолога (приложение 20).

Куст устьев скважин необходимо переносить на местность с погрешностью, обеспечивающей точность выдачи каждой отдельной скважины в кусте (см. табл. 21).

5.4.3. Схема расположения устьев скважин в кусте разрабатывается соответствующими службами НГДУ совместно с УБР. Исходным графическим материалом при этом служат структурные геологические, топографические карты и фотопланы масштаба I:25 000-I:I0 000.

5.4.4. Для определения координат и высот устьев скважин в кусте и выдачи ориентирных направлений до начала бурения вблизи или на территории куста закладываются минимум два геодезических пункта, на которые теодолитными ходами или засечками передаются значения координат и высот, обеспечивающие допустимую погрешность плановой и высотной привязки устьев скважин согласно табл. 22.

Пункты закладываются с расчетом их долговременной сохранности вплоть до полной отработки месторождения.

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

Направление смещения забоя отмечают на столе ротора и закрепляют вне его.

В качестве ориентирного направления можно использовать определенное геодезическими методами направление приемных мостков буровой.

Разбивку ориентирного направления указывают на местности и оформляют актом, один экземпляр которого передается буровому мастеру.

5.4.6. Перед началом строительства кустов и укрупненных кустов (где количество бурящихся скважин достигает 80-ти УБР составляет технологическую схему строительства, которая согласовывается с гл. маркшейдером нефтегазодобывающего управления.

5.4.7. Вынос и закрепление на местности осей кустов скважин производят отделы инженерных изысканий территориальных НИПИ или отделы маркшейдерских работ нефтегазодобывающих управлений (НГДУ).

Закрепленные на местности оси передаются по акту, один экземпляр которого остается в НГДУ, а другой передается представителю управления буровых работ (УБР) (приложение 21).

5.4.8. По окончании строительства укрупненного куста представителю УБР передаются местоположение устьев трех скважин. При этом необходимо учесть два фактора:

размеры участка куста по проекту;

минимальное расстояние между станками при их сближении в процессе бурения (или исходных позиций) должно быть не менее высоты бурового станка плюс 5 м.

При этом направление движения станков (НДС) в кусте могут совпадать или же быть противоположными.

5.4.9. 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 НДС определяют со средней квадратической погрешностью соответственно 5′ и 1°.

При определении координат устья скважины наблюдения могут выполнять с крон-блока или с переходной площадки. В обоих случаях необходимо учитывать поправку за центрировку.

5.4.10. 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 с данного куста.

Направление движения станка, направления мостков и уточненные значения дирекционных углов и длин проекций смещения забоя по каждой скважине передаются в технологическую 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 гл. маркшейдера НГДУ передаются в УБР.

5.4.II. 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 I9).

5.4.I2. Маркшейдерская служба НГДУ (УБР) в процессе бурения скважин ведет дежурный план расположения устьев и забоев скважин в кусте в масштабе I:500 или I:I 000.

На основании данных промыслово-геофизических исследований скважин маркшейдерская служба НГДУ ведет каталог координат точек маркирующих горизонтов (приложение 22).

5.4.I3. Гл. маркшейдер НГДУ осуществляет контроль за последовательностью разбуривания скважин в кустах, предотвращающий пересечение стволов наклонных скважин.

5.5. Маркшейдерские работы при бурении скважин в нефтяных шахтах

5.5.I. Предельные значения погрешностей перенесения в натуру проектного положения устьев, бурящихся с земной поверхности, в подземные горные выработки технологических скважин не должны превышать в плане и по высоте 0,5 м относительно пунктов плановых и высотных геодезических сетей.

5.5.2. Основанием для перенесения в натуру проектного местоположения устья скважины является утвержденный гл.инженером нефтешахтного управления технический проект на бурение скважины.

5.5.3. Задание направлений добывающих скважин осуществляется в соответствии с проектом, разработанным на плане масштаба I:I 000.

Направлением добывающей скважины является дирекционный угол проекции оси ствола скважины на горизонтальную плоскость.

5.5.4. Направление добывающей скважины из галерем задается теодолитом или другим угломерным прибором типа гониометра или астролябии и закрепляется в кровле галерем двумя марками.

Отклонение положения устья скважины от проектного не должно превышать ± 0,5 м. Допустимая погрешность направления скважины ± 30 .

5.5.5. Угол наклона оси ствола скважины задается перед началом бурения путем установки штанги бурового станка на нужный угол с помощью теодолита, угломера-квадранта или транспортира и отвеса.

5.5.6. Монтаж бурового станка по направлению и углу наклона перед забуриванием скважины контролирует сменный надзор. Постоянный контроль за бурением скважины ведет геологическая служба.

5.5.7. Не менее одного раза в год гл. маркшейдер шахтоуправления проводит выборочный контроль проводки скважин по проекту, о чем составляет акт, один экземпляр которого передается гл. инженеру шахтоуправления.

Выборочный контроль должен составлять не менее 5 % общего числа бурящихся за год нефтедобывающих скважин.

6. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ И МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

6.I. Перенесение в натуру осей зданий и сооружений

6.I.I. Перенесение в натуру осей зданий и сооружений состоит из следующих видов работ:

геодезическая подготовка проекта перенесения;

построение геодезической разбивочной сети;

разбивка осей зданий и сооружений;

указание в натуре и передача по акту перенесенных и закрепленных на местности осей представителю строительной организации.

6.I.2. Создание геодезической разбивочной сети и вынос в натуру основных осей зданий и сооружений производятся маркшейдерской службой НГДУ или, по заказу НГДУ, отделом изысканий территориального НИПИ.

Детальная разбивка осей зданий, геодезические разбивочные работы в процессе строительства и геодезический контроль точности выполнения строительно-монтажных работ производятся организацией, ведущей строительство.

6.I.3. При подготовке проекта исполнителем разбивочных работ изучаются чертежи строящегося объекта, проверяется взаимная увязка размеров, координат и отметок в чертежах, используемых при разбивочных работах, и при необходимости составляются дополнительно разбивочные чертежи (схемы).

Недостающие для выноса проекта в натуру размеры и отметки должны определяться только аналитически. Графическое определение размеров и отметок допускается, как исключение, при строительстве временных зданий и сооружений и при строительстве подводящих инженерных коммуникаций.

6.I.4. К началу производства геодезических работ должны быть освобождены от строений, подлежащих сносу, соответствующие участки строительной площадки, подготовлены свободные места для закладки знаков, закрепляющих основные оси зданий и сооружений, и расчищены полосы шириной не менее I м для выполнения угловых и линейных измерений.

6.I.5. Геодезическая разбивочная сеть на строительной площадке создается в виде развитой геодезической сети закрепленных пунктов, определяющих положение объекта строительства

на местности. В геодезическую сеть включают точки съемочного обоснования, заложенные при проведении изыскательских работ, и имеющиеся в районе строительства пункты государственной геодезической сети или сетей сгущения.

6.I.6. Геодезическая разбивочная сеть создается в виде:

теодолитных и полигонометрических ходов;

сетей триангуляции;

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

основных осей, определяющих на местности положение и габариты здания (для строительства отдельных зданий на застроенной территории).

6.I.7. Высотная основа строительства создается проложением ходов геометрического нивелирования. В качестве исходных принимаются не менее двух реперов государственной нивелирной сети или точек съемочного обоснования.

Если высоты исходных пунктов определены нивелированием, классом ниже, чем создаваемая для строительства высотная сеть, то высота одного из них принимается за исходную, а высота второго пункта является контрольной.

6.I.8. Основным документом для перенесения проекта в натуру является разбивочный чертеж, на котором указываются:

главные и основные разбивочные оси и их нумерация;

исходные пункты;

расстояния и углы, необходимые для перенесения проекта в натуру.

6.I.9. Вынесение проектных точек от исходных пунктов выполняется следующими способами: прямоугольных и полярных координат, угловых и линейных засечек, створной засечки. Точность геодезических разбивочных работ должна соответствовать требованиям СНиП 3.0I.03.84 "Геодезические работы в строительстве".

6.I.I0. Перенесение в натуру основных разбивочных осей должно контролироваться дополнительными измерениями. Расхождения в положении вынесенных осей и осей, полученных по результатам контрольных измерений не должны превышать значений погрешностей, приведенных в СНиП 3.0I.03.84.

6.I.II. Технические средства и способы выполнения геодезических разбивочных работ следует выбирать с учетом условий обеспечения точности, приведенной в приложениях I-4 СНиП 3.0I.03.84.

6.I.I2. Основные оси зданий и сооружений закрепляются за пределами строительства деревянными столбами, железобетонными монолитами и др. Эти знаки одновременно могут служить реперами при перенесении в натуру проектных значений высот.

6.I.I3. Высотная разбивка элементов зданий и сооружений и передача отметок с исходного горизонта выполняется геометрическим нивелированием от реперов высотной разбивочной основы. Количество реперов, от которых переносятся значения высот, должно быть не менее двух.

6.I.I4. Разбивка промежуточных осей зданий и сооружений на исходном и монтажном горизонтах выполняется, как правило, путем непосредственного измерения расстояния от основных осей. При этом могут быть вынесены в натуру линии, параллельно смещенные относительно осей и граней конструкций.

6.I.I5. При передаче объекта строительства другой строительной организации оси и отметки должны быть переданы по акту.

6.I.I6. По окончании геодезических разбивочных работ составляются следующие материалы:

схема геодезической разбивочной сети;

исполнительные чертежи расположения осей,

результаты контрольных измерений;

журналы измерений;

ведомости вычислений координат и высот;

каталог координат и высот пунктов, закрепляющих оси;

акты сдачи пунктов на наблюдение за сохранностью;

пояснительная записка (при необходимости).

6.2. Перенесение в натуру трасс линейных сооружений

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

инструментальное восстановление пикетажа с контрольным примером длин линий, углов и детальной разбивкой кривых;

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

закрепление трассы с выносом знаков закрепления за пределы зоны земляных работ.

6.2.2. На вынос в натуру точек трассы составляется разбивочный чертеж, на котором показывается геодезическая связь между точками трассы и пунктами геодезической сети, элементами ситуации и другими вспомогательными точками, от которых производится вынос точек трассы.

6.2.3. При разбивке 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 (как правило I:I 000, I:2 000).

6.2.5. Высотные отметки по трассе передаются техническим нивелированием. При этом в ход необходимо включать все точки поворота трассы, пикеты, пересечения дорог, трубопроводов и др.

6.2.6. Углы поворота трассы, главные точки кривых закрепляются створными знаками, которые устанавливаются по два в одну сторону или в разные стороны от оси трассы. Они должны располагаться вне зоны земляных работ.

6.2.7. Начало и конец трассы, вершины углов поворота, створные точки закрепляют знаками (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 столбов I0–I5 см, труб – 50–I00 мм. Знаки окапываются кольцевой канавой диаметром I,0 м и насыпкой кургана высотой 0,3–0,4 м.

6.2.8. Плановое положение закрепленных точек трассы контролируется проложением теодолитных ходов или другими способами. Расхождения между окончательными координатами главных точек трассы и проектными координатами тех же точек, снятыми с плана графически при геодезической подготовке, не должны превышать значений, приведенных в табл. 24.

Таблица 24

Масштаб плана	Предельное расхождение, м
I:I0 000	6,0
I:5 000	3,0
I:2 000	I,2
I:I 000	0,6
I:500	0,3

6.2.9. По окончании разбивочных работ составляют исполнительный план, 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.

7. МАРКШЕЙДЕРСКИЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

7.1. Общие положения

7.1.1. Контроль точности геометрических параметров строительных конструкций и технологического оборудования нефтепромысловых объектов осуществляется посредством сравнения фактических характеристик их точности со значениями, установленными в нормативно-технической, технологической или проектной документации.

7.1.2. В процессе строительства следует выполнять входной, операционный и приемочный контроль точности.

7.1.3. Контролю точности подлежат геометрические параметры, определяющие положение ориентиров разбивки точек, осей и ориентиров для установки отдельных элементов, а также их взаимное положение.

7.1.4. Правила контроля точности устанавливают в зависимости от характера объекта контроля и контролируемых параметров, объемов производства и стабильности технологических процессов. При этом должны быть установлены:

номенклатура контролируемых параметров;

применяемый метод контроля;

план контроля и порядок его проведения;

средства контроля, точность и условия измерения;

метод оценки.

7.1.5. Контроль точности назначают преимущественно выборочным, а в необходимых случаях - сплошным.

7.1.6. Сплошной контроль следует назначать: при небольших объемах производства; нестабильном характере производства, в том числе в период наладки технологических процессов и операций; повышенных требованиях к обеспечению заданной точности.

7.1.7. Сведения о видах, методах и объектах контроля по стадиям производства приведены в приложении 23.

7.2. Контроль снятия, складирования и перемещения грунта

7.2.1. При производстве земляных работ при строительстве скважин или других объектов маркшейдерская служба должна выполнять следующий контроль:

размеров площадки, отведенной для строительства скважин;

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.

7.2.2. Маркшейдерский контроль выполняется путем производства исполнительной съемки и сравнения полученных результатов с результатами, заложенными в проекте на строительство скважин.

7.2.3. Подсчет объемов земляных работ выполняется по методике, изложенной в приложении 24.

Методика определения среднего расстояния транспортировки грунта при бульдозерно-скреперном способе разработки изложена в приложении 25.

7.3. Контроль строительства и монтажа буровых установок

7.3.1. В комплекс контрольных измерений при строительстве буровой вышки входят:

контроль закрепления разбивочных осей;

плановая и высотная выверка фундаментов;

плановая и высотная выверка опорных конструкций (фундаментных балок, рам дизельных агрегатов и др.);

плановая и высотная выверка оборудования;

выверка вертикальности шахтного направления;

выверка соосности буровой вышки, ротора и шахтного направления.

7.3.2. Вынос в натуру осей буровой установки обязателен для буровых, срок работы которых более одного года.

Исходной точкой для выноса главных осей буровой установки является центр устья скважины. Вынос их производят с помощью теодолита, установленного над центром скважины. Начальное направление выносится в сторону приемных мостков.

7.3.3. Вынос в натуру осей оснований оборудования выполняется от главных осей буровой установки способами: полярным, прямоугольных координат, линейной засечки или их комбинацией.

7.3.4. Главные оси на местности закрепляют знаками, устанавливаемыми по два с каждой стороны от центра. При продолжительности бурения более года закладываются постоянные знаки, при продолжительности бурения менее года – временные знаки: железные штыри, деревянные столбы и др. Знаки должны устанавливаться за пределами зоны земляных работ. Расстояние от них до вышки должно обеспечивать нормативные условия для последующих наблюдений за деформацией вышки. Знаки должны сохраняться на весь период работы буровой. Ответственным за их сохранность является буровой мастер.

7.3.5. По результатам разбивочных работ составляется исполнительная схема закрепления осей с привязкой осевых знаков не менее чем к трем четко выраженным объектам местности.

7.3.6. Контроль соотношения геометрических элементов буровой установки является обязательным для скважин, срок строительства которых более трех месяцев.

Контроль остальных буровых производится при необходимости.

Точность монтажа вышки и оборудования должна соответствовать требованиям, изложенным в технических описаниях и инструкциях по эксплуатации, прилагаемых заводами-изготовителями, и действующими ведомственными инструкциями. Предельные отклонения в положении смонтированных конструкций и оборудования не должны превышать значений величин, приведенных в приложении 26, а средняя квадратическая погрешность контрольных измерений должна быть не более I/3 этих значений.

7.3.7. Выверка планового положения конструкций и оборудования осуществляется створным и оптическим методами.

7.3.8. Высотная выверка конструкций и оборудования должна осуществляться геометрическим нивелированием. Выверка горизонтальности конструкций небольшой протяженности может выполняться поверочными линейками с уровнем – рамным, слесарным и с микрометрической головкой, обеспечивающих точность получения превышений 0,I мм/м.

Контроль уклона желобной системы можно выполнять тригонометрическим нивелированием с измерением вертикальных углов теодолитами типа 2Т15, 2Т5 и измерением расстояний по нитяному дальномеру с точностью до 0,I м.

7.3.9. Контроль вертикальности и соосности вышки выполняется способами: механическим (отвес), наклонного проектирования (теодолитом в двух взаимно перпендикулярных плоскостях) и вертикального визирования с применением приборов типа *PZL* и зенитнадирного оптического отвеса, разработанного ЦНИИГАиК. Частота контроля определяется планом работ главного маркшейдера НГДУ (УБР).

7.3.10. Исходной базой для планировки площадки и выверки фундаментов под вышку и оборудование является центр устья скважины, к которому фундаментные рамы и балки должны быть привязаны в строгом соответствии с заданными размерами и допустимыми отклонениями.

7.3.11. Контроль планового положения лебедки осуществляется относительно центра скважины.

7.3.12. Силовые агрегаты трехдизельного блока выверяют по установленной и закрепленной буровой лебедке. При этом выверку начинают с силового агрегата с коробкой скоростей.

7.3.13. Выверка агрегатов двухдизельного блока производится по смонтированному буровому насосу.

7.3.14. Результаты контроля должны заноситься в буровой журнал.

7.4. Измерения глубины скважины по стволу

7.4.1. Глубину скважины по стволу измеряют периодически в процессе ее бурения при отборе забойных кернов, 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 скважины и при отборе забойных кернов измеряют при помощи бурильных труб, а в остальных случаях – при помощи каротажного кабеля.

7.4.2. При измерении глубины скважины по стволу с помощью бурильных труб длину буровой колонны определяют как сумму слагаемых длин отдельных труб (свеч). Длину трубы (свечи) измеряют при спуске (подъеме) колонны дважды, для чего используют стальную компарированную рулетку, длиной не менее 20 метров при измерении длины отдельной трубы и 30–40 м при измерении свечи.

Если расхождение между двумя измерениями не превышает I:2 000, то за окончательный результат принимают среднее значение длины трубы (свечи). В противном случае измерение повторяют. Результаты измерений каждой трубы (свечи) заносят в буровой журнал.

7.4.3. 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,I % от измеренной глубины скважины по стволу. Результаты измерений фиксируют в буровом журнале и на каротажной диаграмме.

7.4.4. При измерении глубины скважины по стволу с помощью каротажного кабеля отклонение между соседними метками, отмеченными на диаграмме, от соответствующих меток на кабеле не должно превышать 2 мм в масштабе 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 скважины, а в случае отсутствия на нем четко выраженных аномалий нужно увеличивать интервал перекрытия до их появления. Расхождения в определении глубин между основным и повторным измерениями не должны превышать приведенных в табл. 25 допусков;

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 I-I,5 м, которые регистрируются на диаграммах наряду с основными;

сопоставлять глубины, полученные по каротажному кабелю и бурильной колонне.

Таблица 25

Глубина скважины по стволу, км	Допустимые расхождения, м
до I	I,0
I-2	I,5
2-3	2,0
3-4	2,5
4-5	3,0
5-6	4,0
свыше 6	5,0

7.4.5. Погрешности измерения глубин по меткам на каротажном кабеле вычисляют по результатам двойных независимых измерений на перекрытых каротажем участках ствола скважины.

Эти измерения производят при одних и тех же условиях, но при помощи разных кабелей. Для этого по перекрытым участкам сопоставляют между собой глубину одних и тех же точек и вычисляют расхождения между ними, которые не должны превышать значений, приведенных в табл. 25.

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

7.4.7. При инклинометрии каротажный кабель в скважину опускают через блок-баланс, установленный на плоскости стола ротора, при этом необходимо:

обеспечивать соответствие диаметра блок-баланса ролика типу каротажного кабеля;,

обмывать кабель при подъеме его из скважины;

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

7.4.8. Если не выдерживаются требования п. 3.5 РД 39-4-815-82, 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.

7.5. Контроль проводки ствола скважины по проектному профилю

7.5.1. Контроль проводки ствола скважины по проектному профилю включает следующие основные виды работ:

задание направления стволу скважины;

ориентирование отклонителя;

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

проверку отклонения оси ствола скважины от проектной трассы;

7.5.2. Для задания направления стволу скважины необходимо произвести проверку компоновки низа бурильной колонны, предназначенной для искривления ствола скважины, а именно:

проверить:

соответствие геометрических размеров компоновки проектным;

наличие на вогнутой стороне образующей отклоняющей компоновки рисок, 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 ($0^{0}30'$);

результаты инклинометрии ранее пробуренного участка ствола скважины.

Разбивка и закрепление ориентирного направления скважины производятся в соответствии с требованиями п. 5.4 настоящей Инструкции.

7.5.3. Работа по ориентированию отклонителя заключается в:

определении положения плоскости действия отклонителя относительно плоскости ориентирного направления (при несовпадении их);

определении угла поворота отклонителя;

установке отклонителя в заданном направлении;

проверке правильности установки отклонителя.

Расчеты по установке отклонителя заносятся в журнал.

7.5.4. При забуривании наклонного ствола из вертикального участка скважины глубиной до 250 м для определения положения отклонителя используют способ ориентированного спуска инструмента

(РД 39-2-8I0-83: Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин.- М., I983).

7.5.5. 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.

7.5.6. При длине вертикального участка ствола скважины под кондуктор до 200 м первая инклинометрия проводится после его проходки.

7.5.7. Первое измерение при забуривании 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 I00-I50 м (через одно-два долбления).

7.5.8. 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.

7.5.9. 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 I00-I50 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.

7.5.I0. На интервалах уменьшения угла отклонения от вертикали инклинометрия выполняется после каждого рейса с шагом, регламентируемым РД 39-4-8I5-82. Если проходка на долото меньше или равна шагу измерений (РД 39-4-8I5-82), то последний уменьшается в 2 раза.

7.5.II. Окончательная инклинометрия в открытом участке ствола по всему интервалу производится в обязательном порядке перед спуском обсадной колонны. Шаг измерений при этом принимается в соответствии с РД 39-4-815-82.

7.5.I2. При инклинометрии участков ствола скважины в процессе его проходки точки перекрытия принимаются в соответствии с РД 39-4-815-82.

7.6. Контроль положения оси ствола скважины в пространстве

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

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

7.6.3. Для оптимальных условий бурения и эксплуатации скважин необходимо учитывать угол общего искривления оси ствола скважины [*] (угол смежности), интенсивность искривления ствола (отношение общего искривления в градусах к длине интервала скважины, выраженной в десятках метров). Угол общего искривления (φ) определяется из выражения

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

Погрешность общего угла искривления определяется по формуле

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

---

[*] В инструкциях по бурению – суммарный угол искривления.

где $\theta_i ; \theta_{i-1}$ – угол отклонения оси ствола скважины от вертикали в начале и в конце интервала; α_i , α_{i-1} – азимут в начале и в конце интервала измерений; m_θ – средняя квадратическая погрешность определения угла отклонения оси ствола скважины от вертикали; m_α – средняя квадратическая погрешность определения азимута.

7.6.4. Допустимые численные значения отклонений точек вскрытия пласта скважиной от их проектного местоположения по каждому продуктивному горизонту определяются данными, приведенными в табл. 26.

Для расстояний между местоположениями точек вскрытия менее указанных в табл. 26, допуски установлены исходя из предельных значений погрешностей измерений применяемых в настоящее время технических средств и методики инклинометрии.

7.6.5. При определении расстояний между проектными и фактическими точками вскрытия пласта вводится поправка за наклон его в зависимости от численного значения угла наклона пласта, масштаба геологических структурных карт, геологических разрезов и карт разработки (табл. 27).

Таблица 27

Минимальный угол наклона пласта, град	Масштаб карты разреза	Минимальное расстояние между точками вскрытия пласта, м
I0	I:I0 000	I35
I5	I:25 000	I35
I5	I:50 000	300

7.6.6. Рекомендуемые методы вычислений координат оси ствола скважины по данным дискретной инклинометрии, а также определения погрешностей положения характерных точек оси ствола скважины приводятся в приложении 27.

7.6.7. В качестве критерия оценки положения характерной точки оси ствола скважины принята средняя квадратическая погрешность, аналитические и номограммные методы ее определения даны в приложении 27.

Таблица 26

Глубина добывающих скважин, м	Платформенные области			Складчатые области		
	Расстояние S между скважинами, м	Допустимые отклонения в долях S, %	Допустимые отклонения в метрах	Расстояние S между скважинами, м	Допустимые отклонения в долях S, %	Допустимые отклонения в метрах
До 2000	200	I0		I35	I5	
	200		20	I35		20
2000–2500	250	I2		I50	20	
	250		30	I50		30
2500–3000	267	I5		I60	25	
	267		40	I60		40
Более 3000	250	20		I67	30	
	250		50	I67		50

Примечание. Допустимые значения отклонения проекции забоя скважины от устья составляет I % H для разведочных скважин складчатых областей и 5 % H для опорных и поисковых скважин платформенных и складчатых областей (H – глубина скважины по стволу).

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

7.6.8. Для сравнения фактического положения характерной точки оси ствола скважины с проектным ее положением необходимо иметь декурный план проводки скважины в масштабе I:500-I:2 000, на котором изображена проектная и 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. I случаев:

7.6.8.I. Эллипс погрешностей находится в пределах границы допуска, рис. I.I;

7.6.8.2. характерная точка находится внутри границы допуска, а эллипс погрешностей частично выходит за пределы допуска, рис. I.2;

7.6.8.3. характерная точка находится на линии, обозначающей границы допуска, а 50 % площади эллипса погрешностей выходит за пределы допуска, рис. I.3;

7.6.8.4. характерная точка находится за пределами допуска, но какая-то часть площади эллипса погрешностей (менее 50 %) накрывает допуск, рис. I.4;

7.6.8.5. эллипс погрешностей находится за пределами границы допуска, рис. I.5.

7.6.9. В случае 7.6.8.I можно констатировать, что характерная точка попала в зону, предусмотренную проектом работ и работа по проводке скважины оценивается на "отлично".

При ситуации 7.6.8.2 работа по проводке скважины оценивается на "хорошо".

При ситуации 7.6.8.3.работа по проводке скважины оценивается на "удовлетворительно".

При ситуациях 7.6.8.4 или 7.6.8.5 скважина в эксплуатацию не принимается. Положение оси ствола скважины в пространстве необходимо исправить.

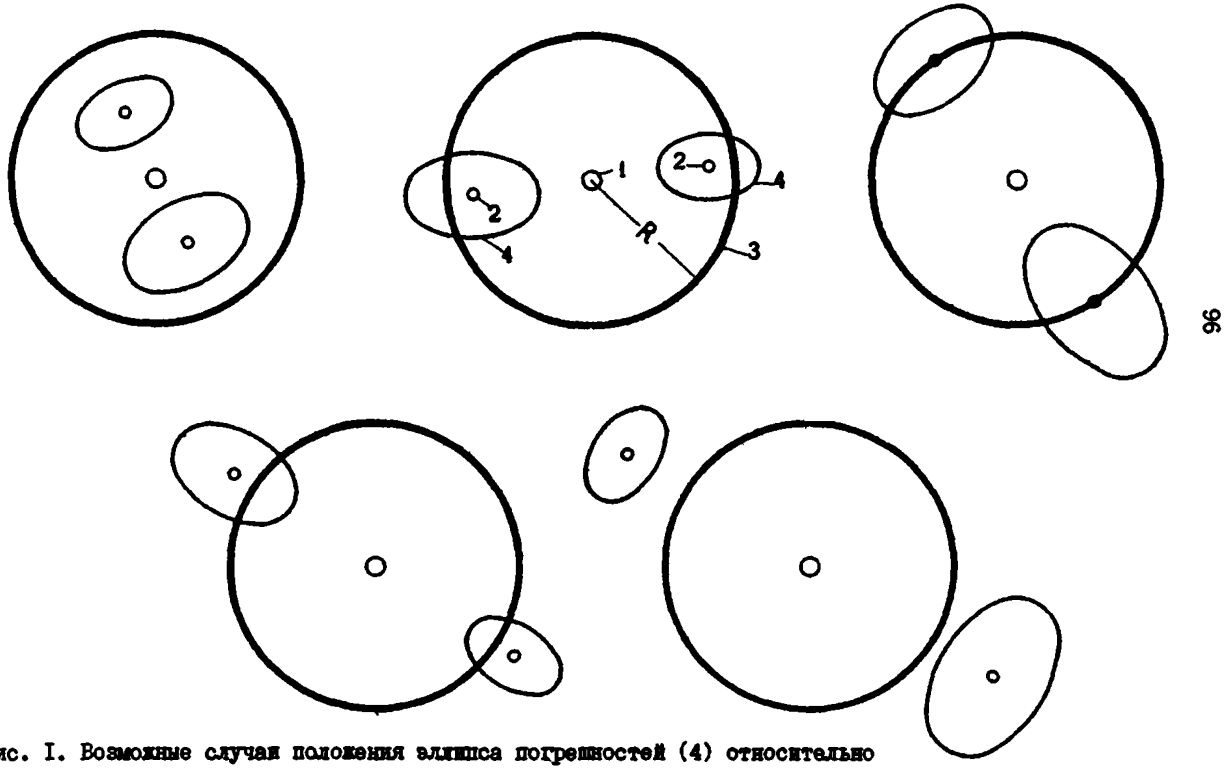


Рис. I. Возможные случаи положения эллипса погрешностей (4) относительно круга допуска (3). I, 2 - соответственно проектное и фактическое положение ствола скважины.

7.6.10. Оформление результатов измерений, вычисление окончательных координат и определение погрешностей измерений, а также выдача материалов заказчику должны производиться в соответствии с требованиями РД 39-4-815-82.

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

7.7. Контроль средств поверки инклинометров

7.7.1. Гл. (старший) маркшейдер нефтегазодобывающего управления совместно с представителем ведомственной геофизической метрологической службы один раз в квартал проводит контроль установочных столов УСИ-2, оптических квадрантов и теодолитов, предназначенных для градуировки и поверки точечных инклинометров. Контролю подлежат также журналы поверок УСИ-2 и инклинометров.

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

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

7.7.4. При контроле журналов измерений и материалов обработки результатов инклинометрии проверяют соблюдение методики измерений, установленной РД 39-4-815-82 и настоящей Инструкцией. Особое внимание должно уделяться выявлению систематических приборных погрешностей по результатам двойных измерений в точках перекрытия интервалов измерений. Методика проверки гипотезы об отсутствии систематических погрешностей с помощью критерия знаков приведена в приложении 28.

7.7.5. Результаты контроля оформляются актом, в котором отмечаются нарушения требований настоящей Инструкции, а также РД 39-4-815-82 и РД 39-2-810-83. Акты поверок направляются

объединению, геофизическому тресту, промыслово-геофизической конторе, гл. маркшейдеру объединения, нефтегазодобывающему управлению.

7.8. Геодезический контроль точности выполнения строительно-монтажных работ

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

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

исполнительную съемку фактического положения смонтированных и постоянно закрепленных конструкций.

7.8.2. Геодезической проверке подлежат все несущие и ограждающие конструкции зданий и сооружений, а также инженерные коммуникации.

7.8.3. 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, устанавливается проектом производства работ.

7.8.4. Фактическое положение конструкций (вертикальность, горизонтальность, соосность и др.) должно определяться строительно-монтажной организацией на всех этапах строительства. Правильность их положения проверяется сопоставлением с размерами и отметками, указанными в рабочих чертежах, и величинами допусков, установленными СНиП, ч. III.

7.8.5. Контроль планового положения конструкций выполняется непосредственным измерением 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 – зенит-приборами.

7.8.6. Погрешности геодезических измерений должны быть не более 0,2 значений допусков, предусмотренных СНиП, ч. III или техническим проектом.

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

8. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОСАДКАМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

8.I. Общие положения

8.I.I. Маркшейдерская служба предприятия в соответствии с заданием гл. 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, входящих в комплекс обустройства нефтяных месторождений.

8.I.2. Наблюдения за осадками и деформациями объектов нефтедобывающего производства выполняют с целью обеспечения их эксплуатационной надежности и долговечности, а также для предотвращения случаев загрязнения окружающей среды нефтью и возникновения взрыво- и пожароопасных ситуаций.

8.I.3. Основной задачей наблюдений является получение данных для своевременного принятия мер по устранению или предупреждению критических деформаций.

Значения допустимых и критических деформаций устанавливаются соответствующими нормами проектирования зданий и сооружений, правилами технической эксплуатации оборудования или заданием на проектирование.

Значения допустимых и критических деформаций для некоторых видов инженерных сооружений, технологического оборудования и трубопроводов приведены в приложении 29.

8.I.4. Работы по наблюдению за осадками и деформациями объектов нефтедобывающего 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.

8.I.5. В зависимости от конкретных технических требований и условий наблюдений осадки и деформации зданий и сооружений определяют следующими методами или их комбинацией:

вертикальные деформации:

геометрическим нивелированием; геометрическим нивелированием с использованием лазерных визиров; тригонометрическим

нивелированием; гидростатическим нивелированием; фотограмметрическим методом.

горизонтальные деформации:

створных измерений; отдельных направлений, засечек; триангуляции, трилатерации, полигонометрии; фотограмметрии

крен:

оптическими способами (визирования, проектирования, координирования, измерения углов или направлений); механическими способами с применением отвесов, кренометров и т.п.; нивелирования; фотограмметрии.

8.1.6. Наблюдения за деформациями объектов нефтедобывающего производства выполняют 2–4 раза в год с возможной корректировкой частоты наблюдений в зависимости от абсолютных значений деформаций.

8.1.7. После каждого цикла геодезических измерений объекты наблюдений подлежат визуальному осмотру на предмет выявления у них видимых деформаций. При появлении трещин в фундаментах и стенах сооружений на них устанавливают дополнительные марки, маяки, целемеры и т.п.

8.1.8. Численные значения допустимых погрешностей определения вертикальных, горизонтальных деформаций и кренов приведены в приложении 30.

8.2. Наблюдения за вертикальными деформациями

8.2.1. Основным методом измерения вертикальных деформаций объектов нефтедобывающего производства является геометрическое нивелирование II и III класса. Для определения деформаций особо ответственных сооружений применяют нивелирование по методике I класса.

8.2.2. Схемы размещения и типы исходных реперов 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.

8.2.3. Контрольные марки нивелируют от исходных реперов. Исходными реперами могут служить:

имеющиеся пункты высотной государственной геодезической сети I-IУ классов; глубинные фундаментальные реперы, закладываемые в коренные породы; грунтовые реперы и марки, закладываемые специально для наблюдений;

8.2.4. Число исходных грунтовых реперов должно быть не менее трех, стенных - не менее четырех.

8.2.5. Значения высот на установленные реперы передают от ближайших пунктов государственной нивелирной 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	$2{,}0\sqrt{n}$

где n - число станций в ходе.

8.2.6. 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. Некоторые примеры размещения контрольных марок приведены в приложении 31. Типы контрольных марок см. в приложении 6.

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

8.2.8. Нивелирование контрольных марок производится не ранее чем через одни сутки, а исходных грунтовых реперов - через 10 дней после их закладки.

В зоне распространения многолетней мерзлоты нивелирование грунтовых реперов разрешается производить не ранее чем через 2 месяца после закладки их способами бурения и протаивания грунта. 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.

8.2.9. 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.

8.2.10. 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 (деревянный кол, кованный гвоздь, крест краской на асфальте и т.п.).

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

8.2.12. Для каждой марки вычисляют:

численное значение осадки S между смежными циклами наблюдений

$$S_{i-1,i} = H_i - H_{i-1} \ ;$$

суммарную осадку с начала наблюдений

$$S_i = H_i - H_1$$

где H_i, H_{i-1} и H_1 – соответственно значения высот марки текущего, предшествующего текущему и первого циклов наблюдений;

скорость осадки V_M за период наблюдений T

$$V_M = H_i - H_1$$

8.2.13. Среднюю арифметическую осадку сооружения и средневзвешенную по площади вычисляют соответственно по формулам

$$\bar{S} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_i \ ;$$

$$\bar{S}_F = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i} \ ,$$

где n – количество контрольных марок; F_i – площади подошв фундаментов, отнесенные к соответствующим маркам.

Среднюю скорость осадки сооружения $\overline{v_c}$ вычисляют по формуле

$$\overline{v_c} = \frac{\overline{S}}{T}$$

8.2.14. Значения градиентов осадок τ, характеризующих наклон поверхности оседания, вычисляют по формуле

$$\tau = (h_2 - h_1) L_{12} ,$$

где h_1, h_2 – значения изолиний равных осадок; L_{12} – расстояния между изолиниями. Значения h_1, h_2 и L_{12} определяют по плану изолиний равных осадок.

8.2.15. Относительный прогиб (выгиб) $f_{отн}$ определяют по данным осадки трех смежных марок, расположенных на сооружении или вдоль характерной линии и отстоящих друг от друга на равных расстояниях

$$f_{отн} = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2L_{13}} ,$$

где S_1 и S_3 – осадки крайних марок; S_2 – осадка средней марки; L_{13} – расстояние между крайними марками I и 3.

Относительный прогиб (выгиб) вычисляют для продольной оси и поперечных сечений сооружения.

8.2.16. Наблюдения за осадками и деформациями резервуаров объемом 2 000 м^3 и более выполняют согласно "Инструкции по наблюдению за осадкой стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти" (Уфа, 1977).

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

8.2.18. Для уникальных зданий и сооружений могут применяться стационарные системы гидростатического нивелирования, системы с использованием лазерных визиров с визуальным или дистанционным съемом информации.

8.3. Наблюдения за горизонтальными деформациями

8.3.I. Горизонтальные деформации объектов нефтедобывающего производства определяют относительно исходных плановых знаков, которые могут либо выступать над землей, либо быть скрытыми. В качестве плановых знаков могут применяться типовые центры (см. приложение 6). Репер, имеющий на своем оголовке центр в виде перекрестия или точки, также может служить плановым знаком.

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

8.3.2. Исходные плановые знаки устанавливают вне сферы воздействия сооружений, в наиболее устойчивых местах.

Устойчивость исходных знаков контролируют относительно опорных и ориентирных пунктов в каждом цикле измерений. В качестве ориентиров могут служить высокие, четко видимые местные предметы (громоотводы на дымовых трубах, антенны и т.д.). Ориентирных пунктов должно быть два-три.

8.3.3. Контрольные марки для определения горизонтальных деформаций закладывают непосредственно на сооружении с учетом беспрепятственной их видимости с исходных знаков. Конструкция марок должна предусматривать устройство для установки визирных приспособлений. Некоторые примеры размещения контрольных марок см. в приложении 3I.

8.3.4. Средние квадратические погрешности определения горизонтальных деформаций в зависимости от применяемого метода приведены в табл. 28.

Таблица 28

Методы наблюдений	Средняя квадратическая погрешность, мм
Створные измерения	2
Отдельные направления	4
Засечки	5-8
Триангуляция	8
Комбинированные	I0

8.3.5. При створных наблюдениях для определения горизонтальных деформаций применяют способ измерения малых (параллактических) углов или способ подвижной марки. Створ задают между исходными знаками линией визирования теодолита, световым лучом лазера, металлической струной.

8.3.6. При определении деформаций способом параллактических углов измеряют угловое отклонение β (в угловых секундах) каждой контрольной марки от створа и расстояние S до наблюдаемых точек. Значение линейного отклонения определяют по формуле

$$q_i = S_i \beta_i / 206265$$

8.3.7. Численное значение горизонтального (Δ) смещения контрольных марок между начальным и i -м или смежными циклами наблюдений определяют соответственно по формулам

$$\Delta_{i,1} = q_i - q_1$$
$$\Delta_{i,i-1} = q_i - q_{i-1}$$

8.3.8. При применении способа подвижной марки значение линейного отклонения каждой марки от створа получают непосредственным измерением.

8.3.9. При определении горизонтальных деформаций способом отдельных направлений с двух исходных знаков измеряют горизонтальные углы между контрольными марками и направлениями на ориентиры в каждом цикле наблюдений. По величине изменения этих углов во времени и по измеренным расстояниям от исходных знаков до контрольных марок определяют численные значения горизонтальных деформаций. Способ эффективен при небольшом количестве (трех-пяти) контрольных марок.

8.3.10. Определение горизонтальных деформаций методами засечек, триангуляции, трилатерации, полигонометрии заключается в определении координат X и У всех контрольных марок в каждом цикле наблюдений и вычислении горизонтальных составляющих вектора сдвига R и его направления A_R по формулам

$$A_R = arctg \frac{Y_i - Y_{i-1}}{X_i - X_{i-1}} ;$$

$$R = \frac{\Delta Y}{\sin A_R} = \frac{\Delta X}{\cos A_R} = \sqrt{\Delta Y^2 - \Delta X^2}$$

8.4. Определение крена сооружений

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

8.4.2. 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 на верху сооружения.

8.4.3. 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 значение крена графически или аналитически по формуле

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

Значение крена в угловой мере φ вычисляют по формуле

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

где H – высота сооружения.

8.4.4. При определении крена способом измерения углов размещение знаков для наблюдений выполняют согласно п. 8.4.3. Путем периодического измерения горизонтальных 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

$$q_1 = \frac{S_1 \Delta \beta_1''}{206265}, \qquad q_2 = \frac{S_2 \Delta \beta_2''}{206265}$$

8.4.5. При определении крена способом координирования вокруг сооружения на расстоянии не менее двух-трех его высот прокладывают замкнутый полигонометрический ход I или 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.

8.4.6. 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 ΔS_1 и ΔS_2.

Составляющие крена вычисляют по формулам

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

где L_1 и L_2 – расстояния между марками в плане.

8.5. Фотограмметрический метод определения деформаций сооружений

8.5.I. При установлении области применения наземной фототопографической съемки для осуществления наблюдений за деформациями сооружений, расположенных на нефтяных месторождениях, в процессе их эксплуатации необходимо исходить из технико-экономической целесообразности использования этого вида съемки, конфигурации исследуемого объекта, возможности его фотосъемки и обеспечения заданной точности.

8.5.2. Общая технологическая схема выполнения работ по наблюдению за осадками и деформациями зданий, инженерных сооружений и конструкций фототопографическим методом включает такие этапы: составление технического проекта (программы), подготовительные, полевые и камеральные работы.

8.5.3. Исходными параметрами для составления технического проекта по наблюдению за деформациями сооружений являются: направления измерения деформаций; заданная точность определения деформаций с учетом эксплуатационных допусков на возможные отклонения элементов исследуемых сооружений; возможность закрепления точек стояния фототеодолита (фотостанций) и их сохранность на время работ; размеры исследуемых сооружений (вышек, резервуаров для хранения нефти и т.д.), расстояния между ними, их функциональные связи; условия фотосъемки (наличие соответствующего пространства для установки фотокамер и расположения базисов фотосъемки); степень стабильности контрольных точек (не менее четырех, расположенных по углам каждой стереопары); возможность маркировки точек сооружения.

8.5.4. Максимальное отстояние точки (базиса) фотографирования подсчитывают по формуле

$$y_{max} = f \frac{m_x}{m_{\Delta x}}$$

где y_{max} - максимально допустимое отстояние; m_x допустимые погрешности в определении деформаций точек сооружения и измерения смещений на фотоснимке; f - фокусное расстояние объектива.

8.5.5. При съемке высоких сооружений необходимо рассчитывать минимальное значение отстояния, при котором будет обеспечен захват объекта по высоте

$$y_{min} = f \frac{Z_{max}}{z_{max}}$$

где Z_{max} - высота сооружения относительно фотокамеры; z_{max} - максимальное значение аппликаты на снимке.

8.5.6. Оптимальная длина базиса находится в пределах I/4-I/I0 отстояния.

8.5.7. Средняя квадратическая погрешность определения положения геодезических контрольных точек m_r должна удовлетворять следующему соотношению

$$m_r \leq m/3$$

где m - заданная средняя квадратическая погрешность определения положения точек объекта фототопографическим методом.

8.5.8. В техническом проекте должны быть предусмотрены требования к выбору: значения длин базисов и отстояний; вида фотосъемки (нормальный, равноотклоненный, равнонаклоненный, конвергентный или общий) с приближенными значениями угловых

элементов ориентирования; схемы расположения геодезических контрольных точек; схемы расположения фотостанций и базисов (одна из возможных схем фототопографической съемки приведена в приложении 32); схемы и способа математической обработки результатов измерения снимков.

8.5.9. Работы по фотостанции заключаются в производстве фототеодолитной съемки, измерениях длины, направления и угла наклона базиса, выполнении измерений, предусмотренных схемой геодезических определений. Измерение длины базиса производят с относительной погрешностью не более I:2 000. Наклон базиса допускается не более 10^{0}.

8.5.10. В состав камеральных работ входят: фотолабораторная обработка, измерение фотоснимков, математическая обработка результатов измерений.

8.5.11. Перед измерением фотоснимков на контактных или увеличенных отпечатках предусматривают порядок наблюдений и измерений точек и нумеруют контрольные и определяемые точки.

8.5.12. В первую очередь измерению подлежат все контрольные, а затем - определяемые точки. Измерения выполняют дважды. Разность между приемами не должна превышать приборной точности используемого стереокомпаратора.

8.5.13. Математическая обработка результатов измерений выполняется разными методами в зависимости от вида фотосъемки, способа введения поправок за нарушение элементов ориентирования, способа определения деформаций и т.д. Предпочтение следует отдавать аналитической обработке фотоснимков с реализацией алгоритма на ЭВМ.

8.6. Перечень отчетных материалов

8.6.1. В результате работ по наблюдению 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 (приложение 33); ведомость вычисления численных значений и направления деформаций; графики деформаций (приложение 34); план изолиний равных осадок (приложение 35).

9. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ

9.I. Общие положения

9.I.I. Организация и проведение маркшейдерских и геодезических работ при приемке в эксплуатацию, обследовании технического состояния подводных переходов трубопроводов и сопутствующих коммуникаций в процессе их эксплуатации и при ремонте осуществляются в соответствии с требованиями разделов 2-3 настоящей Инструкции и положениями, изложенными в данном разделе.

9.I.2. Целью проводимых работ является получение материалов, отображающих пространственное положение подводных трубопроводов, сопутствующих коммуникаций, их техническое состояние, рельеф подводной и надводной частей перехода, состояние берегоукрепительных сооружений.

9.I.3. Обследование технического состояния подводных коммуникаций выполняется подразделениями экспедиционных отрядов подводно-технических работ или службами Управления магистральных нефтепроводов при наличии разрешения на производство работ от организации, эксплуатирующей данный трубопровод.

9.I.4. По периодичности, составу и объему выполняемых геодезических работ обследование технического состояния подводных трубопроводов подразделяется на I, II и III классы. Размеры границ съемки и периодичность обследования подводных трубопроводов определяются в зависимости от класса обследования и категории участка реки в соответствии с табл. 29.

9.I.5. Категория участка реки в районе подводного перехода определяется в зависимости от планово-высотных деформаций берегов и русла реки в соответствии с табл. 30.

9.I.6. 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.

Таблица 29

Класс обследования	Категория участка реки				Размеры границ съемки
	I	2	3	4	
I	Однократно для составления формуляра подводного перехода магистрального трубопровода				В длину – не менее пятикратной ширины (5В) русла выше створа перехода и не менее 2В ниже створа перехода с включением двух-трех микроформ, в ширину – 300 м от урезов воды в глубь 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. При значительном удалении запорной арматуры 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 в глубь берегов.

Таблица 30

Категория участка реки	Плановые деформации, м/год	Высотные деформации, м/год	Тип руслового процесса
I	незначительные	I	Малые реки (шириной до 50 м) с ленточно-грядовым, осередковым или побочным типом руслового процесса: средние и крупные реки ленточно-грядового, побочного, осередкового типов.
2	до I0	I-2	Малые, средние и крупные реки ленточно-грядового, побочного, осередкового типов.
3	I0-I00	I-2	Средние и крупные реки с русловым процессом ограниченного и свободного меандрирования, русловая и пойменная многорукавность.
4	более I00	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.

9.I.7. Внеочередные обследования выполняют при переформированиях русла реки, вызванных строительством новых дюкеров в районе эксплуатируемых переходов, после высоких паводков, наводнений, стихийных бедствий. Перед выполнением строительства (капитального ремонта), а также при приемке законченного строительства (капитального ремонта) подводного перехода трубопровода назначается дополнительное обследование П класса. Для определения соответствия выполненных работ требованиям проекта по окончании каждого этапа строительства (капитального ремонта) перехода производят обследование Ш класса.

9.I.8. Топографическую съемку прибрежных участков подводных переходов производятся в соответствии с требованием главы 4 настоящей Инструкции.

9.I.9. При обследовании I класса топографическую съемку прибрежных участков подводных переходов трубопроводов выполняют аэрофототопографическими методами. Наземная съемка допускается лишь в случае отсутствия материалов аэросъемки. При обследовании П, Ш классов топографическую съемку прибрежных участков, русловой части перехода и съемку подземных коммуникаций выполняют только наземными методами.

Аэросъемка подводных переходов выполняется в масштабах I:I2 000-I:I4 000. В результате аэросъемки составляют фотоплан участка перехода в масштабе I:5 000-I:I0 000. Рисовку рельефа выполняют в Балтийской системе высот.

9.2. Планово-высотное обоснование

9.2.I. Геодезические сети на подводных переходах магистральных трубопроводов создаются изыскательскими подразделениями отраслевых НИПИ перед строительством трубопровода, при разработке проекта строительства подводного перехода, на стадии технических изысканий.

9.2.2. Плановую и высотную геодезические сети на подводном переходе развивают от пунктов государственной геодезической сети в соответствии с разделом 3 настоящей Инструкции. Для закрепления пунктов планрво-высотной основы используются знаки, приведенные в приложении 6.

9.2.3. Самостоятельную плановую геодезическую сеть на подводном переходе разрешается создавать в том случае, если на расстоянии до 5 км от перехода отсутствуют пункты государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения. Самостоятельная плановая геодезическая сеть создается путем развития съемочной геодезической сети способами триангуляции и проложением теодолитных ходов.

9.2.4. Координаты пунктов самостоятельной геодезической сети вычисляют в условной системе координат, с произвольным началом.

Азимут исходной стороны определяют из астрономических наблюдений или при помощи гиротеодолита со средней квадратической погрешностью не более $1'$.

9.2.5. Высоты строительных реперов, закрепительных знаков геодезических сетей на подводных переходах магистральных трубопроводов определяют в Балтийской системе высот техническим нивелированием от ближайших реперов I, II, III и IУ классов государственной нивелирной сети или от пунктов государственной геодезической сети, высоты которых определены нивелированием I-IУ классов.

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

на однониточных переходах - 2 репера (по одному на каждом берегу);

на двухниточных переходах - 4 репера (по два на каждом берегу).

9.2.7. Строительные реперы закладываются за пределами коридора магистрального трубопровода в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность. Реперы следует закладывать на коренных берегах, выше границы 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 и других подземных сооружений не допускается.

9.2.8. В качестве строительных реперов применяют грунтовые знаки долговременного закрепления:

деревянные - длиной I,5-2,0 м, диаметром в верхней части I2xI5 см, с крестовиной внизу;

металлические - обрезки труб (диаметром не менее 60 мм), уголковое железо (сечением не менее 50x50 мм), длиной I,5-2,0 м с наварными крестовиной внизу и металлической пластиной (для маркировки) вверху;

железобетонные - обломки свай, стоек, столбов или специально изготовленные монолиты длиной I,5-2,0 м, сечением не менее I00xI00 мм с бетонным якорем внизу.

Грунтовые строительные реперы закладывают под бур или вручную на 0,5 м ниже глубины промерзания, но не менее, чем на глубину I,2 м.

В качестве строительных реперов также применяют металлические костыли или штыри, забитые в стены зданий и сооружений, анкерные болты и другие характерные устойчивые точки сооружений.

9.2.9. Грунтовые строительные реперы должны возвышаться над поверхностью земли: в незалесенных районах - на 0,3 м; в залесенных районах - на 0,7 м; в северных таежных районах - на 0,8-I,0 м.

Строительные реперы, кроме закладываемых в залесенных районах, окапывают канавой шириной 0,5 м, глубиной 0,3 м, в виде квадрата размером 2x2 м. Курган около репера не насыпают.

В залесенных районах строительные грунтовые реперы не окапывают.

На реперах масляной краской надписывают краткое название организации, заложившей репер, номер репера и год закладки. На металлических знаках надписи делают белой или желтой краской, на деревянных - черной или красной. Реперы номеруют так, чтобы на участке подводного перехода не было реперов с одинаковыми номерами.

9.2.I0. Все строительные реперы включаются в плановую геодезическую сеть.

Каждый репер должен быть привязан промерами не менее, чем к трем характерным контурным точкам местности и к ближайшей нитке трубопровода. Для каждого строительного репера составляется карточка закладки, в которой дается схема привязки и эскиз заложенного репера.

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

план землепользований масштаба I:I0 000-I:25 000 на район подводного перехода и прилегающей к нему территории в радиусе 2 км с нанесенными на нем закрепительными знаками и реперами;

схема подводного перехода трубопровода в масштабе I:2 000-I:5 000 (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 приводятся в условной системе координат, высоты - в Балтийской системе высот.

9.2.I2. На участках подводных переходов трубопроводов, имеющих геодезическую основу, для обеспечения подводно-технических работ, выполнения других маркшейдерских и геодезических задач при эксплуатации и капитальном ремонте трубопроводов производится установка 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 знаков применяют типы знаков долговременного закрепления съемочных сетей (см. приложение 6).

Осевые закрепительные знаки включают в съемочную сеть подводного перехода трубопровода.

9.2.I3. Осевые закрепительные знаки устанавливаются в присутствии представителя районного нефтепроводного управления. Закрепительные знаки в охранной зоне трубопровода следует устанавливать вручную. Применять при этом механические средства запрещается.

9.3. Промер глубин

9.3.I. 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. Этот план необходим для:

общей оценки технического состояния подводного перехода;

изучения причин происходящих русловых деформаций;

разработки проектов капитального ремонта трубопровода.

9.3.2. Масштабы топографической съемки участка подводного перехода трубопровода, а также горизонтальный и вертикальный масштабы профилей принимают в зависимости от ширины реки в межень по зеркалу воды в створе перехода (табл. 3I).

Таблица 3I

Ширина реки, м	Масштаб съемки	Масштаб профилей	
		горизонтальный	вертикальный
до I00	I:500	I:500	I:I00
I00-I000	I:I 000	I:I 000	I:I00
I000-2000	I:2 000	I:2 000	I:I00-I:200
свыше 2000	I:2 000-I:5 000	I:2 000-I:5 000	I:I00-I:200

9.3.3. Рельеф донной части русла реки изображают горизонталями в Балтийской системе высот. При топографических съемках русла реки в масштабах I:500, I:I 000, I:2 000 принимается высота сечения рельефа 0,5 м, при съемке в масштабе I:5 000 и I:I0 000 - 0,5-I,0 м.

9.3.4. В состав промерных работ входит: наблюдение за рабочим уровнем воды; непосредственное выполнение промера глубин; определение планового положения промерных точек; определение инженерно-геологических характеристик донного грунта по створу перехода.

9.3.5. Наблюдения за рабочим уровнем воды заключаются в определении отметки мгновенной уровенной поверхности (рабочих уровней), относительно которой производится промер глубин и

вычисление отметок дна водоема. Отметки рабочих уровней определяются путем нивелирования уреза или при помощи временных водомерных постов (приложение 35), устанавливаемых на участке подводного перехода на период производства работ.

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

9.3.6. Промер глубин производится из судна, движущегося по галсам (промерным линиям), расположенным на определенном расстоянии друг от друга. По отношению к динамической оси потока галсы могут быть: поперечные; косые; продольные; криволинейные.

Во время ледостава промерные створы разбивают непосредственно на льду.

9.3.7. 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 выполняется 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 выполняется подробный промер.

9.3.8. Расстояния между галсами и промерными точками зависят от вида промера и от ширины зеркала водоема (табл. 32).

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

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

Таблица 32

Ширина зеркала водоема, м	Облегченный промер		Подробный промер		Специальный промер	
	Расстояние между галсами, м	Расстояние между промерными точками, м	Расстояние между галсами, м	Расстояние между промерными точками, м	Расстояние между галсами, м	Расстояние между промерными 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

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

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

9.3.12. На реках с сильным течением прокладывают галсы маятниковым способом. При этом способе промерное судно движется по криволинейным галсам, близким к дуге окружности, с радиусом, определяемым длиной вытравленного троса, стоящего на якоре судна. Междугалсовые расстояния при маятниковом способе определяются длиной вытравленного троса.

9.3.13. Промеры на поперечных, косых, радиальных галсах также производят по размеченному тросу, натянутому под заданным углом к оси потока. Такой промер допускается на водоемах шириной до 300 м при отсутствии судоходства.

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

Промерные створы закрепляются на берегу (на воде) створными знаками (буями), расстояние между которыми должно быть не менее 4 % расстояния от переднего знака до конца галса.

9.3.15. 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.

9.3.16. Основным прибором измерения глубин является эхолот, непрерывно регистрирующий профиль дна реки. Технические характеристики эхолотов, применяемых при обследовании подводных переходов трубопроводов, приведены в приложении 37.

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, газа и т.п.

Значения измеренных эхолотом глубин должны быть исправлены суммарной поправкой эхолота и поправкой за изменение рабочего уровня. Погрешность определения глубин, в зависимости от гидрологических характеристик водоема, определяется техническим проектом.

9.3.17. 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 способом полярных координат при помощи электронно-оптического тахеометра, установленного на берегу, и отражателя, установленного на судне.

В период ледостава промер глубин выполняют непосредственно со льда. Плановое положение промерных точек (лунок) в этом случае определяют путем проложения теодолитных ходов с относительной погрешностью не более 1:2 000. Промер со льда следует производить сразу после разбивки створов для устранения погрешностей, вызванных подвижками льда в зоне работы ГЭС; на устьевых участках рек и т.п. Точки теодолитных ходов закрепляют вмороженными в лед кольями.

Целесообразность применения того или иного способа определения планового положения точек промеров глубин определяется в каждом конкретном случае на основе расчета средних квадратических погрешностей, которые не должны превышать 1,5 мм в масштабе создаваемого плана. Координаты промерных точек и средние квадратические погрешности в положении этих точек вычисляют по формулам прямой засечки. При предрасчете средней квадратической погрешности определения положения промерной точки принимают, что средняя квадратическая погрешность поперечного направления (**мензульная** засечка) на движущийся катер равна 7′, а средние квадратические погрешности измерения углов теодолитами (прямая угловая засечка) - 1′. Угол пересечения направлений засечек допускается в пределах от 30 до 150°.

9.4. Обследование технического состояния подводного перехода в русловой части

9.4.1. При обследовании технического состояния подводного трубопровода и сопутствующих коммуникаций определяют: плановое положение коммуникаций; местоположение и характеристики открытых и провисающих участков; местоположение установленных балластных грузов, пересечений сопутствующих коммуникаций, посторонних предметов; местоположение и характеристики траншей, участков проведенных ранее ремонтов с указанием использованных при ремонте материалов; рельеф дна и характеристика грунтов водоема по створам обследуемых коммуникаций; состояние берегоукрепительных сооружений в подводной части.

9.4.2. Перечисленные данные получают в результате водолазного обследования с использованием подводных трубокабелеискателей, эхолотов, других приборов и устройств. Эти данные

фиксируют при помощи топографической съемки и отражают на графической документации.

9.4.3. Перед началом строительства подводного трубопровода производят водолазное обследование створа перехода и промер глубин по створу, необходимые для определения соответствия фактического профиля дна проектному и выявления изменений, происшедших со времени проведения изысканий.

9.4.4. В период контроля за строительством производят поэтапную приемку работ для определения выполненных объемов, их качества и соответствия утвержденному проекту, требованиям СНиПов, технических условий, а также для выдачи разрешения на производство последующих работ. Поэтапной приемке подвергают: разработанную траншею, уложенный в траншею дюкер (кабель); засыпку траншей; берегоукрепительные сооружения.

9.4.5. Полученные в процессе строительства маркшейдерские материалы используются рабочей и государственной комиссиями по приемке в эксплуатацию построенных подводных трубопроводов и являются основанием для принятия решения и оценки качества выполненных строительных работ.

9.4.6. На планах и профилях строящихся и принимаемых в эксплуатацию подводных переходов указывают фактическое положение контролируемых параметров (проектный створ перехода, низ разработанной траншеи, верх уложенного трубопровода и т.д.), инвентарные номера соответствующих проектных чертежей и название организации, разработавшей проект.

9.4.7. Техническое состояние действующих подводных переходов проверяют визуально (водолазное обследование) либо с помощью приборов (безводолазное обследование). Независимо от способа обследования в каждой точке промера по оси коммуникации производят следующие работы: определение оси коммуникации; промер глубины до дна водоема (низа траншеи); определение характеристик грунта и обследование поверхности дна полосой по 5 м от оси коммуникаций (в отдельных случаях по требованию заказчика ширина полосы обследования увеличивается); вынос точки замера на поверхность водоема и определение ее планового положения.

9.4.8. Перед проведением обследования плановое положение подводных коммуникаций определяют при помощи трассоискателей и закрепляют на водной поверхности буями, на льду - колышками, на берегу - вехами.

9.4.9. Точки замеров проектируют на поверхность водоема при помощи наметок, мерных штанг, механических лотов, гидроакустических приборов и различных типов трассоискателей с неподвижного или медленно движущегося (со скоростью передвижения водолаза) промерного судна. Определение координат промерных точек производят геодезическими методами, изложенными в п. 9.3.17.

9.4.10. При обнаружении повреждений футеровки, гидроизоляционного покрытия трубы или защитной оболочки кабеля фиксируют начало и конец участков повреждений и указывается их характер и размеры. На открытых, провисающих участках трубопровода в районе повреждений независимо от ширины русла реки производят специальный промер для составления продольного профиля с горизонтальным масштабом I:500-I:I 000 и вертикальным - I:I00-I:200.

9.4.11. В результате обследования технического состояния подводного перехода составляют план русловой части и продольный профиль по оси обследованной коммуникации. Масштабы планов и продольных профилей устанавливают в соответствии с требованиями табл. 31.

Продольные профили коммуникаций на открытых, провисающих участках, в местах их повреждения составляют в горизонтальном масштабе I:500-I:I 000, вертикальном - I:I00-I:200 (приложение 38).

О проведенных маркшейдерских и геодезических работах при обследовании технического состояния подводного перехода составляют технический отчет, в котором дают заключение о состоянии подводного перехода и рекомендации о сроках и методах ремонтных работ.

9.5. Перенесение в натуру проектов капитального ремонта подводных переходов трубопроводов

9.5.1. Перенесение в натуру проектов ремонта подводных переходов трубопроводов выполняет маркшейдерская служба отряда подводно-технических работ на основании договора, заключенного с заказчиком.

9.5.2. При перенесении в натуру проектов капитального ремонта подводных нефтепроводов 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 буев, определяющих плановое положение участка ремонта подводного трубопровода. Буями также намечают границы участка подводно-технических работ, близлежащие нефтепроводы и сопутствующие коммуникации.

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

9.5.4. Проектное положение участка ремонта подводного нефтепровода показывают на выкопировке из плана подводного перехода, где должны быть изображены: пикетное значение начальной и конечной точек участка трубопровода, подлежащего ремонту; координатная сетка; границы участка подводно-технических ремонтных работ; створные знаки, строительные реперы, другие точки геодезической сети, которые закреплены долговременными знаками; проектные глубины реки (водоема) в местах ремонта подводного трубопровода; расстояния между проектными точками, пунктами геодезической сети; расстояния между запорной арматурой трубопровода, расположенной на разных берегах; расстояния к ближайшим параллельным трубопроводам и сопутствующим коммуникациям.

На выкопировке из плана подводного перехода трубопровода 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 отряда подводно-технических работ, осуществляющим ремонт трубопровода.

9.5.5. В состав работ по перенесению в натуру проектов ремонта подводных трубопроводов входит: получение разрешения на вынесение в натуру проекта ремонта; подбор маркшейдерских,

картографических, топографо-геодезических и гидрологических материалов; вычисление необходимых данных для вынесения в натуру проектов ремонта; составление разбивочных чертежей; вынесение в натуру проектных точек; маркшейдерский контроль за ремонтом трубопроводов; определение объемов работ, выполняемых при ремонте подводных трубопроводов, требующих применения геодезических и маркшейдерских приборов и методов; производство исполнительной съемки; составление отчета.

9.5.6. Предельные погрешности вынесения в натуру проектных точек относительно пунктов плановой геодезической сети не должны превышать I,0 м.

9.5.7. Вынесение в натуру проектных точек осуществляется: по створу и прямым засечкам с берега одним теодолитом; прямыми засечками с берега двумя теодолитами; непосредственной разбивкой проектных точек со льда; способом полярных координат при помощи электронного тахеометра Та 5 (Рекота, ЕОТ 2000), установленного на точке геодезической сети, и отражателя, установленного на плавсредстве.

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

Акт подписывается маркшейдером и представителем организации-заказчика, осуществляющей ремонт трубопроводов.

9.5.9. В процессе и по завершении работ по перенесению в натуру проекта ремонта трубопровода составляют следующие материалы: выкопировку из плана подводного перехода с нанесением вынесенных в натуру проектных точек; исполнительную съемку; план масштаба I:500-I:2 000 в зависимости от ширины реки, продольный профиль трубопровода и картограмма выполненных подводных земляных работ; журналы измерений и ведомости камеральной обработки; акт о сдаче заказчику выполненных маркшейдерских и геодезических работ; пояснительную записку.

IO. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

IO.I. Общие положения

IO.I.I. Изучение влияния современных движений земной коры (СДЗК) при разработке нефтяных и газовых месторождений необходимо для:

выявления влияния СДЗК на интенсивность добычи нефти и газа, а также воздействия длительной эксплуатации месторождений на вертикальные перемещения земной коры;

обеспечения безопасности работников и населения, охраны недр и других объектов окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния разработки, в том числе в нефтяной промышленности - охрана инженерных сооружений и объектов нефтедобычи;

обеспечения чистоты водоемов и др. 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;

учета СДЗК при составлении проектной технологической документации на разработку месторождений;

совершенствования методики высокоточных измерений, а также количественного изучения вертикальных и горизонтальных подвижек и учет их в дальнейшем, при построении планово-высотных геодезических сетей в аналогичных условиях.

IO.I.2. Комплексное изучение движения земной коры при нефтедобыче включает:

количественную оценку горизонтальной и вертикальной составляющих векторов движения в исследуемых точках путем заложения геодинамических (техногенных) полигонов и постановки высокоточных геодезических наблюдений;

изучение закономерностей изменений гравитационного и магнитного полей при нарушении динамического равновесия горного массива;

изучение геологического строения месторождения;

изучение параметров разработки месторождений;

изучение критических напряжений скелета коллектора и горного массива;

гидрогеологические исследования;

метеорологические наблюдения атмосферного давления, температуры, влажности воздуха, скорости ветра, осадков и пр.

10.1.3. Основанием для строительства техногенного геодинамического полигона является решение научно-технического совета объединения по технико-экономическому обоснованию (ТЭО), разработанному территориальным НИПИ и согласованному со службой главного маркшейдера объединения и лабораторией маркшейдерии Укргипрониинефти.

10.1.4. В результате высокоточных наблюдений на геодинамических полигонах получают численные оценки характеристик оседаний η, горизонтальных движений ξ, наклонов i, кривизны K, радиусов кривизны R, горизонтальных деформаций ε, граничных углов движения β, коэффициента безопасности $K_б$ для определения безопасной глубины подработки объектов промышленного и гражданского строительства.

10.1.5. Для выявления причин оседаний земной коры при разработке нефтяных и газовых месторождений и построения математических моделей процесса используют вероятностно-статистические, корреляционные и др. методы анализа.

10.2. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) геодинамического (техногенного) полигона

10.2.1. ТЭО составляют на каждый полигон в виде отдельной книги, содержащей машинописный текст объемом не более одного печатного листа и графические приложения, включающие 5-7 чертежей.

10.2.2. Техно-экономическое обоснование состоит из следующих разделов: введение; обоснование выбора данного месторождения для заложения полигона; геологическая и горно-техническая характеристики месторождения; структурное построение геодинамического полигона; методы и периодичность высокоточных плановых и высотных геодезических измерений; фотограмметрические, геодезические и др. методы наблюдений; сметно-финансовый расчет.

10.2.3. Во введении должны быть раскрыты цель и задачи, которые решаются с помощью исследований на геодинамическом полигоне; связь наблюдений с решением задач разработки, обустройства, охраны недр и окружающей природной среды.

10.2.4. Требования к выбору мест заложения полигонов:

месторождение должно быть в начальной стадии разработки;

для каждого района подбирают месторождения с различными численными значениями эффективной нефтенасыщенной толщины, глубины залегания, с разными режимами фильтрации: упругим, газо-, водонапорным, растворенного газа, гравитационным;

при разработке нефтяных месторождений, расположенных под населенными пунктами, в условиях заболоченности, вечной и островной мерзлоты;

в условиях совместной разработки минеральных вод, соли и других полезных ископаемых;

площадь для заложения геодинамического полигона должна иметь хорошую изученность геологического строения по данным бурения, аэрофото-, космической и сейсмической съемкам (приложение 39);

ситуация и рельеф местности по возможности должны удовлетворять условиям удобства выполнения комплекса геодезических, геофизических и др. методов наблюдений;

необходимо учитывать технологическую схему разработки месторождения: с поддержанием пластового давления (внутриконтурное, законтурное заводнение), применение тепловых методов и др.;

особенно тщательно должны быть отбиты контакты водоносных горизонтов и сильно сжимаемых пород (глин, сугинков и др.) с характеристикой во времени пьезометрических уровней по каждой скважине;

выбранное для исследований месторождение должно быть расположено от смежных разрабатываемых месторождений на расстоянии не менее 10-15 км;

объект исследований должен определяться организацией, ведущей разработку месторождений в данном нефтепромысловом районе, с обязательным согласованием его с Укргипроннинефтью.

I0.2.5. Для составления ТЭО полигона необходимо иметь следующие материалы:

геологическую карту месторождения с нанесенными на ней структурными элементами по данным дешифрирования аэро, космической, магнитной и гравиметрической съемок. Разрезы по профильным линиям с геологической характеристикой, вмещающих ловушку пород и всей вышележащей толщи до дневной поверхности (приложение 40);

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

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

маркшейдерские планы и топографические карты обустройства месторождения в масштабах I:2 000-I:I0 000;

топографические карты масштабов I:I0 000–I:I00 000 геодезической изученности площади геодинамического полигона и прилегающих районов, включая государственные и ведомственные плановые и высотные геодезические сети.

I0.2.6. В сметно-финансовом расчете ТЭО приводят перечень основных затрат по материалам, транспорту, работе по закладке и первому циклу наблюдений в натуральном и денежном выражении.

I0.2.7. Графические приложения включают:

геологическую карту в масштабе I:25 000;

структурную карту месторождения в масштабе I:25 000;

топографическую карту (план) с нанесенными на ней существующими и проектируемыми объектами обустройства (м-бов I:25 000-I:I0 000);

геологический разрез в масштабе структурной карты;

схему геодезического полигона с привязкой его к государственной геодезической сети;

схему расположения водомерных постов (станций) для наблюдения за уровнем подземных вод;

типы наружных и подземных закрепительных знаков и центров.

I0.2.8. Технический проект на геодезические, геофизические и др. методы наблюдений на геодинамических (техногенных) полигонах составляют организации, выполняющие эти работы, с обязательным согласованием их с Укргипронефтью.

10.3. Структурное построение геодинамического полигона

10.3.1. Геодинамический полигон представляет собой систему профильных линий, проложенных на исследуемом объекте с учетом требований пп. 10.2.2, 10.2.3 и закрепленных на местности грунтовыми реперами и марками, на которых с установленной частотой производится комплекс высокоточных планово-высотных геодезических, геофизических и др. методов наблюдений.

10.3.2. Основная профильная линия должна быть заложена по простиранию залежи через сводовую часть складки в непосредственной близости либо совпадать с проекцией ее шарнира на горизонтальную плоскость. При этом очень важно, чтобы главная профильная линия под прямым углом или углом, близким к прямому (70-90°), пересекала имеющиеся тектонические нарушения.

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

Остальные профильные линии могут закладываться вдоль коридора коммуникаций, на соседних блоках, ограниченных тектоническими нарушениями, и т.д. В наблюдательную сеть включаются все неработающие скважины, отстоящие от профильных линий на расстоянии 0,5 км, и все старые знаки, находящиеся на расстоянии 200 м от профильных линий.

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

10.3.4. За границу зоны оседания земной поверхности принимается геометрическое место точек, в которых численное значение горизонтальной и вертикальной составляющих вектора движения не превышает средней квадратической погрешности определения этих величин на основе приборных измерений.

10.3.5. Профильная линия опирается на шесть реперов, по три на каждой стороне. Первый исходный репер находится на расстоянии H-2H от внешней границы залежи, второй и третий соответственно на 0,5 и 1,0 км от него. Здесь H - глубина залегания подошвы самого нижнего нефтяного пласта.

I0.3.6. Частота заложения реперов по профильным линиям принимается равной 300–500 м. В районе предполагаемой зоны тектонических нарушений реперы закладывают через I00 м. Вдоль коридора подземных коммуникаций интервал между реперами устанавливается I00 метров. На наклономерных станциях, связывающих два соседних блока, реперы можно закладывать через 50–I00 м.

Закрепление профильных линий полигона производится реперами, типы которых предусмотрены действующими инструкциями. В городах для закрепления линий нивелирования используются стенные реперы со сферической головкой.

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

I0.3.7. Для прогнозирования поисков месторождений нефти и газа строят региональные геодинамические полигоны, закладываемые на территориях свыше 2000 км^2. С их помощью решаются общепланетарные проблемы: изучение тектонических движений и выделение движений земной коры, вызванных техногенными и др. процессами. По аномалиям СДЗК в комплексе с другими методами выявляют неоднородность геологического строени. .

Локальные полигоны закладываются, как правило, на одном-двух относительно небольших по площади месторождениях. Размеры локальных полигонов не превышают по площади 2000 км^2. Пункты плановых и высотных геодезических сетей на геодинамических полигонах обычно совмещают.

I0.4. Методы наблюдений

I0.4.I. Методика высотных и плановых измерений должна соответствовать требованиям "Инструкции по нивелированию I, II, III и IУ классов" (М.: Недра, I974) и "Инструкции о построении Государственной геодезической сети СССР" (М.: Недра, I966). Некоторые дополнительные правила, повышающие точность результатов наблюдений, приведены в "Рекомендациях по геодезическим работам на геодинамических полигонах" (М.: ОНТИ ЦНИИГАиК, I975), в "Практическом руководстве по нивелированию I, II классов" (М.: Недра, I982) и в настоящей Инструкции.

I0.4.2. Первый цикл высотных наблюдений предусматривают и проводят через I2 месяцев после заложения грунтовых реперов. Второй цикл, как правило, планируют через один-два года после

первого. Плановые наблюдения проводят методами триангуляции и полигонометрии I-IУ классов, при возможности контрольные точки между пунктами геодезической сети определяют створными наблюдениями.

10.4.3. Первый цикл наблюдений в плане обычно совпадает с первым циклом высотных наблюдений, второй - проводится в период активных оседаний поверхности, т.е. через пять-семь лет после начала разработки месторождения.

10.4.4. Последующие геодезические наблюдения проводят с частотой, зависящей от скоростей вертикальных и горизонтальных подвижек.

10.4.5. Наблюдения прекращают, когда в течение последних 2-3 измерений, выполненных после прекращения разработки месторождения, значения горизонтальных и вертикальных подвижек соизмеримы с погрешностями измерений.

10.4.6. Фотограмметрические методы наблюдений эффективно применяются в условиях горной местности. Их преимущество перед геодезическими методами в большой информативности получаемых материалов. Этот метод позволяет наблюдать большое число точек в один физический момент времени, что очень важно при изучении динамики деформаций поверхности, причем информацию об изучаемом объекте получают бесконтактным способом.

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

10.4.8. Методы гидростатического нивелирования с регистрацией показаний, а также приборы дистанционного зондирования с использованием лазеров и фотоэлектрических датчиков позволяют непрерывно во времени получать информацию о СДЗК, что очень важно для изучения динамики процесса.

10.4.9. При проектировании геодинамического полигона в обязательном порядке необходимо предусматривать заложение нескольких режимных гидрогеологических скважин, равномерно покрывающих площадь всего полигона.

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

10.4.10. Кроме измерения уровня грунтовых вод необходимо определять их температуру и газовый состав, так как последний характеризует тектоническую активность района.

10.4.11. Частота наблюдений должна быть такой, чтобы данные наблюдений зафиксировали различные колебания уровня воды. На действующих станциях принято вести наблюдения 10 раз в месяц: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 и 30 числа каждого месяца; за месячный результат принимается среднее из наблюдений.

10.4.12. В районах заложения геодинамических полигонов на разрабатываемых месторождениях нефти и газа необходимо предусматривать газопочвенную съемку. Частота съемки предусматривается проектом.

10.4.13. Организации, выполняющие наблюдения на геодинамических полигонах Министерства нефтяной промышленности, должны представить заказчику следующие основные материалы:

каталог координат и высот пунктов наблюдений сети;

абрисы привязки геодинамического полигона к пунктам государственной геодезической сети;

полевые журналы нивелирования, а также журналы измерения углов, длин линий и створных наблюдений;

исполнительные схемы нивелирования, измерения углов и длин линий;

журналы вычислений;

масштабированные схемы по каждой профильной линии с надписанными значениями абсолютных значений высот, измеренных расстояний, створных разностей, горизонтальных углов;

технический отчет.

10.4.14. Один экземпляр данных по п. 10.4.13 в обязательном порядке направляется Укргипроннинефти.

10.5. Анализ результатов наблюдений

10.5.1. Прежде чем приступить к анализу результатов наблюдений на геодинамическом полигоне, необходимо убедиться в надежности полученных данных, для чего вычисляют средние квадратические случайные и систематические погрешности результатов комплекса измерений и сравнивают их с допустимыми погрешностями.

Фактические погрешности должны быть меньше или равны допустимым. Если это условие не выполняется - измерения повторяют.

10.5.2. По результатам наблюдений составляют графики осадок, изменения уровня подземных вод (приложение 41), а при наличии данных - графики изменения температуры, химического состава воды, уровня атмосферных осадков, температуры воздуха, абсолютной влажности воздуха, барометрического давления, загазованности и др.

При наличии зависимости между кривой оседания реперов и кривой колебания уровня грунтовых вод строят кривую сглаживания, учитывающую влияние сезонных факторов на поведение земной поверхности.

10.5.3. Для выявления связи между объемом извлеченного флюида и оседанием земной поверхности можно использовать корреляционный, дисперсионный и другие методы анализа (приложение 42).

10.5.4. Если залежь многопластовая, то для приведения извлеченного объема к одному уровню необходимо по каждому продуктивному горизонту привести объем добытой жидкости к пластовым условиям по формулам

$$\theta^{н}_{пл} = \theta^{н}_{с}\frac{\beta_{н}}{\gamma_{н}},$$

$$\theta^{в}_{пл} = \theta^{в}_{с}\frac{\beta_{в}}{\gamma_{в}},$$

где $\theta^{н}_{пл}$, $\theta^{в}_{пл}$, $\theta^{н}_{с}$, $\theta^{в}_{с}$ - соответственно объемы нефти и воды в пластовых и стандартных условиях, м³; $\gamma_{н}$, $\gamma_{в}$ - соответственно плотности воды и нефти, кг/м³; $\beta_{н}$, $\beta_{в}$ - соответственно объемные коэффициенты нефти и воды, м³/т, или м³/м³.

10.5.5. За период между циклами измерений для сравнения полученных параметров движений земной коры с данными разработки выбирают накопленные данные по отбору жидкости, падению пластового давления, внутриконтурному и законтурному заводнению, закачке газа и т.д.

10.5.6. По параметрам разработки строят карты начального и текущего пластовых давлений, карты отбора жидкости и сравнивают их с картами осадок, полученных по данным нивелирования (приложение 43).

II. КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

II.I. Государственный маркшейдерский контроль осуществляется Госгортехнадзором СССР в соответствии с "Положением о Госгортехнадзоре СССР".

II.2. Государственный контроль за качеством и Государственную приемку геодезических и топографических работ осуществляют территориальные инспекции Госгеонадзора Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР в соответствии с Положением и Инструкцией о Государственном геодезическом надзоре.

II.3. Кроме государственного маркшейдерского и геодезического контроля проводят внутриведомственный контроль, осуществляемый маркшейдерской службой Миннефтепрома, главными маркшейдерами производственных объединений и руководителями маркшейдерских служб НГДУ, УБР и геодезических служб строительных организаций.

II.4. Работы, выполняемые ГУПК и предприятиями других ведомств на договорных началах, контролируются и принимаются также заказчиком, при этом проверяется соответствие результатов выполненных работ и их оформления требованиям нормативно-технических документов, утвержденных или согласованных с ГУПК или Госгортехнадзором СССР, а также требованиям утвержденных технических проектов и нормативных актов предприятия; степень завершенности и качество работ.

II.5. Ведомственный контроль работ (приложение 45) является составной и неотъемлемой частью маркшейдерских и геодезических работ. Он обеспечивает:

строгое соблюдение исполнителями технологической дисциплины на всех стадиях производства, правильное избрание и применение инструментов и методики работ;

воздействие на условия и факторы, отрицательно влияющие на качество работ и, как следствие, предупреждение брака;

предотвращение недоделок, переделок и брака в выполняемых работах;

правильное применение и эффективное внедрение новой техники и технологии в производстве работ;

разработку, совместно с лучшими исполнителями, предложений по рационализации производства, направленных на повышение производительности труда и качества работ.

II.6. Организация контроля и приемки работ является обязанностью руководителя маркшейдерской службы подразделения. В тех объединениях, где маркшейдерские и геодезические работы выполняются специализированными подразделениями, контроль и приемку осуществляют руководители этих подразделений и работники служб контроля.

II.7. Контроль и приемку работ производят:

начальниками партий (групп) - ежемесячно, а при выполнении особо ответственных заданий - ежедневно;

сотрудники служб контроля - по планам, согласованным с гл. маркшейдером объединения;

гл. маркшейдерами НГДУ, УБР, УРБ, геологоразведочных и др. предприятий и организаций - ежеквартально;

гл. маркшейдерами производственных объединений, управлений - ежегодно;

представителями Миннефтепрома Госгортехнадзора, Госгеонадзора, горных округов и территориальных инспекций Госгеонадзора по их планам.

II.8. Для осуществления контроля и приемки работ назначаются высококвалифицированные специалисты.

II.9. Действия контролирующих лиц при производстве всех видов технического контроля и приемки работ, составлении заключения о качестве работ, правильной технологии, завершенности работ и определении ответственности лиц, допустивших нарушение технологии и брак, являются независимыми.

II.10. Текущий контроль и качество в процессе производства всех видов геодезических, топографических и маркшейдерских работ на всех стадиях разведки и разработки нефтяных месторождений осуществляют главные (старшие) маркшейдеры НГДУ, УБР и руководители полевых партий, групп. Во время проверок контролирующие лица оказывают исполнителям необходимую организационно-техническую помощь и принимают эффективные меры для ликвидации выявленных недостатков.

II.II. Завершенной считается работа, которая отвечает всем требованиям установленным настоящей Инструкцией, а также требованиям нормативных документов Миннефтепрома, ГУГК, Госгортехнадзора, актам предприятий.

II.I2. При проверке работ в процессе их производства контролирующий обязан установить:

соответствие применяемой исполнителем методики требованиям инструкций, наставлений, руководств, дополнительных технических условий и технического проекта;

соблюдение установленных инструкциями технологических допусков и требований к оформлению полевой технической документации;

состояние приборов, своевременность и полноту их исследований и юстировок;

правильную расстановку и использование ИТР и рабочих;

соблюдение установленных графиком сроков работ;

соблюдение правил по технике безопасности, гигиене и охране труда.

II.I3. Оценку качества выполняемых работ производят на всех стадиях исполнения, независимо от их завершенности.

II.I4. Окончательную оценку топографо-геодезических работ производят в процессе их приемки комиссии, созданные приказом руководителя предприятия. Государственную приемку топографо-геодезических работ производят представители территориальной инспекцией Государственного геодезического надзора ГУГК после их приемки ведомственной комиссией. Оценку материалов производят по трехбальной системе, при этом устанавливают следующие критерии: надежность геодезических и нивелирных знаков, точность обработки, уровень оформления технической документации. По топографическим и картографическим работам - точность съемки рельефа и ситуации, полнота содержания карт, соответствие условным знакам, качество графического исполнения составительских и издательских оригиналов маркшейдерских планов. Контроль и приемку текущих маркшейдерских и геодезических работ осуществляет руководитель маркшейдерской службы производственного подразделения.

II.I5. Критерии оценки:

отличную оценку присваивают работе и материалам с элементами технико-методической рационализации, при соблюдении установленных допусков точности, рациональной плотности сети, сроков и стоимости работ, при отличном оформлении материалов;

хорошую оценку присваивают работе и материалам при соблюдении сроков, установленных допусков точности, рациональной плотности сети и стоимости работ, при хорошем оформлении материалов;

удовлетворительную оценку присваивают работе и материалам при выполнении объема и соблюдении требований инструкции и проекта и при удовлетворительном оформлении материалов с несущественными отступлениями;

работа, подлежащая переделке, не оценивается,

II.I6. Полевой контроль завершают составлением акта. В акте отмечают результаты проверки с обязательным указанием объемов выполненных и проверенных работ и объема выборочного контроля по каждому из видов проверок. Излагают предложения по дальнейшему производству работ. Акт составляют не менее, чем в двух экземплярах с последующей пересылкой их руководству организации-исполнителю (приложение 46). Копии актов контроля работ, выполняемых по разрешению органов Госгеонадзора, высылаются в кратчайший срок в соответствующие территориальные инспекции Госгеонадзора.

II.I7. При проверке небольшого объема работ замечания могут оформлять записями в полевых журналах без составления акта.

II.I8. При контроле производства работ необходимо обратить внимание на правильность ведения полевой и камеральной документации. Обязательные правила ведения полевой и камеральной документации изложены в приложении 47.

II.I9. Объективными данными, определяющими качество работ, являются:

соответствие полученных результатов допускам, установленным действующими инструкциями, постановлениями и образцами;

полнота содержания топографо-геодезических и маркшейдерских полевых и камеральных материалов;

соответствие применяемой методики требованиям действующих инструкций;

надежность, правильное закрепление и наружное оформление всех видов постоянных геодезических и маркшейдерских пунктов и знаков;

аккуратное и четкое оформление всех видов документации.

II.20. Контроль камеральных работ производят постоянно на всех стадиях их выполнения.

II.21. Проверку работы каждого исполнителя проводит руководитель камерального производства или руководитель маркшейдерской службы.

II.22. Проверке подлежат следующие вопросы:

соблюдение принятой технологии;

соблюдение допусков на операциях и ведение технической документации;

соблюдение требований инструкций и других нормативных документов;

соблюдение правил безопасного выполнения работ.

II.23. По результатам проверки контролирующий принимает меры по устранению выявленных нарушений или недостатков и составляет акт, один экземпляр которого передает руководителю контролируемого подразделения (приложения 48, 49).

Приложение I
Обязательное

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОТДЕЛОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ УПРАВЛЕНИЙ (ПРЕДПРИЯТИЙ)

Рабочие помещения маркшейдерских отделов должны удовлетворять следующим основным требованиям: иметь хорошую освещенность как в дневное, так и в вечернее время; быть удаленными от объектов, запыляющих или загазовывающих воздух, повышающих влажность или создающих шум; быть пригодными для сохранности и неприкосновенности горной графической и вычислительной документации, а также маркшейдерских приборов и оборудования.

Маркшейдерский отдел должен размещаться в следующих четырех комнатах:

кабинет главного маркшейдера;

комната заместителя главного маркшейдера и сотрудников отдела, для работы с документацией и для ее хранения;

комната для размножения горной графической документации;

комната для хранения маркшейдерских приборов, их чистки, смазки и мелкого ремонта.

Кабинет главного маркшейдера должен иметь два входа - из коридора и из комнаты сотрудников отдела. Площадь кабинета должна быть 20 $м^2$. В комплект оснащения кабинета входит письменный стол, стол для работы с горной графической документацией, сейф для хранения документации, шкаф.

Комната заместителя главного маркшейдера и сотрудников отдела должна быть оснащена письменными столами, шкафами, металлическими сейфами; площадь комнаты определяют из расчета не 6 $м^2$ на каждого сотрудника. Двери должны быть обшиты металлическими листами и снабжены хорошими запорами; окна должны иметь металлические решетки; внутри и снаружи должны быть размещены противопожарные средства.

В комнате для размножения документации должны быть светокопировальная или другая множительная техника, устройство для проявления, стол для обрезки чертежей, шкаф для них. В ней же размещают фотолабораторию с соответствующим оборудованием для обработки фотопластинок. Площадь комнаты должна быть не менее 36 $м^2$.

Здесь же допускается установка УТП-2, координатографа и др. оборудования.

Комната для хранения маркшейдерских инструментов должна быть сухой, с постоянной температурой и хорошей вентиляцией; дверь должна быть обшита металлическими листами и снабжена хорошими запорами; окна должны иметь металлические решетки. Комната должна быть оборудована специальными застекленными стеллажами для приборов, станками для штативов и реек, верстаком для мелкого ремонта приборов и столами для их сборки - разборки и чистки. В этой же комнате целесообразно предусмотреть устройство для выверки и компарирования приборов и инструментов, для зарядки аккумуляторов в случае применения свето- и радиодальномеров, гиротеодолитов и др. Площадь приборной должна быть 20 $м^2$.

Приведенные размеры площади могут быть увеличены или уменьшены в зависимости от выполняемого объема и характера работ, а также от численности специалистов.

Приложение 2
Рекомендуемое

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПРИБОРОВ

Для выполнения маркшейдерских работ каждому нефтедобывающему предприятию необходимо иметь следующий комплект приборов:

2.I. Для угловых измерений;

2.I.I. TI, T2 – для триангуляции и полигонометрии, создания геодезических сетей сгущения I-го разряда, измерений в прикладной геодезии (ГОСТ I0529-79).

2.I.2. T5, TI5, T30 – для создания геодезических сетей сгущения, съемочных сетей, топографических съемок, измерений в прикладной геодезии, при проведении изыскательных работ (ГОСТ I0529--79), гиротеодолиты.

2.2. Для линейных измерений:

2.2.I. Основанные на физических методах измерений светодальномеры: " Кварц ", СГ-3, " Гранат ", МСДІМ, " Блеск " ЭСМ-2, СМ-2, СМ-5; электронные тахеометры: Та 5, ЕОТ-2000, Рета, Рекота.

2.2. Основанные на оптических методах измерений: дальномеры двойного изображения Д-2, ДНР-5, ДН-8.

2.3. Основанные на механических методах измерений: проволоки мерные (базисный прибор БПЗ); длиномер проволочный АД-I; ленты землемерные ЛЗ или ЛЗМ; рулетки измерительные металлические РЗ-I0, РЗ-20, РЗ-30, РЗ-50, РК-75, РК-I00, РВ-20, РВ-30, РВ-50, РЛ-I0, РЛ--20, РЛ-30, РЛ-50, РТК-20, РТК-30, РТК-40; рулетки тесьмяные I0 и 20 м.

2.3. Приборы для съемок: тахеометры ТЭ, ТД, ТН, ТВ; кипрегели номограммные КН, КН-К (ГОСТ I08I2-82).

2.4. Вспомогательные устройства для измерений и съемок (ГОСТ II897-78): штативы для целиков и блоков; приборы центрировочные; штативы и визирные марки работы по трехштативному методу; грузы по I0 кг; термометры, динамометры, отвесы, эккеры, эклиметры.

2.5. Приборы и вспомогательные устройства для нивелирования: нивелиры Н-05, Н-3, Н-I0 (ГОСТ I0528-76); рейки нивелирные РН-05, РН-3, РН-I0 (ГОСТ III58-83); башмаки.

2.6. Фотограмметрические приборы: универсальный топографический проектор УТП-2, стереоскопы СП-100, СП-180, СП-300, СК-500, СКФ-300 (ГОСТ 20565-75).

2.7. Для вычислений: программируемые микрокалькуляторы типа "Электроника БЗ-34", "Электроника МК-54", "Электроника МК-56" "Электроника МК-61", "Электроника МК-52" с набором рекомендуемых настоящей инструкцией маркшейдерских программ; микроЭВМ типа "Электроника-С5", "Электроника -КІ", "Электроника-НЦ", "Электроника-Т3", "Электроника-60", "Искра-226" и др.; логарифмические линейки; геодезические счетные линейки МГМ; шести- и пятизначные таблицы натуральных значений тригонометрических функций; семизначные таблицы логарифмов;тахеометрические таблицы.

2.8. Для графических работ: линейки Дробышева ЛДІ; линейки ЛБЛ; нормальные (женевские) линейки; штангенциркули; тахеограф; полярный координатограф; транспортиры диаметром 15 см и более; чертежные приборы типа СГ или УС; штриховальный прибор типа ШП, синусный; пантограф универсальный штанговый ПУШ-600; планиметры; пропорциональные циркули; рейсфедеры (двойные, пунктирные, циркульные, калибровые и др.); курвиметры; кривожжки; трафареты для написаний и двойных построений; комплект деколей; шкала толщин линий.

2.9. Для составления и размножения графической документации: настольный светокопировальный аппарат СКН-2; электронно-графический аппарат РЭМ-600К, ксерокс; электрографический аппарат типа ЭРА; координатограф.

Приложение 3

Обязательное,
форма рекомендуемая

Министерство нефтяной промышленности

Объединение _____

НГДУ _____

СОГЛАСОВАНО

Гл.маркшейдер НГДУ _____

_____

подпись, дата

УТВЕРЖДАЮ

Начальник НГДУ _____

_____

подпись, дата

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение маркшейдерских работ

по _____

I. Заказчик _____

наименование отдела

2. Краткая физико-географическая характеристика района _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. Маркшейдерско-геодезическая изученность района работ _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4. Способ выполнения работ, контроль _____

5. Инструктаж по технике безопасности _____

6. Исполнители и установленный срок выполнения работ _____

7. Перечень прилагаемых материалов _____

8. Перечень материалов, представляемых по окончании работ

Техническое задание
составил _____

Фамилия, И.О., подпись, дата

Приложение 4
Справочное

Журнал
регистрации маркшейдерских и геодезических работ

Наименование объекта	Перечень и объем работ	Дата выдачи задания	Ответственный исполнитель и исполнители	По чьему заданию выполняется работа	Отметка об исполнении

Приложение 5

Обязательное, форма рекомендуемая

Министерство нефтяной промышленности

Объединение _____

НГДУ _____

СОГЛАСОВАНО

Гл.маркшейдер НГДУ _____ (фамилия)

_____ (подпись, дата)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник НГДУ _____ (фамилия)

_____ (подпись, дата)

П Р О Г Р А М М А

МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

по _____

(наименование комплекса (объекта), его местоположение)

_____

I. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Основанием для производства работ послужило техническое задание, выданное отделом _____

в соответствии с планом работ _____

Внеплановые работы _____

2. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ

_____

(указываются физико-географические условия местности; наличие

_____

вечной мерзлоты, карстовые, оползневые явления, рельеф,

_____

гидрография, растительный покров, подъездные дороги и условия

_____

передвижения транспорта вне дорог, населенных пунктов,

_____

категория сложности местности и пр.)

3. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА РАБОТ

(производится описание существующей геодезической сети, ее класс, разряд, система координат и высот, исходные пункты для развития съемочного обоснования: наличие топографических съемок, их масштаб и год исполнения, возможность их использования; адрес и наименование организаций, располагающих указанными материалами)

4. ПОСТРОЕНИЕ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

(дается описание принятого вида обоснования, его точность; марки применяемых приборов, необходимость их исследования, компарирования; закрепление съемочного обоснования, количество знаков на единицу площади, тип знака; нормативные документы, регламентирующие допуски построения съемочного обоснования, способы уравнивания планово-высотных сетей)

5. ПРОИЗВОДСТВО МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК

5.1. Требования к маркшейдерской (топографической) съемке

Таблица I

Наименование площадки, участка	Метод съемки	Масштаб съемки	Масштаб плана	Высота сечения рельефа, м

5.2. При горизонтальной и высотной съемках застроенных территорий _____
(указывается необходимость обмеров по контуру зданий, сооружений, их координирование, техническое нивелирование элементов зданий, сооружений, подземных коммуникаций, мостов и др.

5.3. Привязка инженерно-геологических выработок, геофизических и др. точек _____
(их местоположение, метод привязки, форма записи, определение координат)

5.4. Составление маркшейдерских (топографических) планов _____
(масштаб, номенклатура, основа, система координат и высот,

условные знаки, число подписываемых отметок на I $дм^2$ плана,

нанесение границ площадок, красных линий и профилей проездов)

6. СЪЕМКА ПОДЗЕМНЫХ И НАЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

(указывается наличие материалов, которые необходимо использовать при съемке подземных коммуникаций, метод съемки: по выходам подземных коммуникаций, с помощью трубокабелеискателя, шурфованием, детальное обследование смотровых колодцев, их эскизирование и координирование; согласование схем ПК с с технологическими службами)

6.I. Составление планов подземных коммуникаций _____

(указывается масштаб и вид плана, густота подписей технических характеристик, выноса эскизов на план и пр.)

7. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

7.I. Виды, объемы и технические характеристики линейных сооружений, подлежащих изысканиям _____

(указывается, какими нормативными документами пользоваться при изысканиях для

соответствующих видов строительства, планово-высотная привязка трасс, их закрепление в натуре, схемы привязок, абрис, сдача заказчику по акту закрепленных трасс: перечислить трассы, которые не закрепляются в натуре; указываются условия строительства трубопроводов: время строительства вторых ниток, число укладки в одну траншею, съемка пересечений, согласования трасс)

7.2. Перечень материалов, представляемых по окончании работ

Таблица 2

Наименование трассы, участка	Масштаб				
	плана трассы	продольного профиля		перехода	
		горизонтальный	вертикальный	горизонтальный	вертикальный

Ведомости: _____
(наименование)

Прочие материалы: _____
(наименование)

8. ПРЕДЛОЖЕНИЯ О ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДАХ РАБОТ

(внедрение в производство нового процесса, прибора, ссылки на статьи периодических изданий, опыт других организаций)

9. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(производство полевых работ, исключая потравы сельскохозяйственных культур, прорубка визировок в лесу)

10. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА РАБОТ

(самоконтроль исполнителя, проверка работ в процессе их выполнения - кто проводит; приемка завершенных полевых работ - кто проводит, когда)

11. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности, соблюдению полевой гигиены и санитарии

(кто проводит, где, когда)

12. ИСПОЛНИТЕЛИ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

(очередность выполнения работ по объектам и передача их для камеральной обработки)

13. ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ПРИЛАГАЕМЫХ К ПРОГРАММЕ:

1. Техническое задание с приложением;

2. Материалы, собранные в период подготовки программы (проекта).

Программу составил _____ _____ _____ _____
(должность) (фамилия) (подпись) (дата)

Приложение 6

Справочное

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ И КОНТРОЛЬНЫЕ (ДЕФОРМАЦИОННЫЕ) МАРКИ

Пункты геодезических сетей 3, 4 классов, I и 2 разрядов на территории деятельности предприятий нефтяной промышленности в зависимости от физико-географических условий закрепляют постоянными центрами типов I г.р., 2 г.р., 3 г.р., 4 г.р., 5 г.р., 6 г.р., 7 г.р., 8 г.р. (рис. 6.I-6.8) в соответствии с требованиями, изложенными в действующем общеобязательном нормативном акте "Центры геодезических пунктов для территорий городов, поселков и промышленных площадок" (М., Недра, I972).

Типы центров I г.р., 2 г.р., 3 г.р., 4 г.р. могут использоваться для закрепления на местности нивелирной сети всех классов, а 7 г.р. и 8 г.р. - для нивелирной сети 3 и 4 классов.

Пункты съемочной сети закрепляются на местности знаками, обеспечивающими долговременную сохранность пунктов (рис. 6.9), и временными знаками, с расчетом сохранности точек на время съемочных работ (рис. 6.I0). Знаки долговременного типа окапываются канавами в виде квадрата со сторонами I,5 м, глубиной 0,3 м, шириной в нижней части 0,2 м и в верхней части 0,5 м. Над центром насыпается курган высотой 0,I0 м. В районах болот, залесенной местности и вечной мерзлоты курган заменяется срубом I,0 х I,0 х 0,3 м. Сруб заполняется землей, знак не окапывается. Временные знаки окапываются круглой канавой диаметром 0,8 м.

Типы контрольных (деформационных) марок изображены на рис. 6.II.

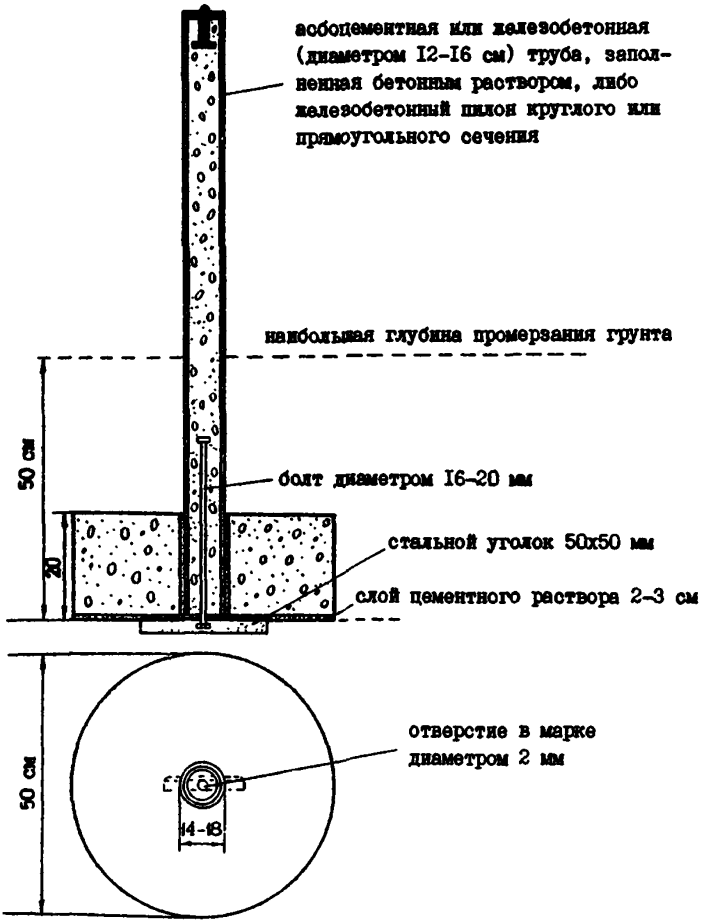


Рис. 6.I. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации 2, 3, 4 классов для районов неглубокого (до I,5 м) промерзания грунта. Тип I г. р.



Рис. 6.2. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации 2, 3, 4 классов для районов глубокого (свыше I,5 м) промерзания грунта и для районов вечной мерзлоты. Тип 2 г. р.

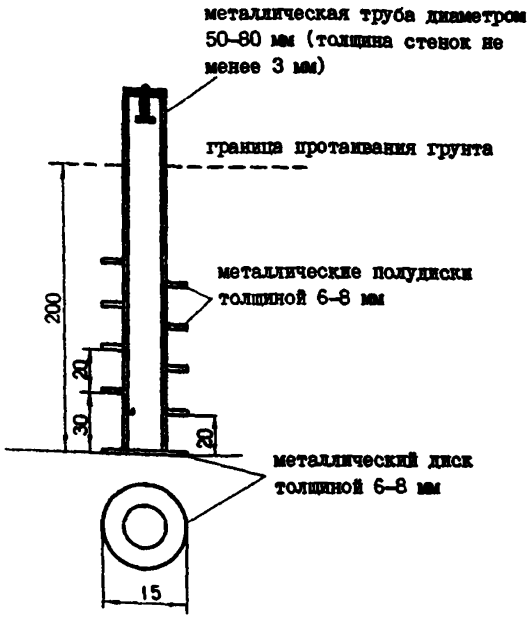


Рис. 6.3. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации 2, 3, 4 классов для районов многолетней мерзлоты. Тип 3 г.р.

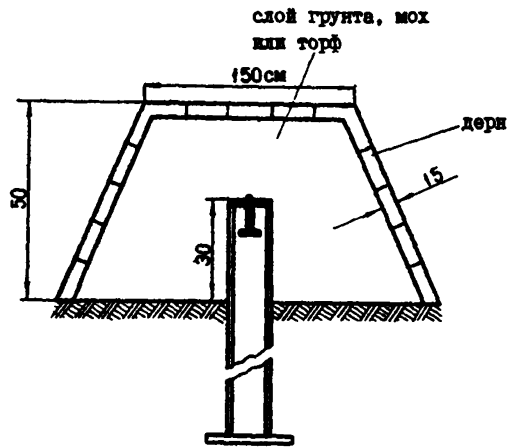


Рис. 6.4. Внешнее оформление мест расположения пунктов (тип 3 г.р.) на участках без твердого покрытия поверхности земли. (Вместо кургана допускается сооружение сруба размером 100х100х х30 см из окоренных бревен хвойной породы).

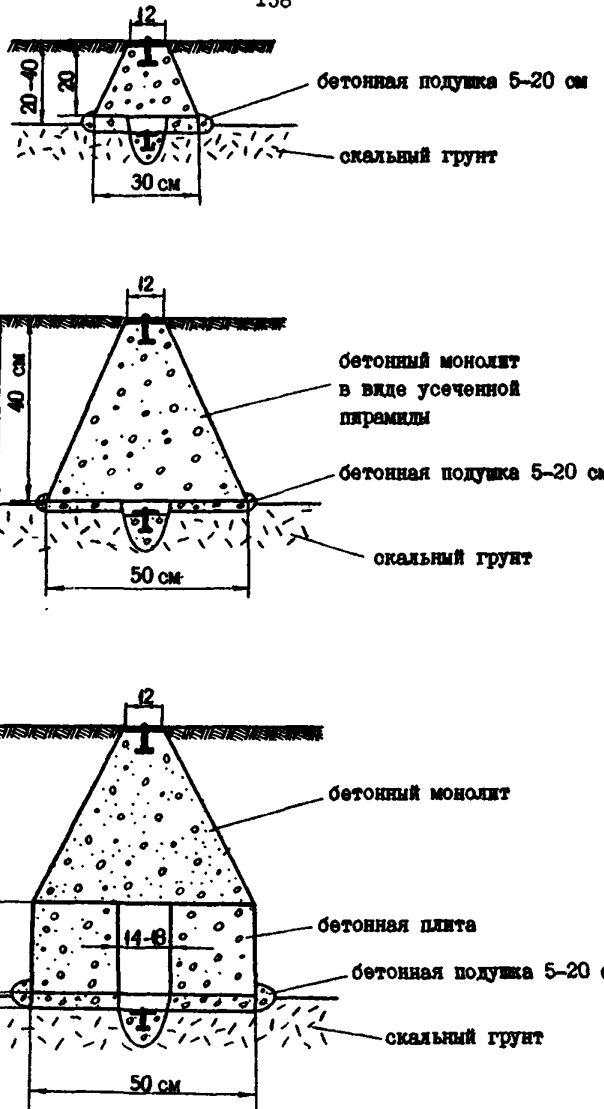


Рис. 6.5. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации 2, 3, 4 классов в скальных грунтах. Тип 4 г. р.

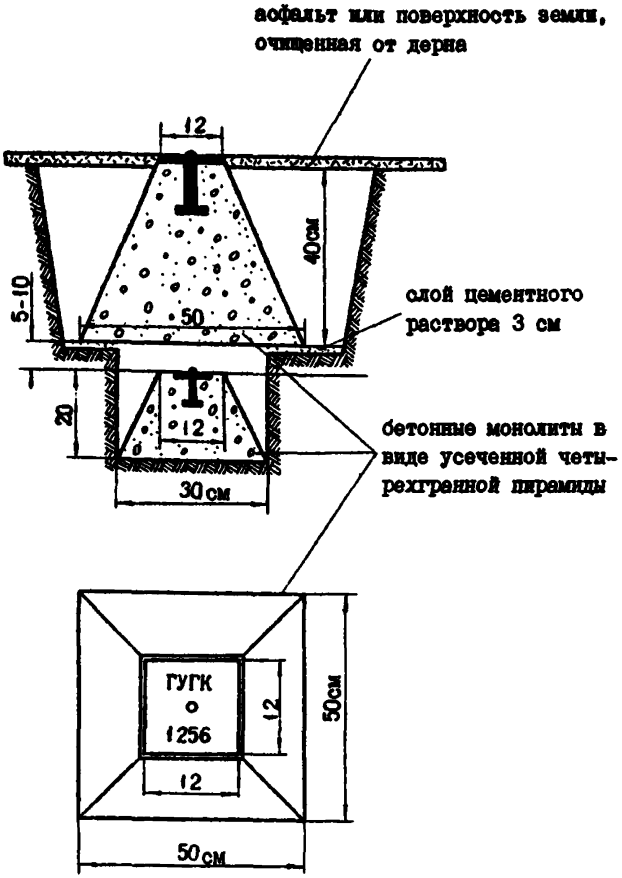


Рис. 6.6. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации I и 2 разрядов и полигонометрии 4 класса в районах сезонного промерзания грунта. Тип 6 г.р.

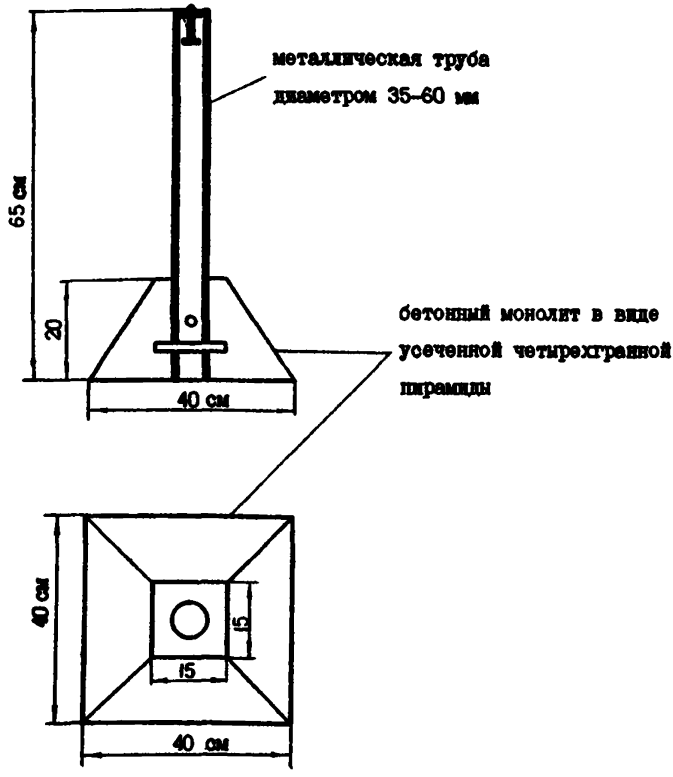


Рис. 6.7. Центр пункта триангуляции, полигонометрии, трилатерации I и 2 разрядов и полигонометрии 4 класса в районах сезонного промерзания грунта. Тип 6 г.р.

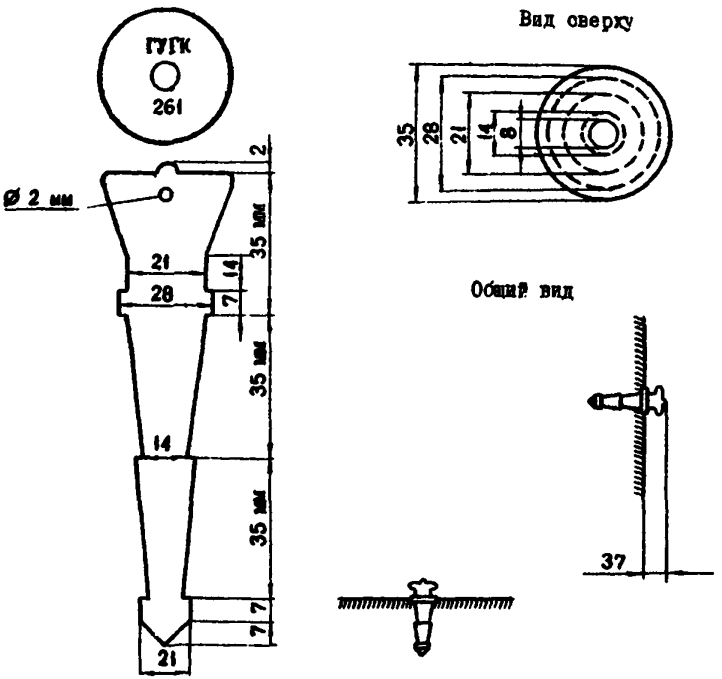


Рис. 6.8. Стенной знак пункта полигонометрии 3, 4 классов, I и 2 разрядов. Тип 8 г.р.

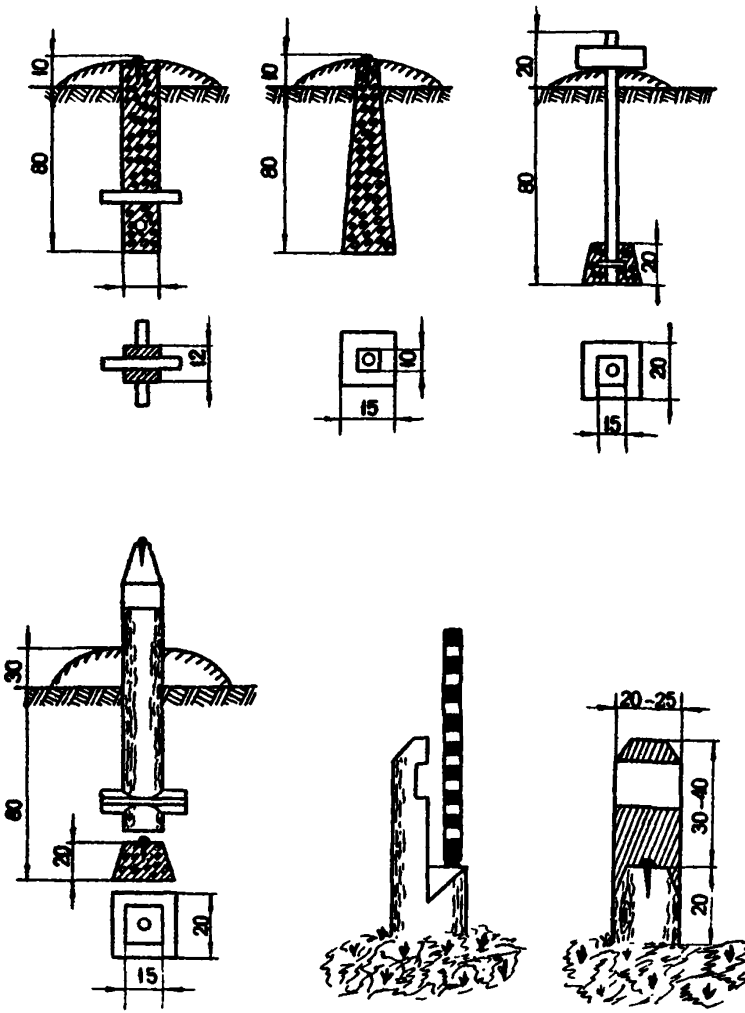


Рис. 6.9. Типы знаков долговременного закрепления съемочных сетей

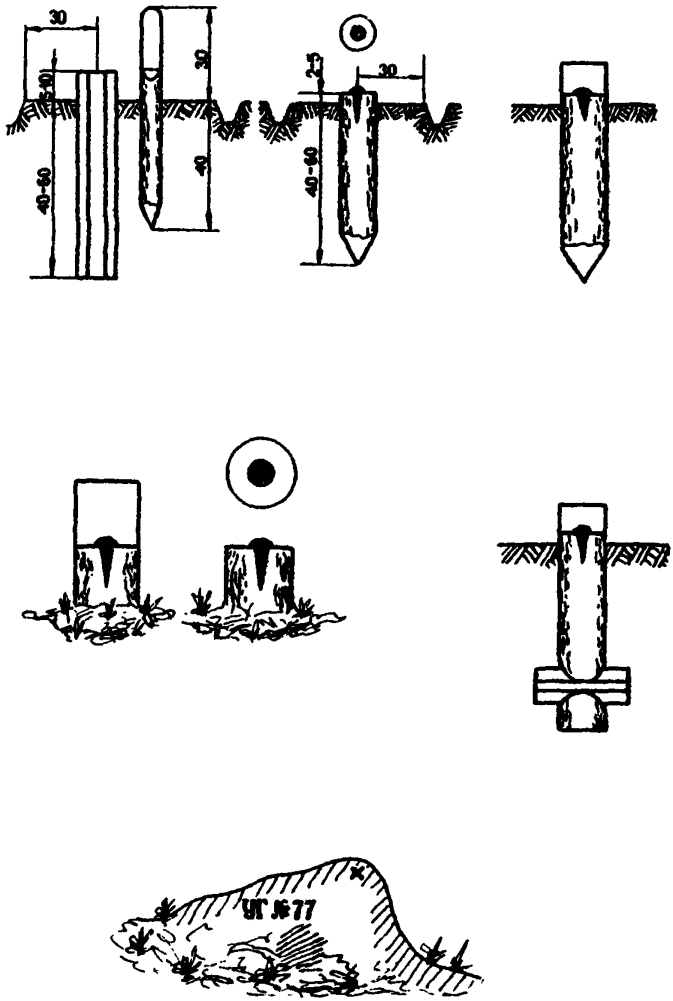
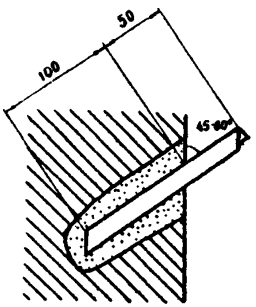
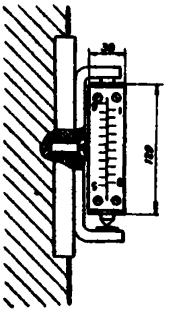


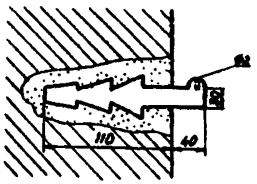
Рис. 6.10. Типы знаков временного закрепления съемочных сетей



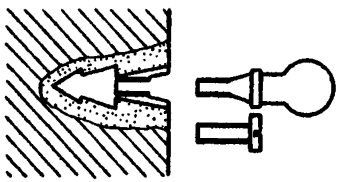
а



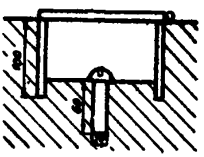
б

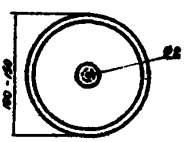


в



г





д

Рис. 6.II. Контрольные (деформационные) марки:

а - контрольная марка из стального уголка; б - контрольная марка шкаловая; в - контрольная марка открытого типа; г - контрольная марка закрытого типа; д - контрольная марка поверхностная

Приложение 7

Обязательное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ

При развитии геодезических сетей сгущения и съемочных сетей возникают случаи измерения горизонтальных углов при внецентренном положении оси прибора (центрировка) или визирной цели (редукция).

Элементы центровок и редукций определяют графически на центровочном листе. Определение выполняют с трех станций таким образом, чтобы проектирующие плоскости пересекались под углами, близкими к 120 или 60°.

Центр знака C, оси прибора J и визирной цели V проектируют выверенным теодолитом при двух положениях вертикального круга с расстояний, несколько больших или равных высоте знака.

Каждое из направлений отмечают четырьмя точками на краях центровочного листа (двумя точками отмечают направление, полученное при одном круге, и двумя - при другом).

Между каждой парой точек намечают среднюю точку. Соединив одноименные средние точки прямыми линиями, получают пересечение проекций направлений из точек стояния теодолита на C, J и V. Если вместо точек в пересечениях получаются треугольники погрешностей, то искомые точки намечают внутри этих треугольников. Стороны треугольников погрешностей не должны быть более 5 мм при проектировании оси прибора и центра пункта и 10 мм - при проектировании визирной цели.

Линейные элементы центровки l_c и редукции l_z измеряют на центровочном листе до миллиметров от точки C до J и от C до V

Угловые элементы центровки θ_c и редукции θ_z строят при проекции оси прибора J и визирной цели V; измеряют их транспортиром до долей градуса по ходу часовой стрелки от направления на проекцию центра данного пункта до направлений, прочерченных на два других пункта. Угол между направлениями на пункты, полученный как разность графически измеренных

направлений, не должен отличаться от угла, измеренного на пункте прибором, более чем на 2^{0} при $l < 10$ см, на 1^{0} при $10 \leqslant l \leqslant 20$ см и на $0{,}5^{0}$ при $l > 20$ см.

При линейных измерениях элементы центрировки дальномеров и редукций отражателей определяют так же, как и при угловых наблюдениях, но на центрировочных листах обязательно прочерчивают линии на все пункты, до которых измерялись расстояния.

Поправкой в измеряемое расстояние за внецентренность дальномера и отражателя является проекция отрезка между центром пункта и центром прибора на соответствующие направления. Поправки за центрировку и редукцию в измеренные линии получают непосредственно с листа определения.

ГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ

(центрировочный лист)

Триангуляция I разряда
на пункте № I
на чертеже: 89°00′

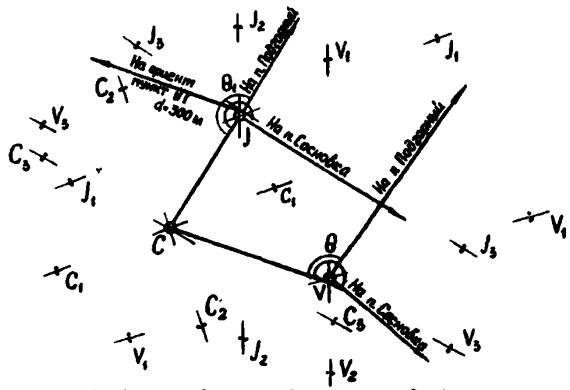
Лист № I
"I7" апреля I987 г.
из наблюдений: 89° 03
Контрольный угол:
Подгорный – № I – Сосновка

Элементы центрировки
ℓ_1 = 0,034 м
θ_1 = I66°00′ на пункт Подгорный
θ_1 = 255°00′ на пункт Сосновка

Элементы редукции
ℓ = 0,47 м
θ = II2° 00′ для пункта Подгорный
θ = 20I° 00′ для пункта Сосновка

Начальное направление на пункт Подгорный
Направление на ориентирные пункты:

	На чертеже	Из наблюдений
пункт Подгорный	0°00′	0°00′
пункт Сосновка	89°00′	89°03′
ориентирный пункт № I	264°00′	264°30′



$$\theta_{ср} = \frac{I66^\circ00' + (255^\circ00' - 89^\circ03')}{2} = I65^\circ58'$$

$$\theta_{ср} = \frac{II2^\circ00' + (20I^\circ00' - 89^\circ03')}{2} = III^\circ58'$$

Определение производил _____ Проверил _____

ГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ ПРИ ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

(центрировочный лист)

Полигонометрия 4 класса — Лист № I

на пункте Северный, шир. — "I8" апреля I985 г.

на чертеже: I5I°00′ — из наблюдений: I5°I7′

Контрольный угол:

Бугор –

Северный – Горный

Элементы центрировки

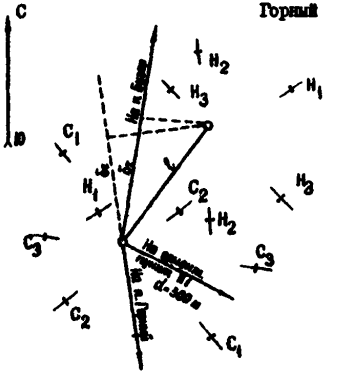
δ_c – на пункт

δ_c – на пункт

Элементы редукции

δ_r = +0,037 м для пункта Бугор

δ_r = –0,03I м для пункта Горный



Определение производил _____ Проверил _____

Подлежит постоянному хранению

Приложение 8
Обязательное

А К Т

о сдаче геодезических пунктов для наблюдения за сохранностью

"__" _____ 19__ г. _____
(наименование населенного пункта,

_____
почтовый адрес)

Я, нижеподписавшийся _____
(фамилия, имя и отчество сдавшего,

_____
должность, наименование учреждения, почтовый адрес)

_____

на основании постановления Совета Министров СССР от 17.03.83 "Об охране геодезических пунктов" СДАЛ и я, нижеподписавшийся _____
(фамилия, имя и отчество принявшего,

_____
наименование учреждения)

_____

ПРИНЯЛ для наблюдения за сохранностью геодезические пункты, расположенные на территории _____
(наименование административного

_____
или местного органа)

в количестве _____ пунктов согласно списку, помещенному на обороте акта.

Акт составлен в двух экземплярах.

Первый экземпляр акта вручен _____
(фамилия, имя и отчество

_____
сдавшего)

для передачи в территориальную инспекцию Госгеонадзора.

Второй экземпляр акта хранится _____
(наименование учреждения,

_____
принявшего пункты)

Администрация _____
(наименование учреждения, принявшего пункты)
обязуется в случае повреждения или уничтожения геодезических пунктов немедленно составить акт о случившемся факте, один экземпляр которого выслать в _____
(наименование территориальной
_____ территориальную инспекцию Госгеонадзора
инспекции)
по адресу _____
(почтовый адрес территориальной инспекции Госгеонадзора)

_____

При умышленном повреждении или уничтожении геодезических пунктов (центров или наружных знаков) административные органы привлекают виновных лиц к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Оборотная сторона акта о сдаче
геодезических пунктов для
наблюдения за сохранностью

С П И С О К

геодезических пунктов, принятых для наблюдения
за сохранностью

№ п/п	Тип и высота знака	Номер или название пункта, класс сети, тип центра и номер марки, ориентирные пункты	Описание местоположения пункта, азимут и расстояние до ориентирных пунктов

СДАЛ _____
(подпись)

ПРИНЯЛ _____
(подпись)

МП

Приложение 9

Рекомендуемое

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОТДЕЛЬНЫХ ТОЧЕК

9.1. Способ полярных координат

При этом способе прямоугольные координаты точки P (рис. 9.1) находятся путем определения дирекционного угла α_{AP} направления с исходного пункта А на точку Р и расстояние S к ней. Для определения значения дирекционного угла α_{AP} измеряют не менее двух примычных углов. Если расстояние S нельзя измерять непосредственно, то его получают косвенным путем, используя вспомогательные построения.

Углы измеряют одним приемом, а расстояние - дважды.

Координаты точки P вычисляют по формулам

$$X_P = X_A + S\cos\alpha_{AP}\ ,$$
$$Y_P = Y_A + S\sin\alpha_{AP}\ . \qquad (9.1)$$

Для контроля правильности измерений и вычислений необходимо на определяемой точке измерить направления на исходные пункты или расстояние между определяемыми точками.

Среднюю квадратическую погрешность планового положения точки P вычисляют по формуле

$$m_P = \sqrt{m_S^2 + S^2 m_\beta/\rho^2}\ , \qquad (9.2)$$

где m_S - средняя квадратическая погрешность измерения линии;

m_β - средняя квадратическая погрешность измерения примычных углов.

9.2. Способ замкнутого треугольника

В этом способе координаты точки P (рис. 9.2) находят путем измерения всех углов треугольника АВР, двумя вершинами которого являются пункты геодезической сети (точки А, В), а третьей - определяемая точка Р. Угловая невязка в треугольнике не должна превышать $1{,}5'$. Она распределяется поровну во все углы

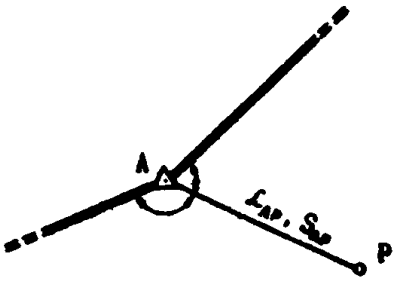


Рис. 9.1

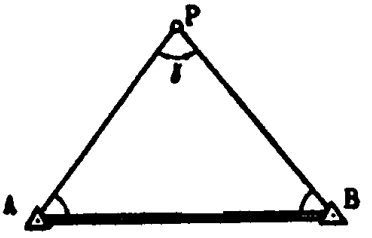


Рис. 9.2

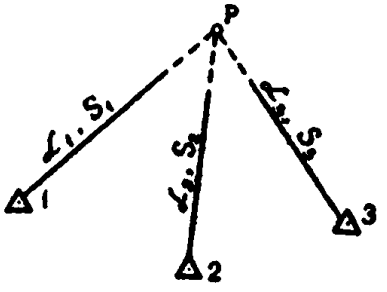


Рис. 9.3

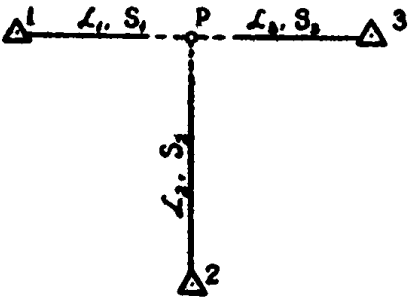


Рис. 9.4

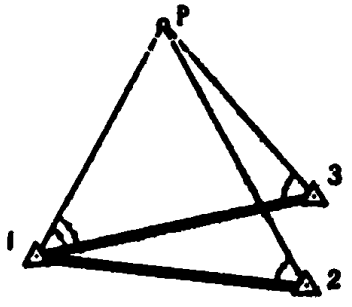


Рис. 9.5

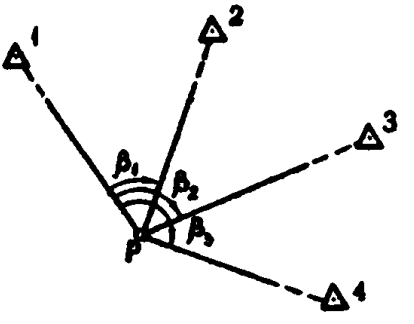


Рис. 9.6

треугольника. Координаты определяемой точки в способе замкнутого треугольника можно вычислить по формулам (9.I), предварительно решив треугольник, или по формулам Юнга

$$X_p = \frac{(X_B - X_A)ctgA + Y_B - Y_A}{ctgA + ctgB}\ ;$$
$$Y_p = \frac{(Y_B - Y_A)ctgA + X_A - X_B}{ctgA + ctgB}\ . \qquad (9.3)$$

Средние квадратические погрешности планового положения точек при определении их способом замкнутого треугольника вычисляют по формуле Красовского

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho \sin\gamma}\sqrt{(S_{AP}^2 + S_{BP}^2 + S_{AB}^2)/3} \qquad (9.4)$$

или по формуле

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho \sin^2\gamma}\sqrt{(\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2)(\sin^2 A + \sin^2 B + \sin^2\gamma)/3} \qquad (9.5)$$

9.3. Прямая угловая засечка

Координаты точки прямой засечкой определяют не менее чем из трех исходных пунктов. Допускается засечка с двух пунктов при обязательном контрольном промере расстояния между определяемой точкой и точкой, определенной относительно других исходных пунктов. Угол между направлениями засечки должен быть не менее 20^0 и не более 160^0. Вычисление координат выполняют по формулам (9.3), если измерены углы между направлением на смежный исходный пункт и направлением засечки (углы A и B на рис. 9.2). Среднюю квадратическую ошибку положения пункта в таком случае удобно вычислить по формуле

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho \sin^2\gamma}\sqrt{(\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2)(\sin^2 A + \sin^2 B)} \qquad (9.6)$$

Если по измерениям определены дирекционные углы засечек (рис. 9.3), то координаты вычисляют по формулам Гаусса

$$\Delta X_{1P} = \frac{(X_2 - X_1)tg\alpha_2 + Y_1 - Y_2}{tg\alpha_2 - tg\alpha_1}$$
$$X_P = X_1 + \Delta X_{1P}; \quad Y_P = Y_1 + \Delta X_{1P} tg\alpha_1 \qquad (9.7)$$

Среднюю квадратическую погрешность положения пункта вычисляют по формуле

$$m_P = \frac{m_\beta}{\rho \sin(\alpha_1 - \alpha_2)}\sqrt{S_1^2 + S_2^2} \qquad (9.8)$$

При наблюдении точки из n пунктов количество возможных вариантов засечки равно

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

Из всех возможных вариантов засечки для вычисления выбирают два, имеющих наименьшую среднюю квадратическую погрешность положения пункта, вычисленную по формуле (9.6) или (9.8).

Координаты вычисляют как средние весовые, учитывая, что вес есть величина, обратно пропорциональная квадрату средней квадратической погрешности положения пункта:

$$X_P = \frac{X'P_1 + X''P_2}{P_1 + P_2}$$
$$Y_P = \frac{Y'P_1 + Y''P_2}{P_1 + P_2} \qquad (9.9)$$

где $P_1 = \frac{1}{m_1^2}$; $P_2 = \frac{1}{m_2^2}$; m_1 и m_2 и погрешность положения пункта для первого и второго вариантов засечки: X', Y' и X'', Y'' - координаты точки, вычисленные для первого и второго вариантов засечки.

Среднюю квадратическую погрешность определения положения точки из двух вариантов засечки вычисляют по формуле

$$m_p = \frac{1}{2}\sqrt{m_1^2 + m_2^2} \qquad (9.10)$$

О допустимости расхождения в значении координат, полученных по двум вариантам, судят из соотношения

$$\delta \leq 2\sqrt{m_1^2 + m_2^2} \qquad (9.11)$$

где $$\delta = \sqrt{(x' - x'')^2 + (y' - y'')^2}$$

Следует отметить, что в засечках из трех пунктов при разности азимутов направлений, близких к 0 или 180^0 (рис. 9.4 и 9.5), грубые ошибки, связанные с ошибкой определения направления, входящего в оба варианта засечки, или с неправильной выпиской координат пункта (на рис. 9.4 направление 2-Р и пункт 2) при вычислениях по формулам Гаусса не обнаруживаются, так как расхождение в координатах по двум вариантам будет соответствовать соотношению (9.11). В таких случаях направление, входящее в оба варианта засечки, нужно определять не менее чем по двум исходным сторонам. Для контроля координат исходного пункта азимуты этих сторон нужно вычислить из решения обратных задач. Разность между двумя определениями дирекционного угла направления не должна превышать двойной точности измерения углов.

Желательно измерять такие углы, чтобы была возможность дважды решить засечку по формулам Юнга (рис. 9.5).

9.4. Обратная угловая засечка (задача Потенота)

Обратная угловая засечка производится не менее чем по четырем исходным пунктам. Четвертым пунктом может служить точка с определенными ранее координатами. Допускается сочетание обратной засечки по трем исходным пунктам с измерением истинного азимута.

Для решения обратной засечки вычисляют дирекционный угол по формуле (рис. 9.6)

$$\alpha_1 = arcctg\left(\frac{(Y_2-Y_1)ctg\beta_1+(Y_1-Y_3)ctg\beta_2+X_3-X_2}{(X_2-X_1)ctg\beta_1+(X_1-X_2)ctg\beta_2+Y_2-Y_3}\right). \quad (9.12)$$

Затем вычисляют дирекционный угол второго направления

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta_1 \quad (9.13)$$

Полученные дирекционные углы α_1 и α_2 могут отличаться от действительных на 180^0, однако это не препятствует дальнейшим вычислениям. Координаты определяемой точки получаем по формулам Гаусса (9.7).

Среднюю квадратическую погрешность определения положения точки Р вычисляют по формуле

$$m_P = \frac{m_\beta S_2}{\rho \sin(\varphi+\beta_2)}\sqrt{\left(\frac{S_1}{S_{12}}\right)^2+\left(\frac{S_3}{S_{23}}\right)^2}. \quad (9.14)$$

где m_β - средняя квадратическая погрешность измерения угла;
S_1, S_2 и S_3 - расстояния от определяемой точки до исходных;
S_{12} и S_{23} - расстояния между исходными пунктами 1-2 и 2-3;
φ - угол в среднем пункте между исходными сторонами;
β - угол на определяемой точке между направлениями на пункты 1 и 3.

Как видно из формулы (9.14), по мере приближения к 180^0 суммы углов ($\varphi+\beta_2$) между направлениями на крайние исходные пункты с определяемой точки и среднего исходного пункта погрешность положения пункта неограниченно возрастает. При равенстве суммы 180^0 засечка не имеет решения (определяемая точка и исходные пункты лежат на одной окружности). Уход от "опасной окружности" на 10 % радиуса уже обеспечивает уверенное определение точки.

При наблюдении из исходной точки n исходных пунктов число возможных вариантов решения засечки равно

$$\frac{n(n-1)(n-2)}{6}$$

Из всех возможных вариантов засечки для вычисления выбирают два, для которых погрешность положения, вычисленная по формуле (9.14), наименьшая.

Ожидаемую погрешность положения для каждого из возможных вариантов определяют заранее. Величины, входящие в формулу (9.14), можно получить графически с масштабной схемы (точка наносится на схему по способу Болотова), а погрешность измерения углов задается.

Окончательные координаты точки определяются как средневесовые по формулам (9.9).

Среднюю квадратическую погрешность положения пункта и допустимую линейную невязку вычисляют по формулам (9.10) и (9.11).

9.5. Взаимная обратная угловая засечка пары точек

Существует три варианта обратной засечки пары точек: по четырем исходным пунктам, по трем исходным пунктам, по двум исходным пунктам (задача Ганзена).

Решение обратной засечки пары точек сводится к определению дирекционного угла α_0 линии соединяющей определяемые точки и преобразованию обратной угловой засечки в прямую азимутальную. Для засечки по четырем исходным пунктам (рис. 9.7)

$$\alpha_0 = arcctg\left(\frac{\Delta y_{24} - \dfrac{\Delta y_{12}\,ctg\beta_1 - \Delta x_{12}}{ctg\beta_2 - ctg\beta_1} + \dfrac{\Delta y_{34}\,ctg\beta_3 - \Delta x_{34}}{ctg\beta_4 - ctg\beta_3}}{\Delta x_{24} - \dfrac{\Delta x_{12}\,ctg\beta_1 + \Delta y_{12}}{ctg\beta_2 - ctg\beta_1} + \dfrac{\Delta x_{34}\,ctg\beta_3 + \Delta y_{34}}{ctg\beta_4 - ctg\beta_3}}\right) \qquad (9.15)$$

Формула (9.15) используется и при решении засечки по трем исходным пунктам (рис. 9.8), при этом за координаты пункта 3 принимаются координаты пункта 2.

Для задачи Ганзена (рис. 9.9) формула (9.15) примет вид

$$\alpha_0 = arcctg\left(\frac{\dfrac{\Delta y_{12}\,ctg\beta_3 - \Delta x_{12}}{ctg\beta_4 - ctg\beta_3} - \dfrac{\Delta y_{12}\,ctg\beta_1 - \Delta x_{12}}{ctg\beta_2 - ctg\beta_1}}{\dfrac{\Delta x_{12}\,ctg\beta_3 + \Delta y_{12}}{ctg\beta_4 - ctg\beta_3} - \dfrac{\Delta x_{12}\,ctg\beta_1 + \Delta y_{12}}{ctg\beta_2 - ctg\beta_1}}\right) \qquad (9.16)$$

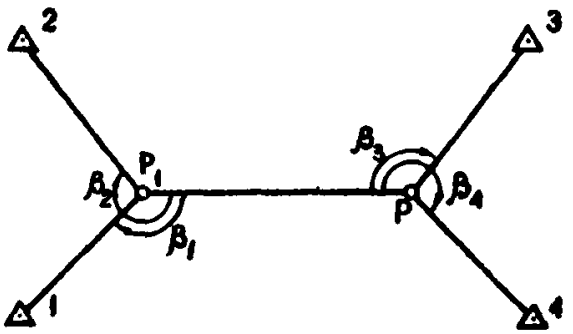


Рис. 9.7

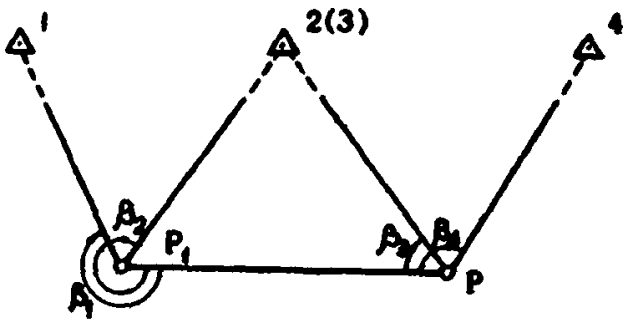


Рис. 9.8

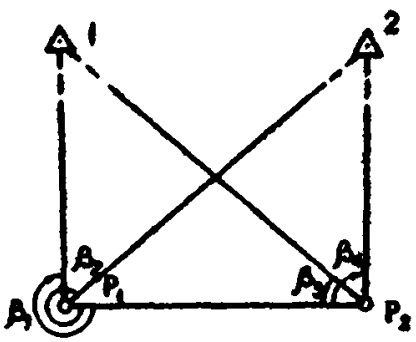


Рис. 9.9

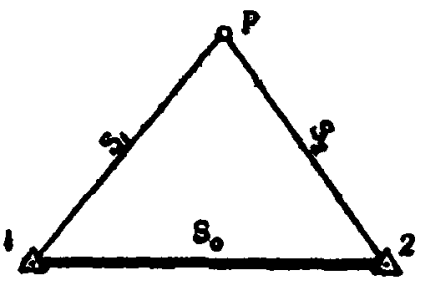


Рис. 9.10

Дирекционные углы направлений от исходных пунктов к определяемым вычисляются по формуле

$$\alpha_i = \alpha_0 + \beta_i, \quad i = 1, 2, 3, 4 \qquad (9.17)$$

Далее по формулам (9.7) вычисляют координаты определяемых пунктов.

Для обеспечения высокой точности определения искомых точек необходимо следить, чтобы углы между направлениями засечки были не менее 20^0 и не более 160^0.

Для контроля координат определяемых точек необходимо измерить линию между определяемыми точками или между определяемой точкой и одним из исходных пунктов.

9.6. Линейная засечка

Координаты точки, определенные линейной засечкой (рис. 9.10), вычисляют по формулам

$$X_p = X_2 + (X_1 - X_2)K_1 - (Y_1 - Y_2)K_2 ;$$
$$Y_p = Y_2 + (Y_1 - Y_2)K_1 - (X_1 - X_2)K_2 , \qquad (9.18)$$

где $K_1 = 0.5(1 + S_2^2/S_0^2 - S_1^2/S_0^2)$; $K_2 = \sqrt{S_2^2/S_0^2 - K_1^2}$; S_1, S_2 – измеренные расстояния; S_0 — расстояние между исходными пунктами.

Среднюю квадратическую погрешность положения точки, определенной линейной засечкой, вычисляют по формуле

$$m_p = \sqrt{\frac{m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2}{\sin^2\gamma}} \qquad (9.19)$$

где m_{S_1}, m_{S_2} -погрешности измерения линий; γ - угол при определяемой точке.

Линейную засечку выполняют не менее чем от трех пунктов: за окончательные координаты принимают средние весовые (9.9) из двух выбранных для вычисления вариантов засечки.

10.1. СРЕДНЯЯ КВАДРАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУНКТОВ ПРЯМЫМИ ЗАСЕЧКАМИ (при b = 1 км, m_β = 1″), мм

Меньший угол при исходной стороне, градусы	Угол при определяемом пункте, градусы																
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	110	120	140	150
5	44	26	18	14	11	10	8	7	7	6	5	5	5	5	5	7	8
10	62	33	22	16	13	11	9	8	7	6	5	5	5	4	5	6	7
15	80	41	26	19	15	12	10	9	8	6	6	6	5	4	5	6	7
20	98	48	30	21	16	13	11	9	8	7	6	5	5	4	5	6	-
25	115	56	34	24	18	14	12	10	9	7	6	5	5	4	5	-	-
30	131	63	38	26	19	15	12	11	9	7	6	5	5	4	5	-	-
35	147	69	41	28	21	16	13	11	9	7	6	5	5	4	-	-	-
40	161	75	45	30	22	17	14	12	10	8	6	5	5	-	-	-	-
45	174	81	48	32	23	18	14	12	10	8	6	5	-	-	-	-	-
50	186	86	50	33	24	19	15	12	10	8	6	5	-	-	-	-	-
55	197	90	52	35	25	19	15	12	10	8	6	-	-	-	-	-	-
60	206	94	54	36	26	19	15	13	11	8	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы I0.I

Меньший угол при исходной стороне, градусы	Угол при определяемом пункте, градусы																	
	I0	I5	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	I00	II0	I20	I40	I50	
65	214	97	56	37	26	20	I6	I3	II	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	219	99	57	37	26	20	I6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
75	223	I0I	58	37	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
80	226	I0I	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
85	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Пример. Расстояние между исходными пунктами b = 5 км, B = I00°, меньший угол при исходной стороне 20°, m_β = 3", m_p = 5 x 5 x 3 = 75 мм.

10.2. СРЕДНИЕ КВАДРАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПУНКТА, ОПРЕДЕЛЕННОГО СПОСОБОМ ЗАМКНУТОГО ТРЕУГОЛЬНИКА (при b = 1 км, m_β = 1″), мм

Меньший угол при исходной стороне, градусы	Угол при определяемом пункте, градусы														
	10	15	20	25	30	35	40	50	70	90	110	130	150	160
5	30	18	13	10	9	7	7	5	4	4	4	5	7	10
10	39	22	15	12	9	8	7	6	4	4	4	5	7	10
15	49	26	17	13	10	8	7	6	4	4	4	5	7	-
20	59	30	19	14	11	9	8	6	4	4	4	5	-	-
25	68	34	21	15	12	10	8	6	5	4	4	5	-	-
30	77	38	23	16	13	10	8	6	5	4	4	-	-	-
35	86	41	25	18	13	11	9	7	5	4	4	-	-	-
40	94	45	27	19	14	11	9	7	5	4	-	-	-	-
45	102	48	29	20	15	11	9	7	5	4	-	-	-	-
50	109	51	30	20	15	12	10	7	5	-	-	-	-	-
55	115	53	31	21	15	12	10	7	5	-	-	-	-	-
60	120	55	32	22	16	12	10	7	-	-	-	-	-	-
65	124	57	33	22	16	12	10	7	-	-	-	-	-	-
70	128	58	34	22	16	12	10	-	-	-	-	-	-	-
75	130	59	34	23	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	132	59	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Пример. Вычислить значение m_ρ, если b = 8 км, B = 30°, A = 35°, m_β = 5″.

$m_\rho = \pm 13 \times 8 \times 5 = 52$ мм

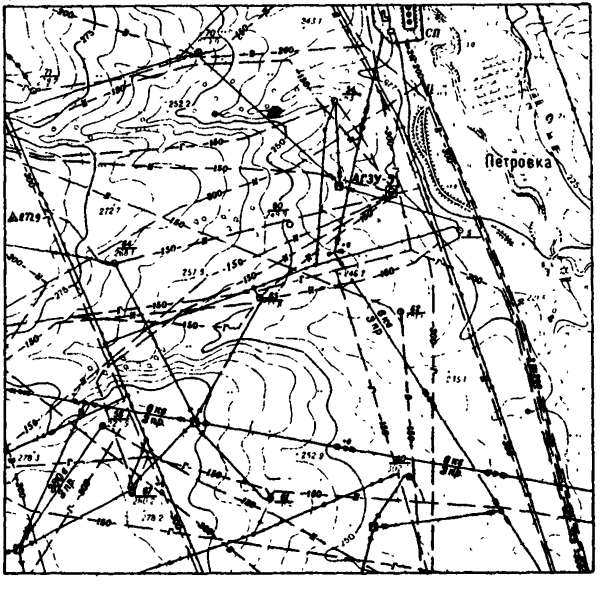
Приложение II

Справочное

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ПЛАН НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Масштаб 1 10 000

Фрагмент

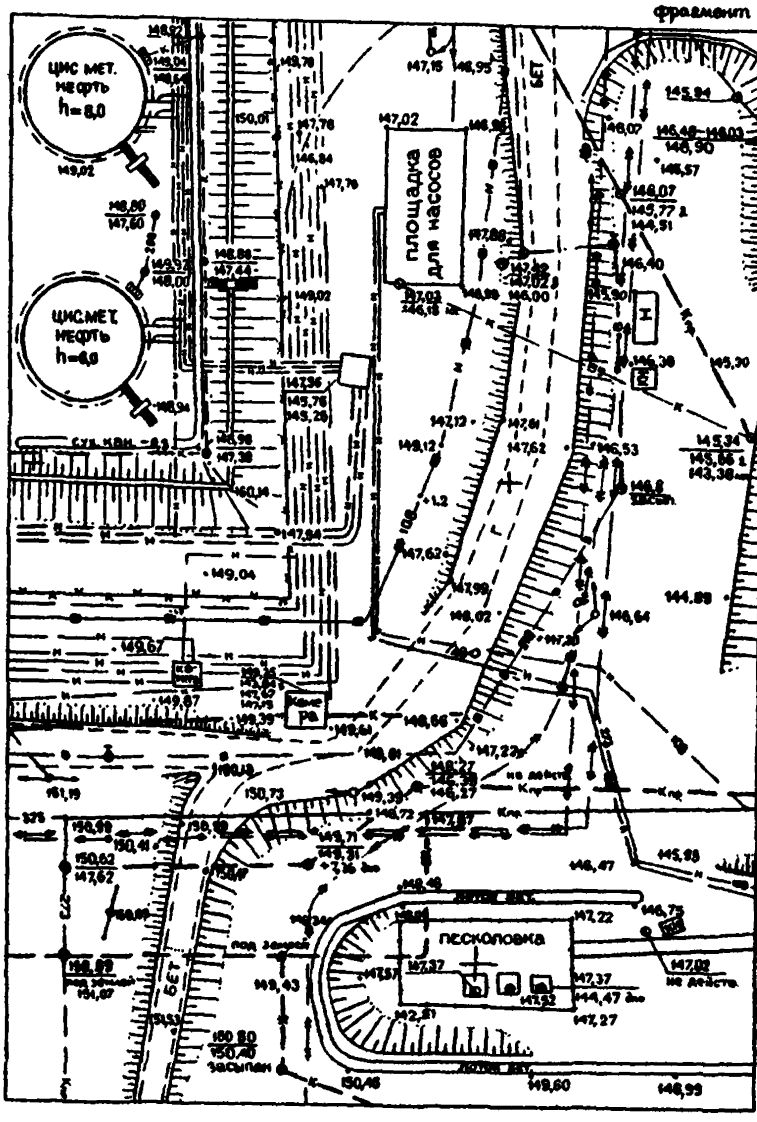


Приложение II

Справочное

ПЛАН ПРОМПЛОЩАДКИ

масштаб 1:500



Приложение 12

Справочное

ДЕШИФРИРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Наименование объектов и сооружений	Дешифрировочные признаки	Примечание
I. Нефтесборные пункты и товарные парки	Распознаются по комплексу строений и сооружений, в который входят нефтяные резервуары, технологические установки первичной обработки нефти, парокотельная, насосная и другие производственные здания. Все объекты размещаются на площадках сборных пунктов с соблюдением противопожарных разрывов между ними	Размещаются, 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, вычерчиваются строго по основаниям

Продолжение приложения 12

Наименование объектов и сооружений	Дешифрировочные признаки	Примечание
д) наземные стальные или железобетонные резервуары	Изображаются на аэроснимках в виде цилиндров с падающими полуовальными тенями	Вычерчиваются по нижнему основанию в масштабе снимка
е) полуподземные и подземные железобетонные нефтехранилища	Распознаются по изображениям насыпей над резервуарами	Вычерчиваются 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	Вычерчиваются в соответствии с их размерами и очертаниями
з) нефтяные насосные станции	Распознаются по одному из ближайших к резервуарам зданию и по высоковольтной подводке	Располагаются 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 обособленному комплексу производственных строений: по сепараторной и одоризационной установкам	Располагаются вблизи нефтесборных пунктов и нефтехранилищ

Продолжение приложения 12

Наименование объектов и сооружений	Дешифрировочные признаки	Примечание
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	Располагаются у источников водоснабжения
6. Водонапорные регулирующие резервуары	Распознаются по фотоизображениям наземных резервуаров или по насыпям над подземными резервуарами	Располагаются на наиболее возвышенных местах
7. Водохранилища	Выделяются большими размерами и наличием насосных станций	
8. Электростанции	Распознаются по производственным зданиям характерного вида, трансформаторным подстанциям, градирням, водоемам и радиально исходящим линиям электропередачи	

Продолжение приложения 12

Наименование объектов и сооружений	Дешифровочные признаки	Примечание
9. Трансформаторы на столбах	Распознаются по падающим от них теням	
10. Воздушные линии высокого напряжения	Распознаются по фотоизображениям и теням от ферм и столбов, линейно расположенным относительно друг друга. Поворотные 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
а) скважины, находящиеся в бурении	Распознаются по буровым вышкам и привычным 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 от устьевой фонтанной арматуры и ее обвязки	Устье скважины НАКАЛЫВАЮТ под головкой мачты

Продолжение приложения 12

Наименование объектов и сооружений	Дешифрировочные признаки	Примечание
г) глубинно-насосные скважины	Распознаются по изображениям и теням от станков-качалок	Устье скважины расположено под головкой балансира-качалки
д) ликвидированные скважины	Распознаются по следам буровых работ, оставшейся на местности арматуре, бетонным фундаментам буровых вышек, провальным воронкам	На нерекультивированных землях
е) провальные воронки	Распознают по изображениям провалов с резко очерченными обрывистыми берегами, заполненными водой и нефтью	Устье скважины находят по пересечению диагоналей четырехугольника, образованного бетонными тумбами 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 пересечении их трубопроводами, по ряду ландшафтных признаков: ранней всхожести, проталинам при первых заморозках и др.	

Продолжение приложения I2

Наименование объектов и сооружений	Дешифрировочные признаки	Примечание
I3. Трубопроводы, уложенные на поверхности	Изображаются на снимках в виде слабоискривленных темных или светлых линий различной толщины	
I4. Свежезасыпанные траншеи	Распознаются по светлым линиям и ребристой дорожке, оставленной бульдозером после засыпки	
I5. Подземные кабельные прокладки	При полевом дешифрировании необходимо ориентироваться на "сторожки", установленные на трассе кабельных прокладок	

Приложение I3

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЕКТОРА УТП-2 ДЛЯ РАБОТЫ С МАТЕРИАЛАМИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АЭРОФОТОСЪЕМОК

Проектор УТП-2 предназначен для оптического проектирования аэроснимка и различных картографических материалов на оригиналы составляемых или обновляемых топографических и маркшейдерских планов. УТП-2 является наиболее универсальным, простым и доступным для маркшейдерской службы нефтегазодобывающего предприятия прибором. Работает как на просвет, так и на отражение, что очень удобно для перенесения топографической информации на геологические материалы.

Техническая характеристика

Увеличение	4^x
Уменьшение	4^x
Рабочий размер экрана, мм	620 x 550
Габариты, мм	I860 x 720 x I530
Масса, кг	230

На проекторе могут обрабатываться аэроснимки с любыми фокусными расстояниями.

Маркшейдерской службой нефтегазодобывающего предприятия с помощью проектора УТП-2 могут выполняться следующие виды работ:

трансформирование аэроснимков нефтяных месторождений;

производство сводок по рамкам трапеций;

перенесение местоположения проектных скважин со структурных карт на аэроснимок с целью камеральной рекогносцировки участка работ;

выбор площадки под буровую;

обновление и пополнение маркшейдерских планов.

Приложение 14

Обязательное

Кому _____

(Ф.И.О.)

РАСПОРЯЖЕНИЕ №

на перенесение проектного положения устьев скважин в натуру

"___"_____ 198 __г.

Предлагаю перенести в натуру проектное положение устья скважины

_____

(назначение скважин, наименование площади)

согласно указанным координатам

Номер скважины	Проектные координаты скважины		Примечание
	X	У	

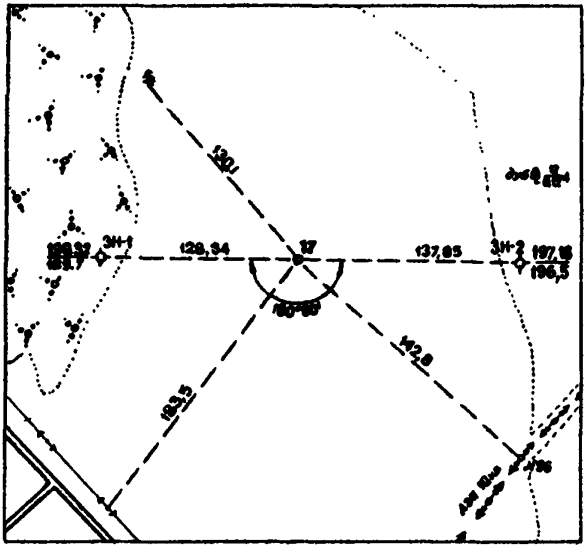
Местоположение вынесенных устьев скважин необходимо закрепить на местности и сдать по акту подрядчику. Выкопировка с плана расположения проектного положения устьев скважин прилагается.

Должность, Ф.И.О. выдавшего задание /подпись/

Приложение 15

Справочное

АБРИС ПРИВЯЗКИ УСТЬЯ СКВАЖИНЫ



Составил _____

"___"_____19___г.

Приложение 16

Обязательное

А К Т

о сдаче местоположения устья _____
(назначение: опорная, разведочная и т.п.)
скважины № _____ на _____ площади (месторождении)

Мы, нижеподписавшиеся, представитель _____
(наименование
_____
организации-заказчика, должность сдающего)
и представитель _____
(наименование организации-подрядчика, должность
_____ составили настоящий акт
принимающего)
в том, что первый СДАЛ, а второй ПРИНЯЛ на местности перенесенное и закрепленное _____ устье скважины № _____
(чем закреплено)
Устье скважины перенесено в натуру _____
(способ перенесения
_____, местоположение устья _____
скважины) (соответствует или
_____
не соответствует проекту, в случае изменения проектного
_____
положения дать ссылку на документ, разрешающий это изменение)
Акт составлен "___"_____ 19___г. в двух экземплярах, один из которых передан _____
(наименование организации, принявшей
_____
скважину),
_____
а второй хранится в
_____
(организация, сдавшая скважину)

Абрис местоположения скважины дан на обороте.

Местоположение скважины № ____:

Сдал _____ /_____/
(подпись) Ф.И.О.

Принял _____ /_____/
(подпись) Ф.И.О.

Приложение 17

Рекомендуемое

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 1:1 000 с составлением плана в масштабе 1:500, сечение рельефа 0,5 м. Произвести съемку подземных и наземных 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 оборудования, определения объема земляных работ и др.

2.2. Выполнить топографическую съемку площадки в масштабе 1:5 000 в радиусе 0,8 км от устья скважины для проектирования и строительства подъездных дорог, водоводов и др. коммуникаций.

Размеры и местоположение участков согласовать с главными маркшейдерами НГДУ. Местоположение устьев скважин передается институту маркшейдерской службой НГДУ по акту.

2.3. Для обеспечения выноса проекта в натуру на площадках произвести закладку планово-высотных знаков (грунтовые реперы) в местах, обеспечивающих их длительную сохранность.

2.4. Правильность нанесения подземных коммуникаций засвидетельствовать подписью главного маркшейдера НГДУ.

2.5. Топографо-геодезические работы выполнить в местной системе координат и Балтийской системе высот.

2.6. Топографо-геодезические работы выполнить в соответствии с инструкциями СН-212-73, СНиП П-9-78.

2.7. Материалы изысканий систематизировать в техническом отчете.

Передаче заказчику подлежат следующие материалы:

каталог координат и высот знаков и геологических выработок;

схема планово-высотного обоснования;

абрисы и эскизы грунтовых и стенных реперов;

светокопии планов масштаба I:500 и I:5 000;

акты сдачи главному маркшейдеру (НГДУ) уст новленных на площадках геодезических знаков.

3. Инженерно-геологические работы

Ппроизвести 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 I,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 комплекса определений физических свойств грунтов;

сводную таблицу результатов лабораторных исследований грунтов;

результаты химического анализа грунтовых вод.

5. Гидрологические и метеорологические работы

Гидрологические изыскания произвести на площадках, где это диктуется условиями местности, и определить:

максимальные весенний и осенний расходы воды в $м^3/с$ в периоды паводков, дата и продолжительность их;

среднюю и максимальную скорость течения водотоков в м/с;

среднюю глубину и ширину водотока на участке, прилегающем к площадке скважины.

Произвести расчеты горизонтов воды различной обеспеченности (ГВВ - I %, ГВВ - I0 %).

В результате выполненных изысканий представить:

краткие гидрологические характеристики прилегающих к площадкам водотоков;

климатические характеристики районов работ с отражением факторов: 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.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СОЗДАНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПЛАНОВ ПЛОЩАДОК ПОД БУРОВЫЕ МАСШТАБА I:I 000, I:500 ПО МАТЕРИАЛАМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Виды работ	Краткая характеристика выполняемых работ	Рекомендуемые приборы	Используемые материалы
Сбор исходных данных	Сбор всех имеющихся картографических аэрофотосъемочных и др. материалов		Карты различных масштабов, аэрофотосъемочные материалы, описания схемы и т.д.
Камеральная рекогносцировка участка предстоящих работ	Выбор площадок под буровые, подъездных путей и т.д.		Контактная печать с негативов аэрофильма
Маркировка опознаков	При проведении работ на слабоконтурной местности (сплошные лесные, пустынные и др.) опознаки необходимо маркировать		
Аэрофотосъемка	Аэрофотосъемка выполняется в весенне-осенний период (до появлений листвы или после ее опадания и уборки с.-х. культур) силами специализированного авиаотряда. Масштаб съемки I:3 500-I:5 000	АФА-ТЭС-I0 М = I00 мм	

Продолжение приложения I8

Виды работ	Краткая характеристика выполненных работ	Рекомендуемые приборы	Используемые материалы
Дешифрирование	Полевое топографическое и специальное дешифрирование выполняется в случае неуверенного опознавания объектов на снимках. Камеральное дешифрирование выполняют до производства полевых фотограмметрических работ	Стереоскопы СЗС и СП2, интерпретоскоп	Эталоны дешифрирования (снимки-эталоны), технологические схемы работы нефтепромысла, материалы проектирования опознаваемых объектов и др.
Планово-высотная привязка аэроснимков	Плотность планово-высотной привязки (как камеральной, так и полевой) устанавливается в зависимости от масштабов имеющейся аэрофотосъемки, создаваемого плана, а также от используемых фотограмметрических приборов	Для камеральной привязки применяют фотограмметрические приборы, а для полевой - геодезические (см. приложение 2)	
Камеральные работы	Камеральные работы заключаются в планово-высотном фотограмметрическом сгущении сети, которое выполняется аналитическими методами, и составлении спецпланов площадок под буровые масштаба I:I 000, I:500.	Для фотограмметрического сгущения используют приборы (см. приложение 2).	

КАТАЛОГ КООРДИНАТ И ВЫСОТ УСТЬЕВ СКВАЖИН Система координат _____ Система высот _____

Номер скважины	Проектные координаты, м		Подписи заполнившего и проверившего выписку координат	Фактические координаты устья, м		Высота, м			Средняя квадратическая погрешность координат устья		Дата выполнения полевых работ и номер журнала полевых работ	Смещение забоя, м	Дирекционный угол смещения забоя, градусы	Подписи заполнившего и проверившего записи	Примечание
	устья	забоя		X	У	стола ротора	главного фланца	земли	в плане	по высоте					
	X IX	X I X		X	У										

Приложение 19
Обязательное

Приложение 20

Обязательное

Кому _____

(должность, фамилия, имя, отчество)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

на перенесение проектного положения куста устьев скважин на местность

"___"_____ 19___ г.

В срок до _____ 198___ г. обеспечьте подготовку данных для перенесения на местность куста устьев скважин _____

(назначение скважин, название месторождения, площади)

разбивку направления движения станка и ориентирных направлений для каждой скважины согласно данным, приведенным в таблице.

Номер скважины	Проектные координаты				Дирекционный угол, градусы		Примечание
	забоев		устьев		направления движения станка	смещения забоя	
	X	У	X	У			

Местоположение проектных устьев скважин необходимо вынести и закрепить после выноса на местность и закрепления куста в соответствии с утвержденной схемой. Выкопировка с плана расположения забоев и местоположения куста прилагается _____

(название плана, карты, масштаб)

Гл.геолог _____ _____

(подпись) (Ф.И.О.)

Приложение 21

Обязательное

А К Т

о сдаче местоположения куста устьев скважин, направления движения станка, направлений бурения (ориентирных направлений) по месторождению _____ куст № _____

Мы, нижеподписавшиеся, представитель _____
(наименование

_____
организации-заказчика, должность, Ф.И.О. сдающего)
и представитель _____
(наименование организации-подрядчика, должность
_____ составили настоящий акт в том,
Ф.И.О. принимающего)
что первый СДАЛ, а второй ПРИНЯЛ на местности перенесенные и закрепленные _____ направления движения станка,
(чем закреплено)
направления бурения (ориентирные направления) для скважин №№ ____
местоположения устьев скважин №№ _____

Акт составлен "____" _____ 19____г. в двух экземплярах, один из которых передан представителю _____
(наименование

_____
организации-подрядчика)

а второй хранится в _____
(наименование организации-заказчика)

Подписи: разбивку СДАЛ _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Разбивку ПРИНЯЛ _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Приложение 22

Обязательное

КАТАЛОГ

координат и высот точек маркирующих горизонтов по оси ствола скважины

Номер скважины	Номер куста скважин	Проекция смещения забоя		Название характерной точки	Индекс пласта	Координаты, м		Высота Н, м	Погрешности определения		Примечание
		дирекционный угол, градусы	расстояние, м			X	У		в плане	по высоте	

Приложение 23

Справочное

ВИДЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ КОНТРОЛЯ ПО СТАДИЯМ ПРОИЗВОДСТВА СТ СЭВ 4234-83

Вид контроля	Стадия производства	Объекты контроля	Метод контроля
1. Входной контроль	Строительные работы (при организации работ по каждому последующему этапу)	Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки, элементы строительных конструкций после завершения работ предыдущего этапа	Выборочный по количественному или альтернативному признаку, а при необходимости - сплошной
		Элементы сборных конструкций зданий и сооружений, поступающие на строительную площадку	Выборочный по количественному или альтернативному признаку, в отдельных случаях сплошной
		Монтажные машины, оборудование и оснастка	Сплошной или выборочный
2. Операционный контроль	Строительные работы (в процессе выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки и установочные ориентиры	Выборочный по количественному или альтернативному признаку или сплошной

Продолжение приложения 23

Вид контроля	Стадия производства	Объекты контроля	Метод контроля
		Элементы сборных конструкций в процессе установки и временного закрепления	Сплошной
		Оснастка, применяемая для установки элементов	Сплошной
3. Приемочный контроль	Строительные работы (после выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки и установочные ориентиры	Выборочный по количественному или альтернативному признаку
		Элементы сборных конструкций после постоянного закрепления, а также их сопряжения	Выборочный по альтернативному признаку, в отдельных случаях - сплошной

Приложение 24

Справочное

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Вычисление объемов земляных работ может выполняться по результатам нивелирования поверхности по квадратам, проводимого до начала производства земляных работ и по окончании их. Разность высот в вершинах квадратов определяет глубину выемки в каждой вершине. Тогда объем вынутого грунта $V_в$ определяется из формулы

$$V_в = 0.25c^2(\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4), \quad (24.1)$$

где c – размер стороны квадрата;

h_1, h_2, h_3, h_4 – глубина выемки в вершинах, принадлежащих соответственно одному, двум, трем и четырем квадратам.

Размер стороны квадратов принимается равным 10–20 м.

Если известна площадь участка, на котором производилась выемка грунта, то, вычислив по результатам каждой нивелировки среднюю отметку площади, а по ним – среднюю глубину выемки $h_{ср}$, объем получим из выражения

$$V_в = S h_{ср} \quad (24.2)$$

Применение этой формулы особенно удобно в том случае, когда определение объемов выполняется по материалам тахеометрической съемки. При съемке рейку устанавливают на всех характерных местах поверхности. Площадь измеряется планиметром дважды, окончательную принимают среднее ее значение.

На рис. 24.1 изображено четыре возможных варианта производства земляных работ в пределах одного квадрата. Формулы вычисления объемов насыпи $V_н$ и выемки $V_в$ для них (см. соответственно рис. 24.1, а, б, в, г) имеют вид

$$V_н = 0{,}25c^2(h_1 + h_2 + h_3 + h_4); \quad (24.3)$$

$$V_н = 0.125c^2(h_1+h_2)\left(\frac{h_1}{h_1-h_4}+\frac{h_2}{h_2-h_3}\right); \qquad (24.4)$$

$$V_в = 0.125c^2(h_3+h_4)\left(\frac{h_4}{h_4-h_1}+\frac{h_3}{h_3-h_2}\right);$$

$$V_н = 0.25c^2(h_1+h_2+h_3+h_4)-V_в ; \qquad (24.5)$$

$$V_в = 0.167c^2K_4h_4 ;$$

$$V_н = 0.167c^2\left(1.5(h_1+h_2+h_3+h_4)-K_2h_2-K_4h_4\right); \qquad (24.6)$$

$$V_в = 0.167c^2\left(K_2h_2+K_4h_4\right),$$

где K_2, K_4 – коэффициенты, определяемые по формулам

$$K_2 = \frac{h_2^2}{(h_2-h_1)(h_2-h_3)}; \quad K_4 = \frac{h_4^2}{(h_4-h_1)(h_4-h_3)}. \qquad (24.7)$$

Определение объемов грунта, находящегося в отвалах, выполняется с помощью их съемки. Способы съемки по существу аналогичны способам, применяемым в инженерной геодезии при крупномасштабной съемке, однако практические приемы их отличаются своеобразием в силу специфических особенностей снимаемого объекта. В зависимости от условий применяются тахеометрический, мензуальный и, реже стереофотограмметрический способы.

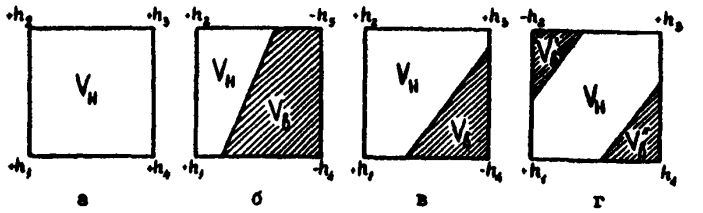


Рис. 24.I. Схема вычисления объема земляных работ при различных комбинациях знаков рабочих отметок: а - одинаковые; б - попарно разные; в - один отличный; г - диагонально симметричные

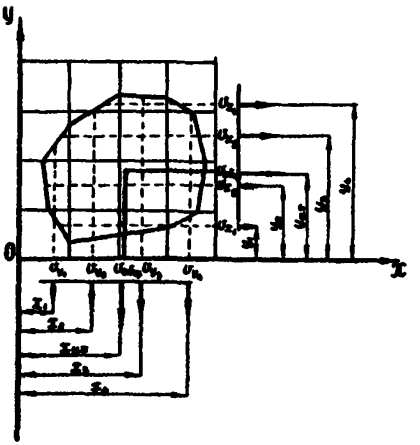


Рис. 25.I. Определение центров тяжести площадок аналитическим способом

Приложение 25

Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ РАССТОЯНИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ГРУНТА, СНЯТОГО С ПЛОЩАДКИ ПОД БУРОВУЮ

Среднее расстояние транспортировки плодородного слоя при бульдозерном способе разработки определяют по формуле

$$d_{ср} = \sqrt{(X_{ц.пл} - X_{ц.тот})^2 + (Y_{ц.пл} - Y_{ц.тот})^2} \qquad (25.1)$$

где - координаты центра тяжести отведенной площадки, с которой снимается плодородный слой, координаты центра тяжести отвалов плодородного слоя.

Определение центров тяжести площадки и отвалов выполняют либо визуально (при несложном очертании контуров и одинаковой толщине плодородного слоя внутри контура) либо аналитическим способом. При последнем оси прямоугольных координат совмещают со сторонами сетки квадратов (рис. 25.1).

Искомые координаты определяем по формулам

$$X_{ц.т} = \frac{\sum V_{X_i} X_i}{V_{общ}} \qquad (25.2)$$

$$Y_{ц.т} = \frac{\sum V_{X_i} Y_i}{V_{общ}} \qquad (25.3)$$

где $V_{общ}$ - общий объем снимаемого плодородного слоя;
X_i, Y_i - расстояния от начала координат до средней линии вертикальной и горизонтальной полос квадратов,
V_{X_i}, V_{Y_i} - объемы земляных работ соответственно в вертикальной и горизонтальной полосах квадратов.

Если же одну из сторон сетки квадратов совместить с центром тяжести отвала, то среднее расстояние транспортировки вычисляют по формуле

$$d_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (d_i \Sigma h_i)}{\sum_{i=1}^{n} (\Sigma h_i)},$$

(25.4)

где Σh_i - сумма толщин вынутого слоя для полосы квадратов с номером i; d_i — расстояние от середины полосы до центра тяжести отвала.

Если отвалы устраиваются в нескольких местах по периметру площадки, то общее расстояние определяют как сумму расстояний, вычисленных до центра каждого ствола.

Приложение 26

Справочное

ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ НА МОНТАЖ БУРОВОЙ ВЫШКИ

Вид оборудования	Наименование контрольных операций	Допустимое отклонение
Основания и фундаменты	Разность отметок плоскости фундамента под фундаментные балки и рамы	20 мм
	Отклонение от горизонтали оснований из металлоконструкции	I 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	
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	I0 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	I мм/м
	Перекос приводной цепи	2 мм/м

Продолжение приложения 26

Вид оборудования	Наименование контрольных операций	Допустимое отклонение
	Параллельное смещение приводной цепи	I мм
Ротор с индивидуальным электроприводом	Несоосность вала электродвигателя с трансмиссионным валом привода	торцевое и радиальное биение 0,8 мм
	Непараллельность плоскостей звездочек цепных передач	I мм/м
	Параллельное смещение звездочек цепных передач	2 мм
Насосы и дизельные агрегаты	Отклонение от горизонтали	I 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:	2 мм
	агрегатов дизельных блоков	2 мм
	насосов	5 мм
Дизель-генератор	Отклонение от горизонтали агрегата	0,5 мм/м
Компрессор	Отклонение от горизонтали компрессора	I мм/м

Продолжение приложения 26

Вид оборудования	Наименование контрольных операций	Допустимое отклонение
	Непараллельность осей трансмиссионного вала агрегата и контрпривода компрессора	I мм/м
Шахтное направление	Несоосность с ротором	I0 мм
	Отклонение от вертикали по всей длине	I0 мм
Желобная система	Уклон:	
	от устья скважины до очистных сооружений	I:30
	к блоку приготовления промывочной жидкости	I:30
	от очистных сооружений до приемочных емкостей	I:75

Приложение 27

Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОСИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

27.1. Формулы для вычисления координат оси ствола скважины

Рекомендуемые методы вычисления:

метод средних углов (метод средних прямоугольников)

$$X_n = X_0 + l_1 \sin\frac{\theta_0+\theta_1}{2}\cos\frac{\alpha_0+\alpha_1}{2} + \dots + l_n \sin\frac{\theta_{n-1}+\theta_n}{2}\cos\frac{\alpha_{n-1}+\alpha_n}{2};$$

$$Y_n = Y_0 + l_1 \sin\frac{\theta_0+\theta_1}{2}\cos\frac{\alpha_0+\alpha_1}{2} + \dots + l_n \sin\frac{\theta_{n-1}+\theta_n}{2}\cos\frac{\alpha_{n-1}+\alpha_n}{2};$$

$$H_n = H_0 - l_1\cos\frac{\theta_0+\theta_1}{2} - \dots - l_n\cos\frac{\theta_{n-1}+\theta_n}{2}$$

метод радиуса кривизны

$$X_n = X_0 + l_1\frac{(\cos\theta_1-\cos\theta_0)(\sin\alpha_1-\sin\alpha_0)}{(\theta_1-\theta_0)(\alpha_1-\alpha_0)} + \dots + l_n\frac{(\cos\theta_n-\cos\theta_{n-1})(\sin\alpha_n-\sin\alpha_{n-1})}{(\theta_n-\theta_{n-1})(\alpha_n-\alpha_{n-1})};$$

$$Y_n = Y_0 + l_1\frac{(\cos\theta_1-\cos\theta_0)(\cos\alpha_1-\cos\alpha_0)}{(\theta_1-\theta_0)(\alpha_1-\alpha_0)} + \dots + l_n\frac{(\cos\theta_n-\cos\theta_{n-1})(\cos\alpha_n-\cos\alpha_{n-1})}{(\theta_n-\theta_{n-1})(\alpha_n-\alpha_{n-1})};$$

$$H_n = H_0 - l_1\frac{\sin\theta_1-\sin\theta_0}{\theta_1-\theta_0} - \dots - l_n\frac{\sin\theta_n-\sin\theta_{n-1}}{\theta_n-\theta_{n-1}}$$

Не рекомендуется, а для наклонно-направленных скважин, запрещается применять для вычисления координат формулы тангенциального метода (метода правых и метода левых прямоугольников):

$$X_n = X_0 + l_1 \sin\theta_1 \cos\alpha_1 + \cdots + l_n \sin\theta_n \cos\alpha_n$$

$$Y_n = Y_0 + l_1 \sin\theta_1 \sin\alpha_1 + \cdots + l_n \sin\theta_n \sin\alpha_n$$

$$H_n = H_0 - l_1 \cos\theta_1 - \cdots - l_n \cos\theta_n$$

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; θ_i, α_i (где i = I, 2, 3, ..., n) - значения зенитного и дирекционного углов в точке i; θ_0, α_0 - значения зенитного и дирекционного углов в устье скважины (если скважина забуривается вертикально, то θ_0 и α_0 принимают равными нулю).

Для перехода 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, измеренный в точке i;

δ - магнитное склонение для данного района работ. Если магнитное склонение восточное, то δ имеет знак плюс, если западное - знак минус;

γ - угол сближения меридианов, для точек, расположенных восточнее осевого меридиана, он положителен, а для точек западнее осевого меридиана - отрицателен.

27.2. 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. 27.I) или вычисляют по формуле

$$m^2_{n.сл} = \sum_{i=1}^{n} (2m_l \sin\theta_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} (m_{A,сл}\, l_i \sin\theta_i)^2 + \sum (m_{\theta,сл}\, l_i \cos\theta_i)^2 .$$

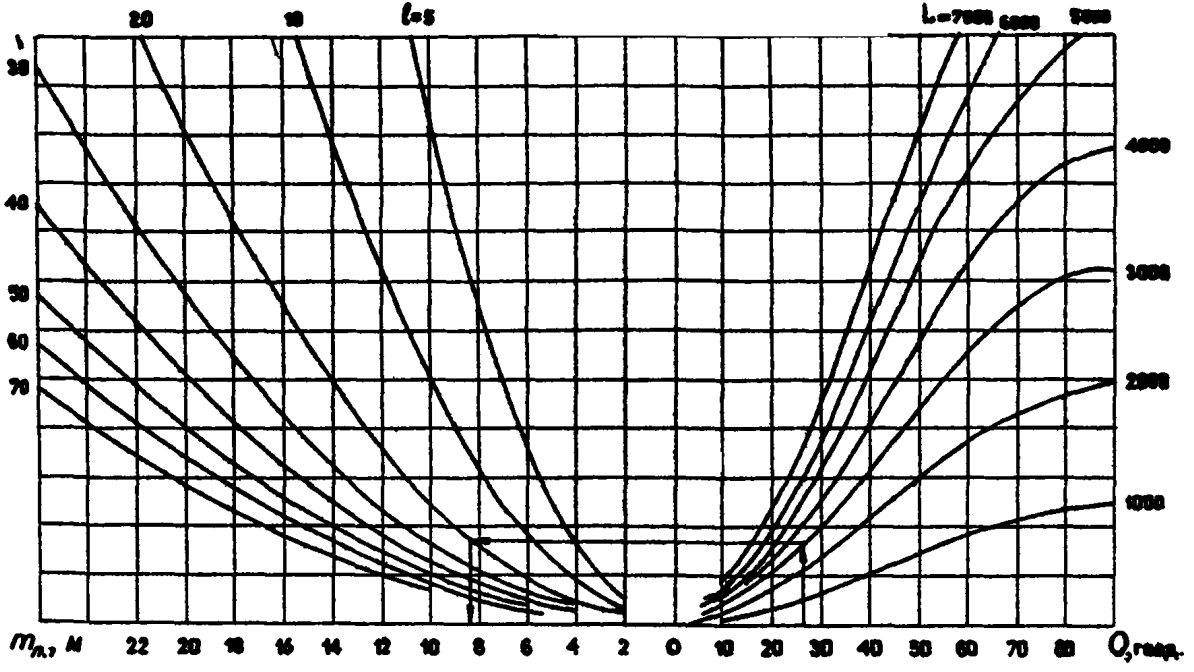


Рис. 27.I. Номограмма для определения средней квадратической погрешности планового положения точки оси ствола скважины относительно устья

Систематическую составляющую средней квадратической погрешности планового положения точки оси ствола скважины вычисляют по формуле

$$m^2_{n.сист} = \lambda^2 d^2 + m^2_{A\,сист} d^2 + \sum_{i=1}^{n} (m_{\theta.сист}\, l_i \cos\theta_i)^2$$

Среднюю квадратическую погрешность планового положения точки оси ствола скважины с учетом случайной и систематической составляющих определяют по формуле

$$m^2_n = m^2_{n\,сл} + m^2_{n\,сист}$$

В приведенных формулах приняты следующие обозначения: m_l - случайная средняя квадратическая погрешность определения шага измерений; λ - 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 - длина i-го шага измерений (между точками i-I и i), м; θ - среднее значение зенитного угла на i-ом шаге; d - длина замыкающей горизонтальной проекции по оси ствола скважины (смещение в плане забоя скважины относительно устья), м.

При вычислении $m_{n.сл}$ следует принимать $m_{\theta.сл} = 0{,}5^0 = 0{,}0087$ рад.

Так как погрешность измерения азимута точечными инклинометрами зависит от численного значения угла отклонения от вертикали, то при $5^0 \leqslant \theta \leqslant 50^0$ следует принимать $m_{A\,сл} = 5^0 = 0{,}0698$ рад, а при $I^0 \leqslant \theta \leqslant 5^0$ значение погрешности измерения азимута рекомендуется вычислять по формуле

$$m_{A.сл} = 175{,}1\, e^{-1{,}45\theta} + 4{,}9^0$$

или по графику, приведенному на рис. 27.2.

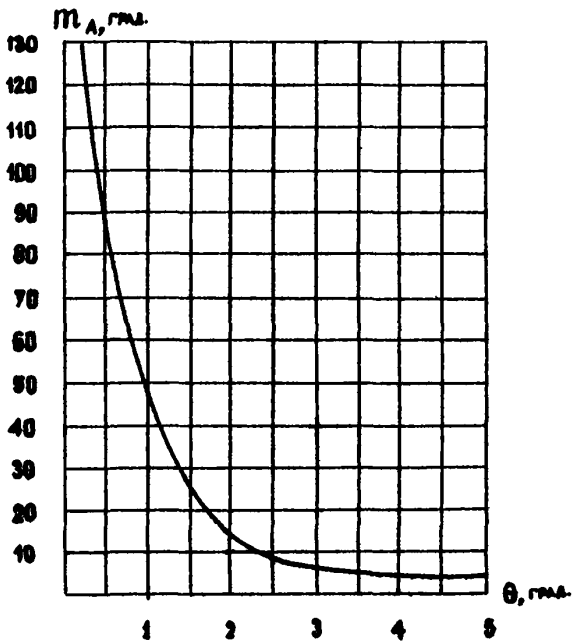


Рис. 27.2. Эмпирическая кривая зависимости погрешности измерения азимута от значения зенитного угла

Если известны шаг инклинометрических измерений l, глубина скважины по стволу L_c или глубина по вертикали $L_в$ и смещение d в плане забоя относительно устья, то при $\theta_{ср} \geqslant 5^{\circ}$ приближенное значение $m_{n\,сл}$ рекомендуется вычислять по номограмме (рис. 27.I). Для этого предварительно из одного из выражений $\theta_{ср} = arcsin\frac{d}{L_c}$ или $\theta_{ср} = arccos\frac{L_в}{L_c}$ следует определить среднее значение зенитного угла оси ствола скважины $\theta_{ср}$.

27.3. Расчет средней квадратической погрешности высотного положения точек оси ствола скважины

Случайную среднюю квадратическую погрешность высотного положения точки оси ствола скважины определяется по формуле

$$m^2_{h.сл} = l^2 \sum_{i=1}^{n} (m_l \cos^2\theta_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} (m_{\alpha.сл} l_i \sin\theta_i)^2,$$

а систематическую среднюю квадратическую погрешность - по формуле

$$m^2_{h.сист} = \lambda^2 L_в + m^2_{\alpha.сист} d^2$$

Средняя квадратическая погрешность высотного положения точки оси ствола скважины с учетом случайной и систематической составляющих определяется по формуле $m^2_h = m^2_{h\,сл} + m^2_{h.сист}$

Значения $m_{h.сл}$ рекомендуется вычислять по номограмме (рис. 27.3).

27.4. Общую среднюю квадратическую погрешность определения положения характерной точки оси ствола скважины вычисляют по формуле

$$m^2_{общ} = m^2_n + m^2_h$$

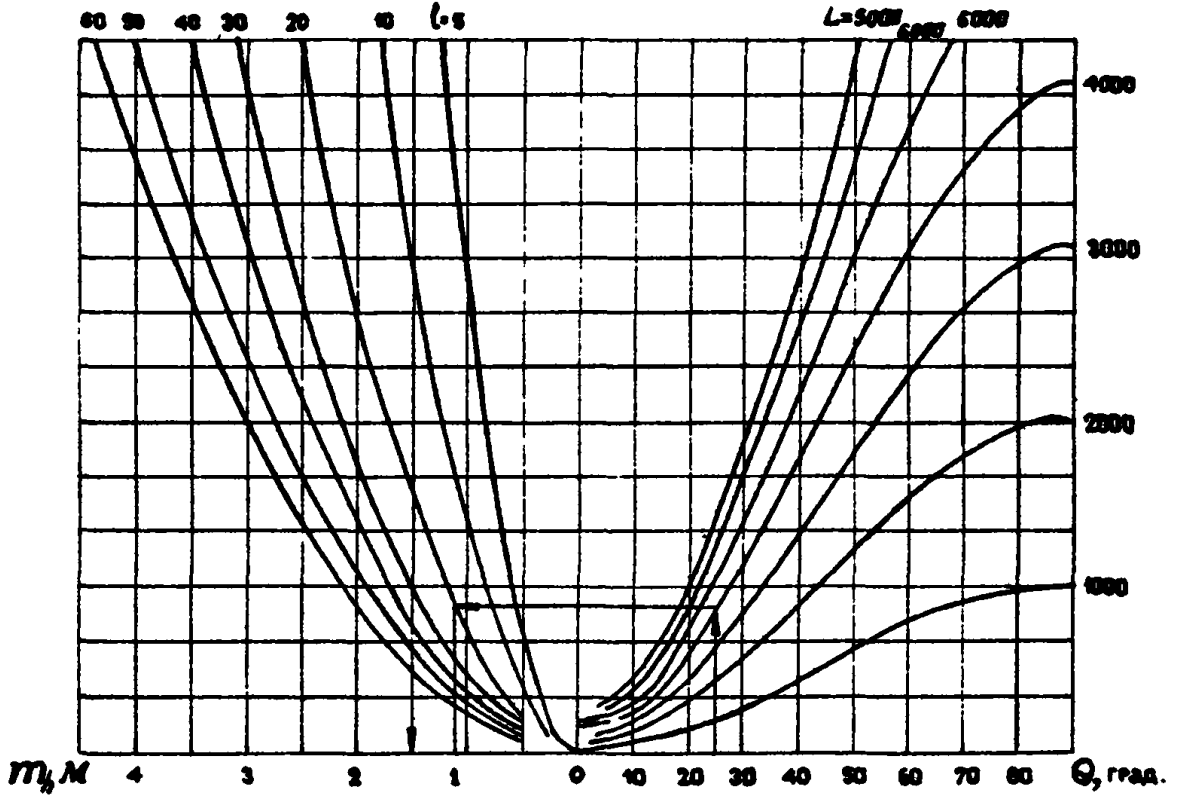


Рис. 27.3. Номограмма для определения средней квадратической погрешности высотного положения точки оси ствола скважины относительно устья

Приложение 28

Рекомендуемое

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ ЗНАКОВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ ОБ ОТСУТСТВИИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ И ПРИМЕР ОЦЕНКИ m_A ПО РАЗНОСТЯМ ДВОЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Если в ряде точек выполнены двойные (парные) измерения двумя разными приборами, то по знакам разностей измерений можно с выбранным уровнем значимости проверить предположение о том, содержится или не содержится в разностях остаточная систематическая погрешность.

Если двойные измерения выполнены не более чем в 10-15 точках (Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. - М.: Наука, 1965), то они могут быть использованы только для предварительных очень грубых суждений о наличии или отсутствии остаточной систематической погрешности.

П р и м е р. В экспериментальной скважине Укргипронефти выполнены двойные измерения азимутов приборами ИК-2 № II и ИТ-200 № I5, результаты которых приведены в табл. 28.I.

Пользуясь критерием знаков, определить, отсутствует ли в измерениях систематическая погрешность.

Из табл. 28.I следует, что в трех случаях из тридцати разности имеют знак " + ", а в остальных ($n = 27$) случаях разности имеют знак " - ".

Выбирая уровень значимости $q = 5\ \%$ по табл. 29.2 настоящего приложения, находим, что критическое число для меньших из частот $r_{30} = 9$, а в нашем примере меньшее число $K(+) = 3$. Поэтому предположение об отсутствии в измерениях систематической погрешности отвергается.

На основании данных табл. 28.I вычислим оценки остаточной систематической погрешности $\bar{d}$, средней квадратической погрешности m_A и построим доверительный интервал для $\bar{d}$:

$$\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = \frac{-240'}{30} = -8'.$$

m_A вычисляем после исключения из разностей остаточной систематической погрешности $\bar{d}$.

$$m_A = \sqrt{\frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n} (d_i')^2} = \sqrt{\frac{756}{58}} = 3.6^\circ$$

где $d_i' = d_i - \bar{d}$

Половина длины доверительного интервала J , с заданной вероятностью P , накрывающего $\bar{d}$, вычисляют по формуле

$$\frac{1}{2} J = t_q \frac{m_d}{\sqrt{n}} \qquad (28.I)$$

где t_q - вероятностный коэффициент (для доверительной вероятности $P = 0{,}95$, $t_q = 1{,}96$);
$m_d = m_A\sqrt{2}$ - средняя квадратическая погрешность разности;
n - число разностей.

На основании формулы (28.I) и предыдущих вычислений имеем:

$$\frac{1}{2} J = 1{,}96 \frac{3{,}6^\circ \sqrt{2}}{30} = 1{,}8^\circ,$$

откуда

$$-1{,}8^\circ < d < +1{,}8^\circ$$

Таким образом, при числе двойных измерений $n = 30$, средней квадратической случайной погрешности $m_A = 3{,}6^\circ$ и доверительной вероятности $P = 0{,}95$ остаточная систематическая погрешность должна лежать в интервале $(-1{,}8^\circ; +1{,}8^\circ)$. Однако вычисленное значение $d = -8^\circ$ не попадает в этот интервал.

На основании проведенного анализа и оценки точности измерения азимутов приходим к выводу, что, хотя измерения и выполнены со случайной средней квадратической погрешностью $m_A = 3{,}6^\circ$, они характеризуются существенной систематической погрешностью $d = -8^\circ$ и не могут быть использованы для определения положения оси скважины в пространстве.

В данном случае оба инклинометра необходимо повторно тщательно исследовать с целью определения систематических приборных погрешностей и в результате измерений ввести поправки, после чего снова выполнить анализ и оценку точности измерений. Если это окажется невозможным по какой-либо причине, то измерения в этих точках следует выполнить повторно при производстве инклинометрии после углубления ствола.

Необходимо отметить, что по значению $\bar{d}$ нельзя судить об истинном значении систематической приборной погрешности каждого из двух приборов, $\bar{d}$ может представлять собой либо среднюю остаточную нескомпенсированную, либо суммарную погрешность обоих приборов. Одинаковые по знаку и близкие по значению погрешности таким образом обнаружить невозможно. Поэтому выполнение условия $\bar{d} = 0$ не может служить надежным критерием отсутствия систематических приборных погрешностей.

Следует также отметить и то, что средняя квадратическая случайная погрешность, вычисленная по разностям двойных измерений, получается, как правило, заниженной, так как действие отдельных источников погрешностей при образовании разностей частично компенсируется и поэтому проявляется ослабленно.

Таблица 28.I

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ АЗИМУТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ УКРГИПРОНИИНЕФТИ

Номер точек	Измерения азимутов		d	d'	$(d')^2$
	прибор ИК-2 № II	прибор ИТ-200 № I5			
I	350	358	-8	0	0
2	348	355	-7	+I	I
3	344	355	-II	-3	9
4	340	353	-I3	-5	25
5	340	355	-I5	-7	49
6	345	352	-7	+I	I
7	345	354	-9	-I	I
8	346	350	-4	+4	I6

Продолжение табл. 28.I

Номер точек	Измерение азимутов: прибор ИК-2 № II	прибор ИТ-200 № I5	d	d'	$(d')^2$
9	34I	353	-I2	-4	I6
I0	339	352	-I3	-5	25
II	342	353	-II	-3	9
I2	345	356	-II	-3	9
I3	345	355	-II	-3	9
I4	348	357	-9	-I	I
I5	342	356	-I4	-6	35
I6	340	348	-8	0	0
I7	335	343	-8	0	0
I8	335	338	-3	+5	25
I9	330	334	-4	+4	I6
20	330	332	-2	+4	36
2I	333	332	+I	+9	8I
22	334	33I	+3	+II	I2I
23	33I	329	+2	+I0	I00
24	330	332	-2	+6	36
25	328	338	-I0	-2	4
26	33I	337	-6	+2	4
27	333	339	-6	+2	4
28	325	336	-II	-3	9
29	324	340	-I6	-8	64
30	322	337	-I5	-7	49
			-240	0	756

Таблица 28.2

Границы критической области для критерия знаков

Номер точек	Уровень значимости γ, %				Но-мер то-чек	Уровень значимости γ,%			
	I	5	I0	25		I	5	I0	25
5	-	-	0	0	48	I4	I6	I7	I9
6	-	0	0	I	49	I5	I7	I8	I9
7	-	0	0	I	50	I5	I7	I8	20
8	0	0	I	I	5I	I5	I8	I9	20
9	0	I	I	2	52	I6	I8	I9	2I
I0	0	I	I	2	53	I6	I8	20	2I
II	0	I	2	3	54	I7	I9	20	22
I2	0	2	2	3	55	I7	I9	20	22
I3	I	2	3	3	56	I7	20	2I	23
I4	I	2	3	4	57	I8	20	2I	23
I5	2	3	3	4	58	I8	2I	22	24
I6	2	3	4	5	59	I9	2I	22	24
I7	2	4	4	5	60	I9	2I	23	25
I8	3	4	5	6	61	20	22	23	25
I9	3	4	5	6	62	20	22	24	25
20	3	5	5	6	63	20	23	24	26
2I	4	5	6	7	64	2I	23	24	26
22	4	5	7	7	65	2I	24	25	27
23	4	6	7	8	66	22	24	25	27
24	5	6	7	8	67	22	25	26	28
25	5	7	7	9	68	22	25	26	28
26	6	7	8	9	69	23	25	27	29
27	6	7	8	I0	70	23	26	27	29
28	6	8	9	I0	7I	24	26	28	30
29	7	8	9	I0	72	24	27	28	30
30	7	9	I0	II	73	25	27	28	3I
3I	7	9	I0	II	74	25	28	29	3I
32	8	9	I0	I2	75	25	28	29	32
33	8	I0	II	I2	76	26	28	30	32
34	9	I0	II	I3	77	26	29	30	32

Продолжение табл. 28.2

Номер точек	Уровень значимости ℓ, %				Номер точек	Уровень значимости ℓ, %			
	I	5	I0	25		I	5	I0	25
35	9	II	I2	I3	78	27	29	3I	33
36	9	II	I2	I4	79	27	30	3I	33
37	I0	I2	I3	I4	80	28	30	32	34
38	I0	I2	I3	I4	8I	28	3I	32	34
39	II	I2	I3	I5	82	28	3I	33	35
40	II	I3	I4	I5	83	29	32	33	35
4I	II	I3	I4	I6	84	29	32	33	36
42	I2	I4	I5	I6	85	30	32	34	36
43	I2	I4	I5	I6	86	30	33	34	37
44	I3	I5	I6	I7	87	3I	33	35	37
45	I3	I5	I6	I8	88	3I	34	35	38
46	I3	I5	I6	I8	89	3I	34	36	38
47	I4	I6	I7	I9	90	32	35	36	39

Для значений n, превышающих 90, приближенные значения m_n можно найти как ближайшее целое число, меньшее чем $\frac{n-1}{2} - K\sqrt{n+1}$, где коэффициент K равен I,2879, 0,9800, 0,8224, 0,5752 для I-, 5-, I0-, 25-процентных значений соответственно.

Приложение 29

Обязательное

Таблица 29.I

ДОПУСТИМЫЕ И КРИТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (ОСНОВАНИЯ) ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Объекты наблюдений	Обозначения	Деформации	
		допустимые	критические
Сооружения мачтового и башенного типа:			
буровые вышки высотой, м:			
53	i	$2 \cdot 10^{-3}$	-
41	i	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	-
дымовые трубы кирпичные и железобетонные высотой, м:			
20	i	$10 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
30	i	$8 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
40	i	$7 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
50	i	$6 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
60	i	$5 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
70	i	$4{,}5 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
100	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
водонапорные башни на бетонном и бутобетонном фундаменте	ε	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
	i	$8 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$
Понизительные подстанции (открытые)	ε	-	$10 \cdot 10^{-3}$
	i		$14 \cdot 10^{-3}$
Подземные резервуары и отстойники:			
железобетонные	ε	$\frac{70}{l} 10^{-3}$	-
каменные с железобетонной рубашкой	ε	$\cdot \frac{40}{l} 10^{-3}$	-

Продолжение табл. 29.I

Объекты наблюдений	Обозначения	Деформации: допустимые	Деформации: критические
Технологическое оборудование:			
поршневые компрессоры	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
подкрановые пути мостовых кранов:			
в поперечном направлении	i	$5 \cdot 10^{-3}$	-
в продольном направлении	i	$6 \cdot 10^{-3}$	-
Нефтепроводы со стыками, равнопрочными телу трубы:			
наземные магистральные	ε	$8 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
подземные:			
при укладке в песок	ε	$3 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
при укладке в суглинок и глину	ε	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Газопроводы со стыками, равнопрочными телу трубы:			
наземные магистральные	ε	$8 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
подземные магистральные и разводящие из труб стали СТ2 и Ст3 при укладке:			
в песок	ε	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	-
в суглинок	ε	$2 \cdot 10^{-3}$	-
в глину средней плотности	ε	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	-
в плотную глину	ε	$1 \cdot 10^{-3}$	-
из труб стали 14Г2, 15ГС, 10Г2С, 10Г2СД, 15ХСНД и 10ХСНД при укладке:			
в песок	ε	$3{,}5 \cdot 10^{-3}$	-
в суглинок	ε	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	-
в глину средней плотности	ε	$2 \cdot 10^{-3}$	-
в плотную глину	ε	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	-

Продолжение табл. 29.I

Объекты наблюдений	Обозначения	Деформации	
		допустимые	критические
Теплопроводы:			
наземные магистральные	ε	$10 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
подземные в каналах	ε	$6 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
	i	$6 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$
подземные бесканальные магистральные и разводящие:			
при укладке в песок	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
	ε	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
при укладке в суглинки и глины	i	$4 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
	ε	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Водопроводы:			
наземные магистральные	ε	$10 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
подземные стальные магистральные и разводящие:			
при укладке в песок	ε	$5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
при укладке в суглинки и глины	ε	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
Канализационные сети:			
стальные напорные со стыками, равнопрочными телу трубы:			
наземные	ε	$8 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$
уложенные в песок	ε	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
уложенные в суглинок, глину	ε	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

Примечания:

I. В таблице приняты следующие обозначения:

ε – горизонтальные деформации растяжения или сжатия (отношение разности длин интервала в горизонтальной плоскости к его первоначальной длине);

i - относительный крен (отношение разности абсолютных осадков крайних точек фундамента сооружения по главным осям к расстоянию в плане между ними);

ℓ - длина или диаметр сооружения, м

2. Допустимые и критические деформации для закрытых понизительных подстанций, насосных станций, турбокомпрессоров определяют согласно требованиям, предъявляемым к зданиям.

3. Допустимые деформации для стальных подземных нефте- и газопроводов рекомендуется уточнять расчетом в зависимости от конкретных условий - марки стали и толщины стенок труб, интенсивности защемления грунтом, зависящей от свойств грунта и срока эксплуатации трубопровода, а также от расчетного сопротивления сварных стыков и напряжений в трубах, вызванных эксплуатационными условиями (температура, давление).

У резервуаров в первые четыре года эксплуатации (до прекращения осадки основания) отклонения от горизонтали наружного контура днища незаполненного резервуара объемом от 2000 до 20 000 м^3 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 $\pm$ 40 мм для двух соседних и 80 мм - для диаметрально противоположных точек.

У резервуаров объемом 2 000-20 000 м^3, находящихся длительное время в эксплуатации, отклонения для двух соседних точек не должны превышать $\pm$ 60 мм, а для диаметрально противоположных - 100 мм.

Для резервуаров объемом 700-1 000 м^3 отклонения не должны превышать 75 %, а для резервуаров объемом 100-400 м^3 - 50 % от значений, приведенных выше.

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

Таблица 29.2

Допустимые отклонения наружного контура днища при гидравлических испытаниях резервуаров

Емкость резервуара, м³	Допустимые отклонения наружного контура днища, мм			
	при незаполненном резервуаре		при заполненном резервуаре	
	разность отметок соседних точек на расстоянии 6 м	разность отметок любых других точек	разность отметок соседних точек на расстоянии 6 м	разность отметок любых других точек
Менее 700	10	25	20	40
700-1000	15	40	30	60
2000-5000	20	50	40	80
10 000-20 000	10	50	30	80

Приложение 30

Обязательное

ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения вертикальных деформаций, мм	Допустимая погрешность определения горизонтальных деформаций, мм
Здания и сооружения, расположенные на:		
скальных или полускальных грунтах	I	I
песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах	2	3
насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах	5	I0

ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНОВ

Объекты наблюдений	Допустимая погрешность определения кренов в зависимости от высоты H объектов
Производственные и гражданские здания и сооружения	0,000I H
Мачты сооружений связи и ЛЭП, дымовые трубы и др.	0,0005H

Приложение 31

Справочное

Таблица 31.1

РАЗМЕЩЕНИЕ МАРОК ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Тип здания или сооружения	Размещение контрольных (деформационных) марок
1. Жилые и общественные бескаркасные здания с несущими кирпичными стенами и ленточным фундаментом	По периметру здания через 10-15 м. При ширине здания более 15 м марки устанавливают на поперечных стенах в местах пересения их с продольной осью здания
2. Промышленные сооружения и каркасные жилые и общественные здания	На несущих колоннах по периметру здания и внутри его. По поперечным и продольным осям не менее трех в каждом направлении
3. Бескаркасные крупнопанельные жилые и общественные здания со сборными фундаментами	По периметру и осям зданий через 6-8 м (приблизительно через двойной шаг панелей)
4. Здания со свайными фундаментами	Не более чем через 15 м по продольным и поперечным осям сооружения
5. Дымовые трубы, водонапорные башни и другие сооружения подобного типа	Не менее четырех марок по периметру фундамента на главных осях сооружения
6. Стальные вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов	Через 6 м по периметру окрайки днища в местах вертикальных швов I-го пояса

Таблица 31.2

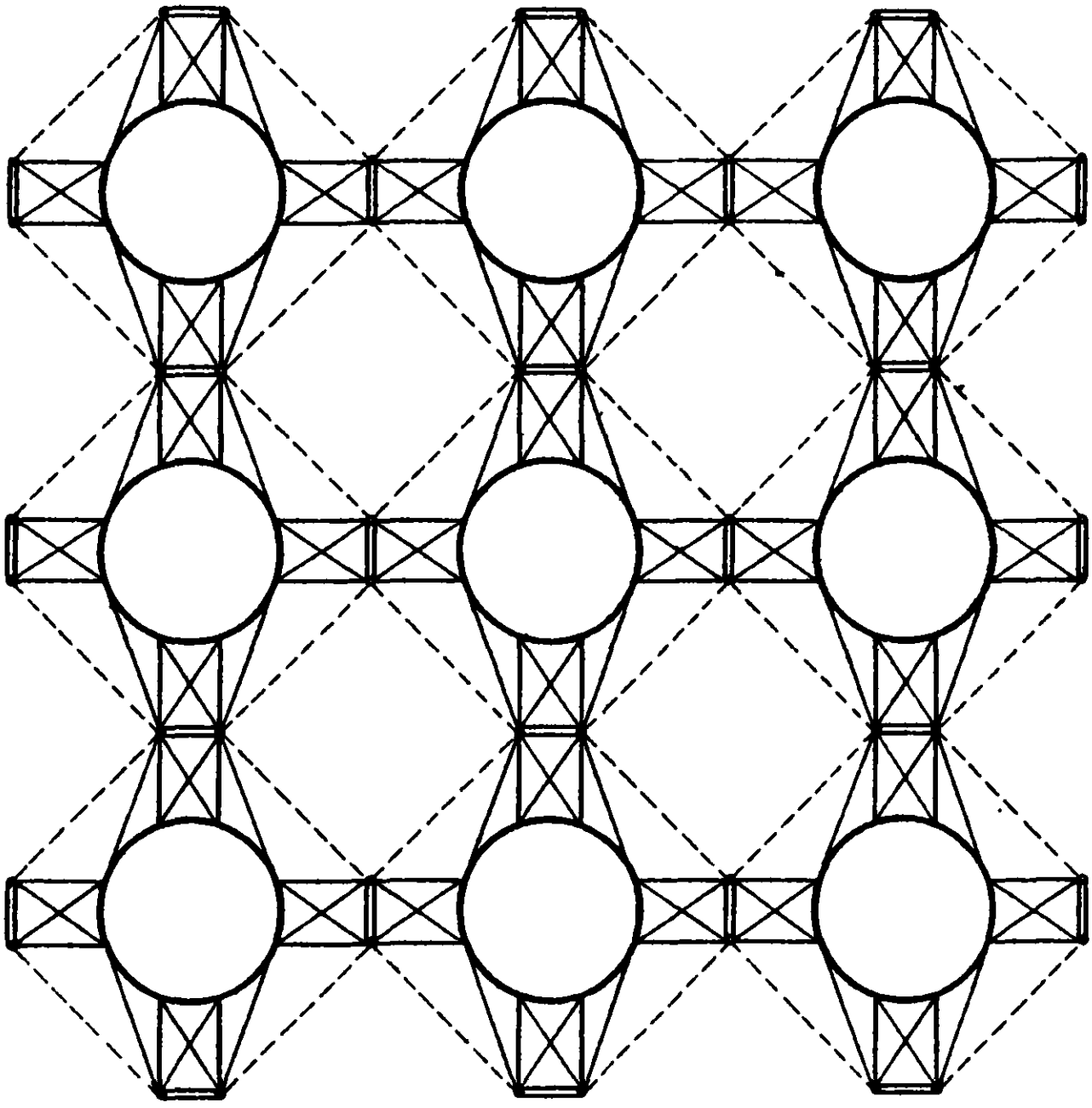
РАЗМЕЩЕНИЕ МАРОК ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Тип здания или сооружения	Размещение контрольных (деформационных) марок
Гражданские здания	По периметру, не реже чем через 20 м, по углам, по обе стороны осадочных швов. В местах, где горизонтальная нагрузка имеет наибольшую величину, марки устанавливают через 10-15 м
Промышленные здания	Не менее трех марок на каждый фундамент. Для ленточных фундаментов - 1 марка на 10-15 м

Приложение 32

Рекомендуемое

СХЕМА ФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА



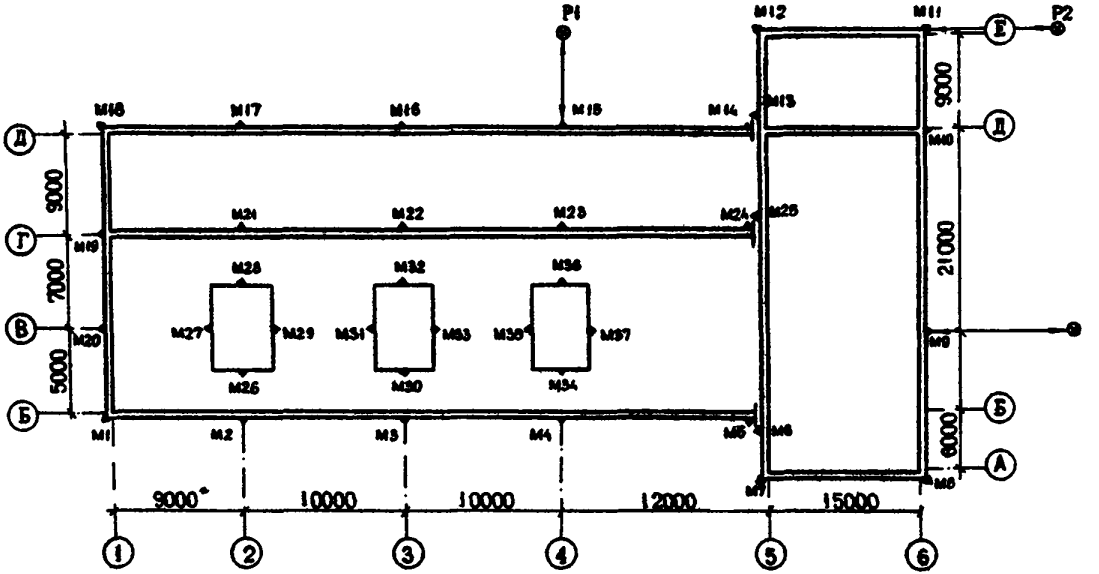


Рис. 33.I. План расположения контрольных марок и исходных реперов при определении вертикальных деформаций методом геометрического нивелирования

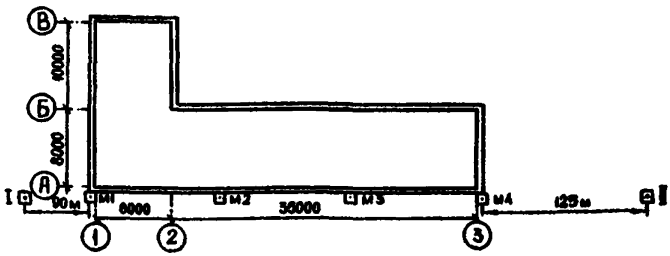


Рис. 33.2. План расположения контрольных марок и исходных знаков при определении горизонтальных деформаций методом створных наблюдений

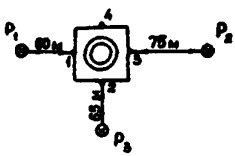


Рис. 33,3. План расположения контрольных марок и исходных реперов при определении крена методом геометрического нивелирования: I - контрольные марки; 2 - исходные реперы; 3 - новые знаки

Приложение 34

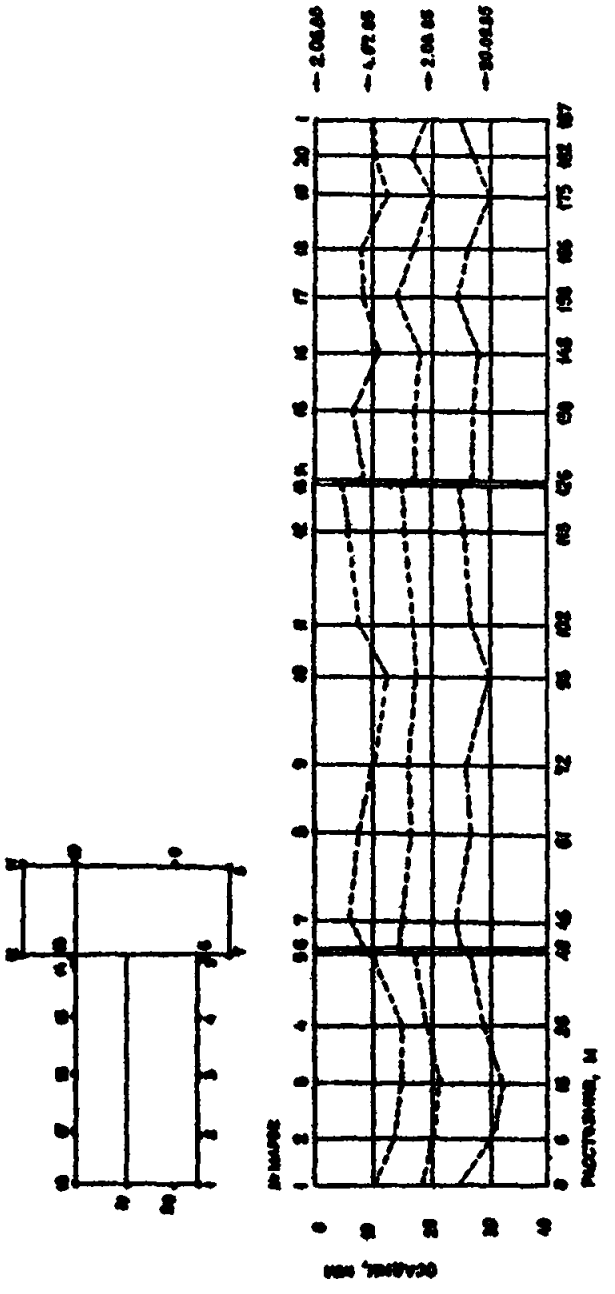


Рис. 34.1. Графики вертикальных деформаций

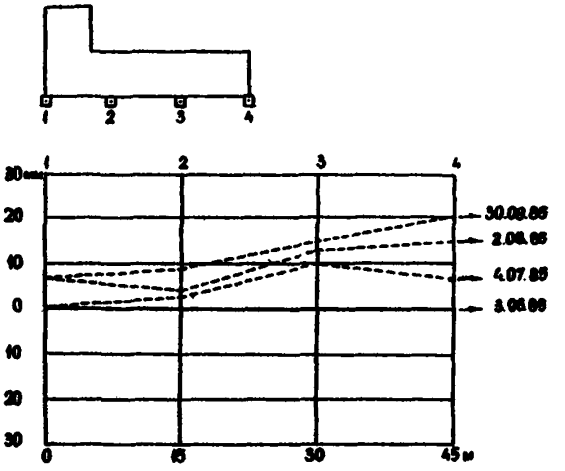


Рис. 34.2. График горизонтальных деформаций

Приложение 35

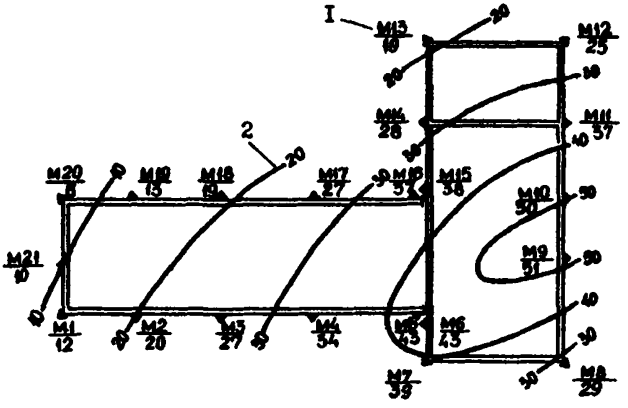


Рис. 35.I. План изолиний равных осадок: I - в числителе - номер марки, в знаменателе - значение осадки, мм ; 2 - изолинии осадок

Приложение 36

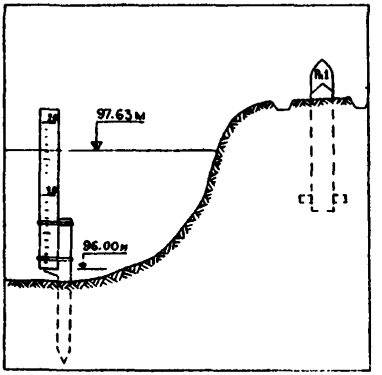


Рис. 36.1. Реечный водомерный пост

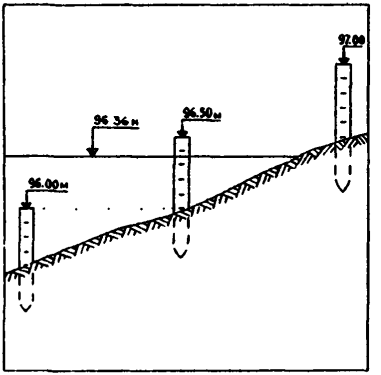


Рис. 36.2. Свайный водомерный пост

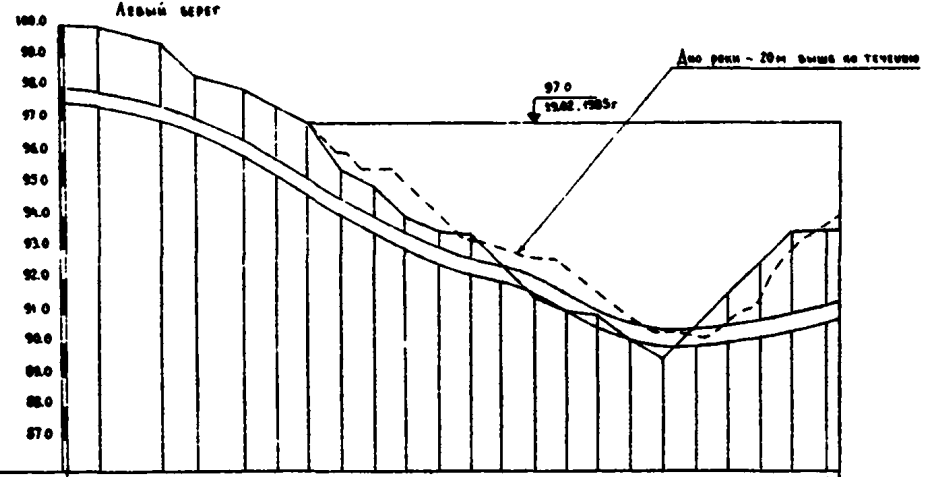
Приложение 37

Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭХОЛОТОВ

Техническая характеристика	Марка эхолота			
	ЭИР	ПЭЛ-3	ПЭЛ-4	Вертикаль
Пределы измерения глубин, м	0,5-20	0,4-200	0,4-200	0,5-30
Погрешность измерения глубин	До 5 м-0,05 м; от 5 до 20 м-2 % измеряемой глубины	До 5 м-0,05 м; от 5 до 30 м-0,1 м	До 10 м-0,1 м; от 10 до 40 м-0,15 м	1,5 % измеряемой глубины
Питание эхолота: постоянный ток				
напряжение, В	24	24	24	12
потребляемая мощность, Вт	120	60	150	1
Вид регистрации	Самописец	Самописец	Самописец; цифровое табло; перфолента	Цифровое табло
Рабочая частота, кГц	180	20	135	160
Масса, кг	55	90	200	0,7

Продольный профиль перехода трубопровода



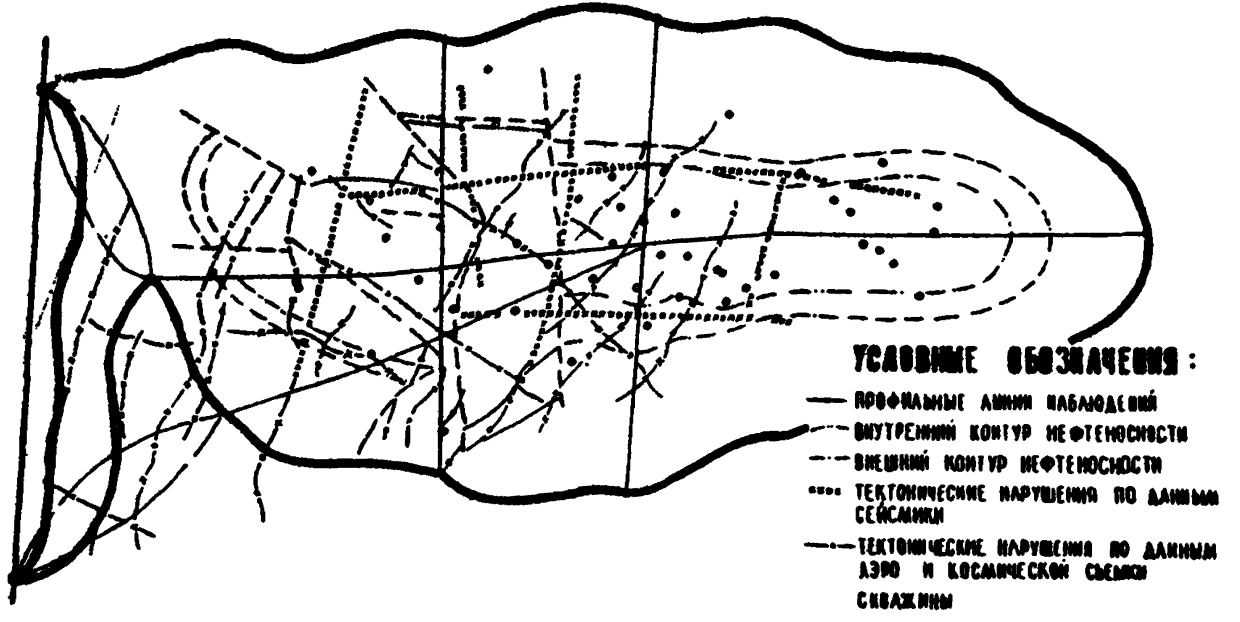
Масштабы.

горизонтальный - 1:1000

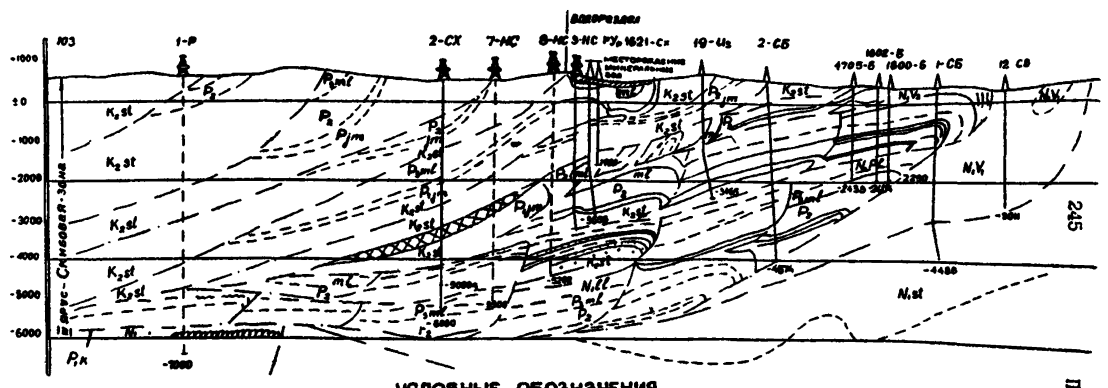
вертикальный - 1:100

| | | |

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- N1 — Сарматский ярус
- N2 — Тортонский ярус
- N1st — Стебникская свита
- N1b — Вороцищенская свита
- N1pk — Поланицкая свита
- N1ml — Меланитовая свита
- N1ml/g — Верхнемелитовая подсвита
- N1d/k — Среднемелитовая подсвита
- N1d/n — Нижнемелитовая подсвита
- P2 — Дашавские отложения
- P2sk — Быстрицкая свита
- P2vg — Выгодская свита
- P2nv — Нагаевская свита
- P2jm — Яменская свита
- K2st — Стрыйская свита
- P2K — Палеоген - меловые отложения
- MK+P — Мезозой - палеозойские отложения
- PK — Протерозойские отложения
- Скважины пробуренные

Приложение 40

Приложение 41

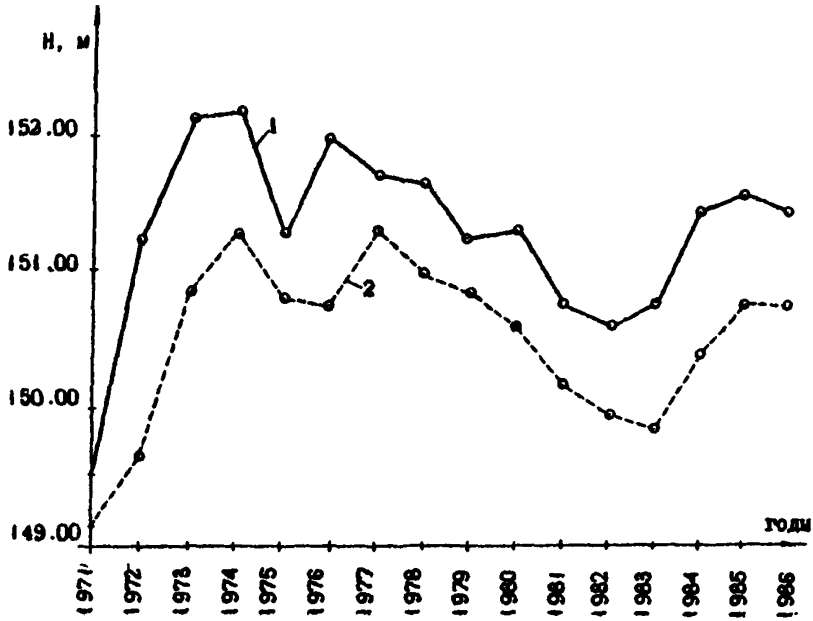


График изменения уровня подземных вод:

I - наибольший уровень; 2 - наименьший уровень

Приложение 42

Рекомендуемое

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНАХ

В качестве примера взято одно из нефтяных месторождений Днепровско-Донецкой впадины. Месторождение многопластовое, водоплавающего типа, имеет блоковое строение. Запасы промышленного значения приурочены к горизонтам В-I9^{а}, В-I9^{б}, В-I9^{в}, В-20 и В-2I.

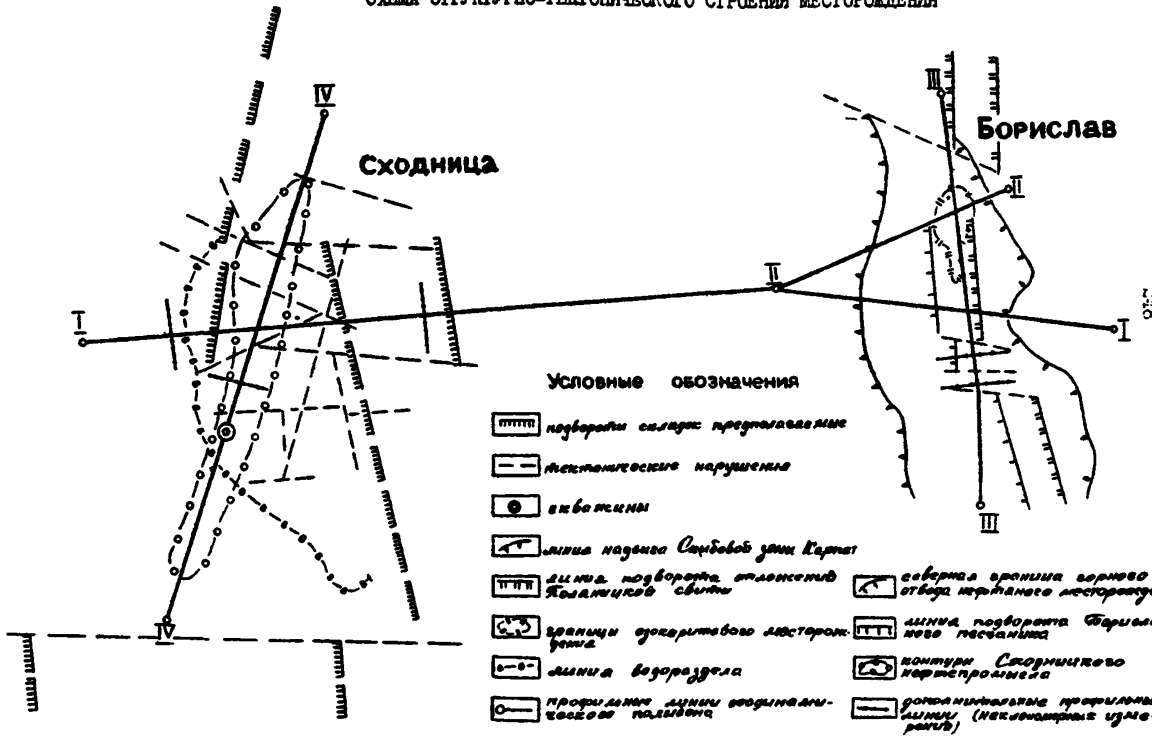
Численные значения коэффициентов плотности и объемного веса нефти и воды для каждого горизонта разные. Для получения взвешенных значений объемов извлеченной жидкости по каждому из горизонтов, по формулам раздела I0 приводим их к единым пластовым значениям.

Профильные линии заложены с учетом структурно-тектонических особенностей строения месторождения (рис. 42.I). Основная профильная линия, протяженностью I5.98 км заложена по простиранию месторождения, через сводовую часть складки. Две другие профильные линии пересекают первую под углом, близким к прямому (линии II-II и III-III), протяженностью соответственно 7.95 и 6.75 км и третья линия берет начало от точки пересечения профильных линий I-I и II-II и простирается на юго-запад по направлению коридора коммуникаций.

Профильные линии ориентированы таким образом, чтобы под прямым углом или близким к прямому пересекали линии тектонических нарушений, выявленных по данным сейсмической съемки, бурения, а также с помощью методов дистанционного зондирования. В наблюдательную сеть могут быть включены скважины, отстоящие на расстоянии до I00 метров от профильных линий.

Точки наблюдений на профильных линиях заложены через 50-300 м. Вдоль коридора коммуникаций плотность составляет 50 м. По остальным профильным линиям плотность закладки сгущается до 50 м при подходе и непосредственно в зонах тектонических нарушений. На остальных участках профильных линий репера заложены через I00-300 метров.

СХЕМА СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Целевые задачи изучения современных движений земной коры (СДЗК) и комплекс методов наблюдений на геодинамических полигонах приведен на рис. 42.2.

При выборе методов наблюдений и обработки их результатов необходимо в каждом конкретном случае руководствоваться конечной целью, т.е. исходить из задач, которые ставятся перед исследователем.

Корреляционный анализ результатов измерений

Влияние объема извлеченного флюида по каждой скважине на оседание отдельного репера на данной профильной линии определялось из выражения

$$q_i = \frac{Q_i}{\sum \frac{1}{l_i}} \frac{1}{l_i}, \qquad (42.1)$$

где q_i - объем добытой жидкости из данной скважины, отнесенный к данному грунтовому реперу; Q_i - объем добытой из данной скважины жидкости, пропорциональный углу, определяющему зону влияния на оседание поверхности i -й скважины (рис. 42.3); $\sum \frac{1}{l_i}$ - сумма всех обратных расстояний от данной скважины до реперов, расположенных на данном участке профильной линии; l_i - расстояние от данной скважины до отдельного репера.

Суммируя все q_i по каждой скважине, отнесенные к данному реперу на определенную дату, получаем значение переменной U_i , которую принимаем в дальнейшем для отыскания корреляционной связи между U_i и η_i (оседанием), полученным по результатам повторной нивелировки.

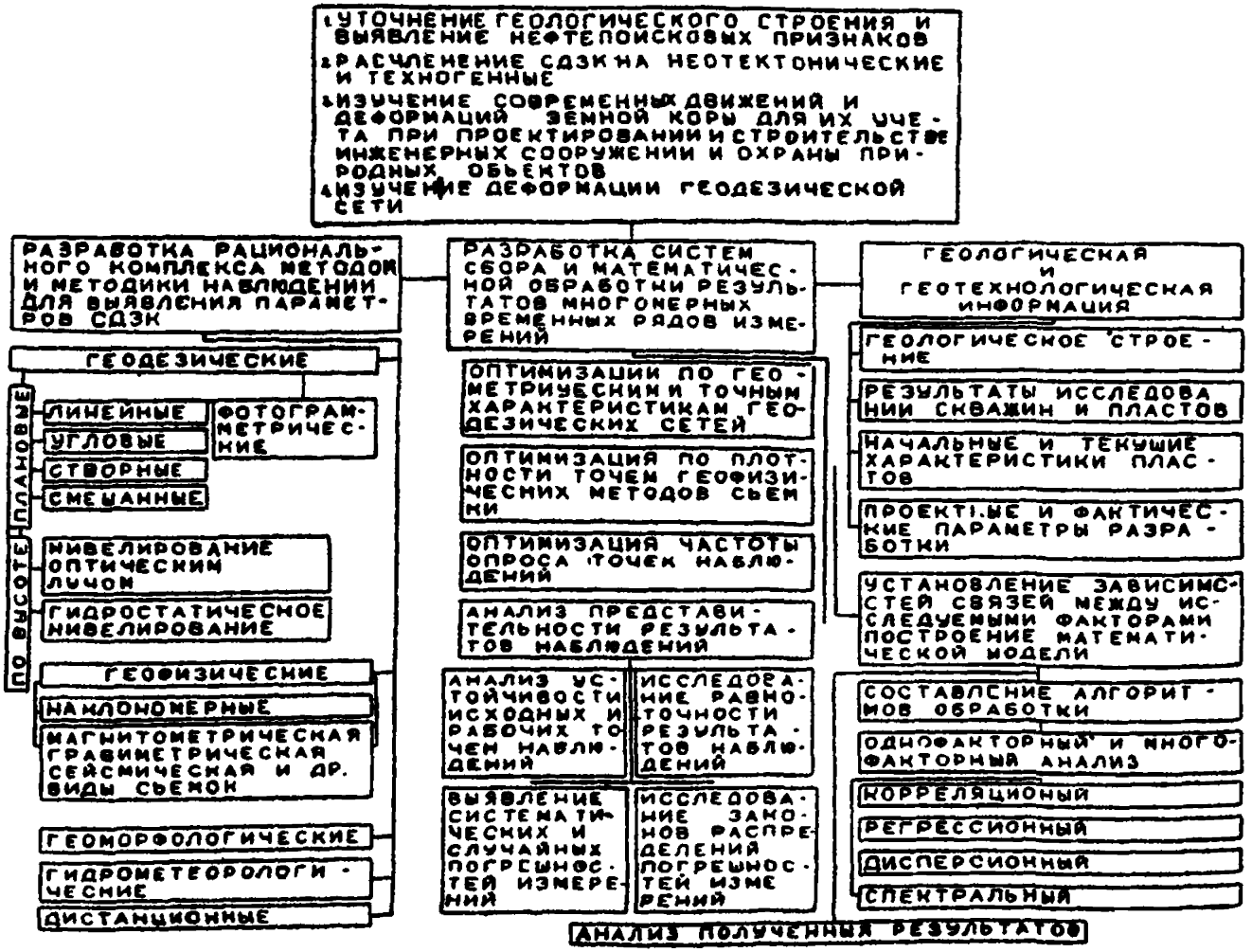
Оценкой математического ожидания исследуемого признака (x_i) является среднее арифметическое, определяемое из выражения

$$M_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (42.2)$$

Оценкой дисперсии является выборочная дисперсия по каждому интервалу

$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \qquad (42.3)$$

Рис 42 2. Целевые задачи изучения СДЗК на геодинамических полигонах



К РАСЧЕТУ ДОБЫТОЙ ЖИДКОСТИ ПО СКВАЖИНАМ ОТНЕСЕННОЙ К РЕПЕРАМ

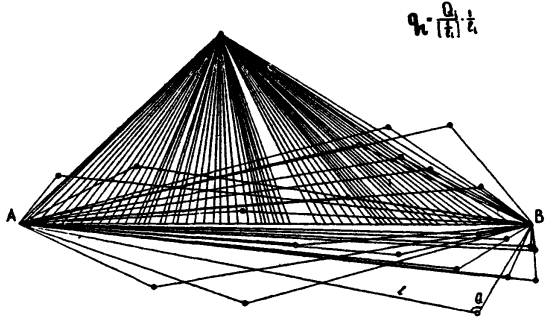


Рис. 42.3

Выборочный парный коэффициент корреляции определяют из выражения:

$$r_i = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{n S_x S_y} . \qquad (42.4)$$

Для установления зависимостей между объемом извлеченной жидкости и оседанием земной поверхности получено уравнение линейной регрессии, определяемое из выражения

$$\eta_v = \bar{\eta} + r_i \frac{S_\eta}{S_v}(v_i-\bar{v}), \qquad (42.5)$$

где $\bar{\eta}$ - среднее оседание земной поверхности, полученное по результатам обработки высокоточного нивелирования; v_i, $\bar{v}$ - соответственно текущий и средний объем добытой за определенный период жидкости, отнесенной к данному реперу и участку профильной линии, S_η, S_v - дисперсии рассматриваемых признаков, n - длина выборки (n =I, 2, 3, ..., i, ..., n).

Уравнение линейной регрессии для рассматриваемого участка профильной линии будет

$$\bar{\eta}_v = -7.79 - 0.114 v_i . \qquad (42.6)$$

Исследуем значимость коэффициента корреляции, для чего проверим нулевую гипотезу $H_o : r = 0$. Вычислим статистику

$$t = r\sqrt{(n-2)(1-r^2)} , \qquad (42.7)$$

которая имеет распределение Стьюдента с $K = n - 2$ степенями свободы

$$t = -2{,}38.$$

Найденное по уровню значимости $\alpha = 0{,}95$ и числу степеней свободы $K = 65$ критическое значение $t_{\alpha,K} = 2{,}0$ удовлетворяет требованию $|t| > t_{\alpha,K}$ в нашем случае $|2{,}38| > 2{,}0$. Следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии корреляционной связи отвергается, переменные v и η зависимы.

Поскольку выборочный коэффициент корреляции для рассматриваемого случая значим, то и коэффициенты регрессии также

значимо отличается от нуля; интервальные оценки для них определим из выражения

$$r_{z,y} - t\frac{S_y\sqrt{1-r^2}}{S_y\sqrt{n-2}} < r_{z,y} < r_{z,y} + t_{\alpha,n}\frac{S_y\sqrt{1-r^2}}{S_y\sqrt{n-2}} . \qquad (42.8)$$

Доверительный интервал для вычисленного коэффициента корреляции по рассматриваемому нами примеру будет

$$-0,379 < r_{z,y} < -0,187$$

Подставив в (42.6) численные значения извлечений жидкости, отнесенной к определенной точке поверхности и вычислив значения оседаний по формулам (42.10)-(42.12), получим оценки характеристик деформаций: наклон i, кривизну K и радиус кривизны R.

Имея результаты первого или нулевого, а также последующих циклов нивелирования, можно получить значения оседаний как разность между первым (предыдущим) и последующим циклами измерений:

$$\eta = H_{i-1} - H_i ; \qquad (42.9)$$

для наклонов

$$i = \frac{\eta_i - \eta_{i-1}}{l} ; \qquad (42.10)$$

для кривизны

$$K = \frac{i_i - i_{i-1}}{l_{ср}} ; \qquad (42.11)$$

для радиусов кривизны

$$R = \frac{1}{K} , \qquad (42.12)$$

где H_{i-1}, H_i - высоты репера соответственно из предыдущего и последующего циклов наблюдений, η_i, η_{i-1} - значения оседаний переднего (первого) по ходу вычислений и заднего (второго) концов интервала, или значения оседаний, вычисленные по (42.6), i_i, i_{i-1} - значения наклона последующего и предыдущего интервалов.

$$l_{ср} = \frac{l_i + l_{i-1}}{2} \qquad (42.13)$$

здесь l_i, l_{i-1} - соответственно длины последующего и предыдущего интервалов.

Горизонтальные подвижки ξ и горизонтальные деформации растяжений (сжатий) ε вычисляются по формулам

$$\xi = \Delta_2 - \Delta_1, \quad \varepsilon = \frac{d_2 - d_1}{l} \qquad (42.14)$$

где Δ_1, Δ_2 - измеренные расстояния от исходного репера до данного работающего репера из предыдущего и последующего наблюдений, d_1, d_2 - горизонтальные проекции интервалов из предыдущего и последующего циклов измерений.

Размерность величин η и ξ - метры или миллиметры; K - I/м, R - метры или чаще километры, i и ε - безразмерные величины, хотя часто на практике их выражают в мм/м.

Полученные фактические значения деформаций сравниваются с критическими их значениями по конкретному объекту обустройства нефтяного месторождения.

Дисперсионный анализ

Для изучения влияния геологического строения месторождения на оседание поверхности проведем двухфакторный дисперсионный анализ. В качестве фактора m возьмем скважины, инициирующие нефть, фактора n - влияние горизонта откачки. Для удобства вычислений строят матрицу наблюдений, при этом пересечение i -го уровня фактора m с j -м уровнем фактора n образует ячейку, в которую записываем значения осадок по данным повторного нивелирования. Одно наблюдение можно представить в виде

$$\eta_{ij} = M + \gamma_i + q_i + l_{ij}, \qquad (42.15)$$

где M - общая средняя, γ_i - эффект, обусловленный влиянием i -го уровня фактора n, q - эффект, обусловленный влиянием j -го уровня фактора n, l_{ij} - вариация результатов внутри отдельной ячейки.

Пусть мы имеем z скважин, т.е. z уровней фактора m и v продуктивных горизонтов (пластов), т.е. v уровней фактора n. Предположим, что между факторами m и n нет взаимодействия и что на i-м уровне фактора m наблюдения имеют среднюю β_{im}, а на j-м уровне фактора n - среднюю β_{jn}.

Оценками μ, β_{im} и β_{jn} являются соответственно общая средняя

$$\bar{\eta} = \frac{1}{zv}\sum_{i=1}^{z}\sum_{j=1}^{v}\eta_{ij} \qquad (42.16)$$

и среднее по уровням

$$\bar{\eta}_{i\cdot} = \frac{1}{v}\sum_{j=1}^{v}\eta_{ij}; \quad \bar{\eta}_{\cdot j} = \frac{1}{z}\sum_{i=1}^{z}\eta_{ij} \qquad (42.17)$$

Разложив сумму квадратов отклонений от общей средней на три составляющих: часть общей суммы квадратов, обусловленную влиянием фактора m, часть, обусловленную влиянием фактора n, и часть, обусловленную влиянием неучтенных факторов, т.е.

$$\theta = \sum_{i=1}^{z}\sum_{j=1}^{v}(\eta_{ij}-\bar{\eta})^2 = v\sum_{i=1}^{z}(\bar{\eta}_{i\cdot}-\bar{\eta})^2 + z\sum_{j=1}^{v}(\bar{\eta}_{\cdot j}-\bar{\eta})^2 + \sum_{i=1}^{z}\sum_{j=1}^{v}(\eta_{ij}+\bar{\eta}-\bar{\eta}_{i\cdot}-\bar{\eta}_{\cdot j})^2 \qquad (42.18)$$

Три составляющих правой части равенства будут соответственно: θ_1, θ_2 и θ_3. Первое слагаемое характеризует изменение признака по фактору m, второе характеризует изменение признака по фактору n. Слагаемое θ_3 называется остаточной суммой квадратов и характеризует влияние неучтенных факторов. Сумма θ является полной суммой квадратов отклонений отдельных наблюдений от общей средней.

Оценку дисперсий найдем из выражений

$$S^2 = \frac{\theta}{zv-1}; \qquad (42.19)$$

$$S_1^2 = \frac{\theta_1}{z-1}; \qquad (42.20)$$

$$S_2^2 = \frac{\theta_2}{v-1}; \qquad (42.21)$$

$$S_3^2 = \frac{\theta_3}{(z-1)(v-1)}. \qquad (42.22)$$

Численные значения оценок параметров двухфакторного дисперсионального анализа для нашего примера приведены в таблице 42.I.

Таблица 42.I

Компонента дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Оценки дисперсий
Между средними по строкам	$\theta_1 = 44{,}9$	$(z-1) = 224$	$S_1^2 = 1{,}871$
Между средними по столбам	$\theta_2 = 689{,}3$	$(v-1) = 6$	$S_2^2 = 114{,}883$
Остаточная	$\theta_3 = 2209{,}3$	$(z-1)(v-1) = 144$	$S_3^2 = 15{,}342$
Полная (общая)	$\theta = 2943{,}4$	$(zv-1) = 174$	$S^2 = 15{,}917$

Для выяснения значимости влияния факторов m и n на исследуемый признак сравним дисперсии по факторам с остаточной дисперсией.

$$F_m = \frac{S_1^2}{S_3^2}; \qquad F_n = \frac{S_2^2}{S_3^2} \tag{42.23}$$

В нашем примере $F_m = 0{,}122$ и $F_n = 7{,}488$.
Табличные значения статистик находим по данным матрицы, таблицы 42.2

Таблица 42.2

	m	n
K_1	6	144
K_2	24	6

Найденные по табл. 42.2 значения $F_{\alpha m} = 3{,}65$ и $F_{\alpha n} = 2{,}174$ для уровня значимости $\alpha = 0{,}05$.

Сравним вычисленные и теоретические статистики

$$F_m = 0.122 < F_{(4)m} = 3.85; \quad F_n = 7.488 > F_{(4)n} = 2.17. \qquad (42.24)$$

Из (42.24) следует, что нулевая гипотеза о равенстве средних по строкам подтверждается, т.е. влияние фактора m на исследуемый признак не значимо. Нулевая гипотеза о равенстве средних по столбцам не подтверждается, т.е. влияние фактора n на исследуемый признак значимо.

Аналогичный результат получен и для случая, когда в качестве исследуемого признака принимался объем извлеченного флюида. На основании выполненного корреляционного анализа и двухфакторного дисперсионного можно сделать следующие выводы:

1. Выявленные по данным высокоточного нивелирования оседания земной поверхности для рассмотренного примера техногенного происхождения.

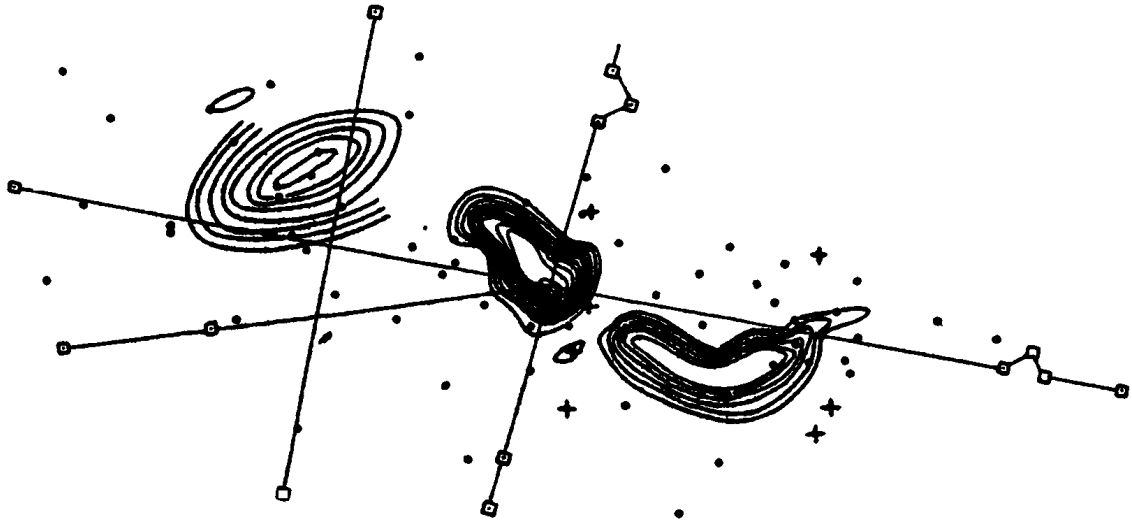
2. Основным фактором, влияющим на оседание земной поверхности при разработке нефтяных месторождений, является нефть содержащий коллектор и его характеристики: эффективная нефтенасыщенная толщина, площадь, пористость, тип залежи (ловушки) и др.

КАРТА НАКОПЛЕННОЙ ЗАКАЧКИ ВОДЫ

1 - добывающая скважина; 2 - нагнетательная скважина; 3 - геодезический пункт;

4 - линия равных значений закачки воды; 5 - просекальная линия

КАРТА ТЕКУЩЕГО ОТБОРА ЖИДКОСТИ

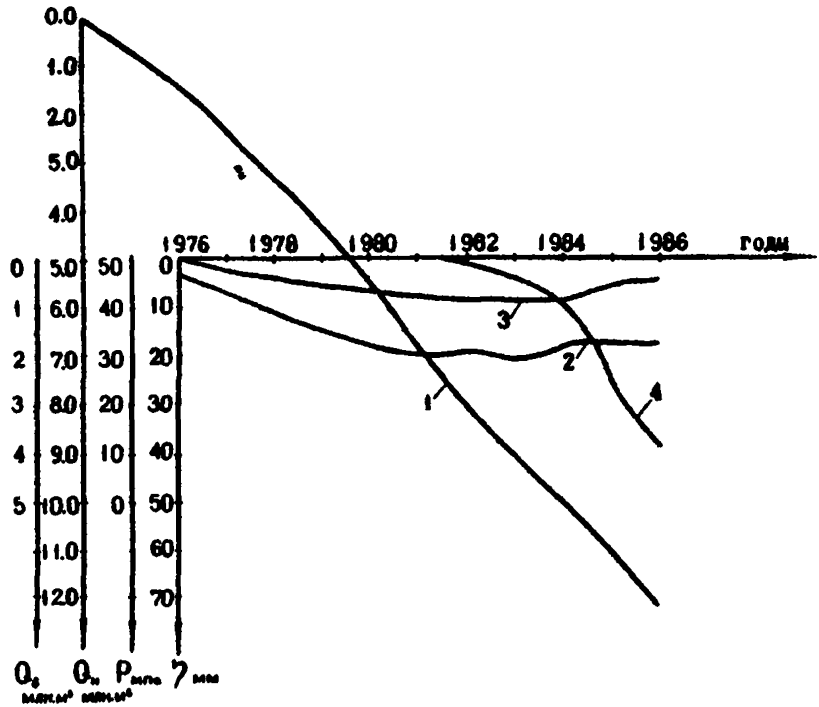


изолиния отбора жидкости

КАРТА ТЕКУЩЕГО ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ



– изолинии пластового давления



Графики параметров разработки и оседаний земной поверхности.

I - объем добытой жидкости; 2 - падение пластового давления; 3 - оседания земной поверхности; 4 - закачка воды

Приложение 44
(к п. I.4)

ПРИМЕРНАЯ ФОРМА УЧЕТА ЗЕМЕЛЬ

Учет земель в производственных объединениях и нефтегазодобывающих управлениях осуществляется маркшейдерской службой по форме, согласованной с соответствующими службами на местах. Примерная форма учета дана в настоящем приложении.

Нефтегазодобывающие управления обязаны:

иметь планы земельных отводов в масштабах I:25 000 + I:5 000, на которых должны быть показаны отведенные земельные участки;

вести учет отведенной предприятию земли во временное и постоянное пользование по угодьям, колхозам, совхозам и районам с указанием сроков возврата земель, отведенных во временное пользование (карточки I, 2 и 3);

не реже одного раза в два месяца представлять объединению, по разработанной маркшейдерско-геодезической службой объединения форме, справки о возврате земли прежним землепользователям и на I января каждого года - о количестве отведенной и возвращенной прежним землепользователям земли за год с указанием оставшихся за предприятием земель постоянного и временного пользованияпо угодьям и районам.

Годовая справка должна быть сверена с данными районных органов землеустройства.

Объединение осуществляет учет земель (по угодьям) временного и постоянного пользования, числящихся за каждым предприятием объединения. Учет числящейся за предприятием земли должен вестись раздельно по каждому административному району. В ведомости учета (карточки 3 и 4) вносятся: приход земель по получении правительственных постановлений на отвод земли предприятию и списание земель по справкам предприятий о возврате земли. Ведомости учета с предприятиями сличаются в конце года по справкам предприятий.

3. В целях осуществления контроля за прохождением дел на отвод земельных участков в районных и вышестоящих инстанциях каждое предприятие одновременно с возбуждением ходатайства на отвод земли оформляет карточку прохождения земельного дела (карточка I), в которую заносятся следующие сведения: куда и когда направлено дело, кем рассмотрено и каково окончательное решение по данному делу.

Карточка оформляется по поступлении земельного дела из районных организаций в областные, краевые органы.

Описание карточек учета земель

Карточка I - является дубликатом земельного дела. Ведется на предприятиях и в объединении в период от возбуждения ходатайства на отвод земли до принятия правительственного решения; в дальнейшем она может служить контрольной карточкой на возврат земель, отведенных во временное пользование.

Площадь испрашиваемых земель по угодьям записывается в виде дроби, где числитель - земли постоянного пользования, а знаменатель - земли временного пользования. Например, $\frac{0,33}{I,82}$, здесь 0,33 - земли, испрашиваемые в постоянное пользование, а I,82 - во временное.

На обороте карточки отмечается движение земельного дела.

Карточка 2 - ведется только в НГДУ и УБР. По ней учитывается земля, отведенная предприятию, по землепользователю (колхозу, совхозу, лесхозу и т.д.). В графе I указывается, по какому решению отведена земля или за какой период возвращена; в графах 2-7 указывается, по угодьям, площадь отведенной или возвращенной земли по каждому документу; в графах 8-I4 подводится итог на любую дату.

В числителе - земли постоянного пользования, в знаменателе - земли временного пользования, без дроби - итог постоянных и временно отведенных земель.

На обороте указывается площадь возвращенных земель (просроченных возвратом) по угодьям на отчетную дату, установленную объединением.

Карточка 3 - ведется на предприятиях и в объединении. Заполняется аналогично карточке 2. В этой карточке ведется учет земель по административным районам и их движение на любую дату.

Карточка 4 - ведется в объединении на каждое предприятие. Заполняется аналогично карточке 2. По этим карточкам можно составить справку на любую дату о числящихся за каждым предприятием или в целом за объединением землях или справку о движении земель.

Учет земель

Карточка I

№ 28-271 зм
"24" УШ 1988 г.

НГДУ _____

Район _____ Срок временного отвода до 01.10.88

Цель отвода Скв. 338, 370, 371, 723, 745, 2200 с коммуникациями, очистные сооружения

чья земля / угодья	Наименование постоянного землепользователя				Всего, га
Пашня	0,33 I,82	0,62 7,96	0,47 3,07	I,00 -	2,42 I2,87
Выгон	I,69 7,78	- 0,57	- -	- -	I,69 8,35
Сенокос	0,32 0,70	- -	- -	- -	0,32 0,70
Лес	0,5I 0,70	- -	- -	- -	0,5I 0,70
Др.угодья	- -	- -	- -	6,29 -	6,29 -
Итого:	2,85 II,0	0,62 8,55	0,47 3,07	7,29 -	II,23 22,62
Всего:	I3,85	9,I7	3,54	7,29	33,85

Учет земель

Карточка 2

НГДУ _____

(название района и землепользователя)

Числится на / Отведено по документу / Возвращено за период	Отведено, возвращено, га: всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	Числится, га: всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	Примечание
Отведено в 1986 г.	44,00	12,00	12,00	18,00	2,00	-	64,00	10,00	32,50	21,50	-	-	
	78,50	16,00	24,00	32,00	4,00	2,00	131,00	40,00	48,50	42,00	-	0,50	
	122,50	28,00	36,00	50,00	6,00	2,50	195,00	50,00	81,00	63,50	-	0,50	
Возвращено в 1986 г.	6,00	6,00	-	-	-	-							
	144,50	52,00	72,00	18,00	2,00	0,50							
	150,00	58,00	72,00	18,00	2,00	0,50							
Числится на 01.01.87							102,00	16,00	44,50	39,50	2,00	-	
							65,00	4,00	0,50	56,00	2,00	2,50	
							167,00	20,00	45,00	95,50	4,00	2,50	
*	21,25	13,39	5,10	2,52	-	0,24	123,25	29,39	49,60	42,02	2,00	0,24	
	77,26	47,60	10,59	17,65	-	1,42	142,24	51,60	11,09	73,65	2,00	3,92	
	11.98,51	60,99	15,69	20,17	-	1,66	265,51	80,99	60,69	115,67	4,00	4,16	

Примечание: * - Указывается соответствующее распоряжение

Карточка 2 (продолжение)

Числится на / Отведено по документу / Возвращено за период	Отведено, возвращено, га: всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	Числится, га: всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	Примечание
Возвращено с 01.01 по 01.05.67	-	-	-	-	-	-	123,25	29,39	49,60	42,02	2,00	0,24	
	8,40	3,74	1,09	1,08	-	2,49	133,86	47,86	10,00	72,57	2,00	1,43	
	8,40	3,74	1,09	1,08	-	2,49	257,11	77,25	59,60	114,59	4,00	1,67	
Возвращено с 01.07 по 01.12.67	-	-	-				123,25	29,39	49,60	42,02	2,00	0,24	
	13,27	4,66	8,41				120,59	43,00	1,59	72,57	2,00	1,43	
	13,27	4,66	8,41				243,84	72,69	51,19	114,59	4,00	1,67	

Учет земель

Карточка 3

НГДУ _____

Числится на _____	Отведено, возвращено, га				
Отведено по документу Возвращено за период	всего	пашня	выгон	сенокос	лес
Отведено в 1986 г.	30,47	13,26	13,72	2,01	-
	145,64	81,85	28,81	10,95	2,00
	176,31	95,13	42,53	12,96	2,00
Возвращено в 1986 г.	11,23	7,15	4,08	-	-
	267,36	190,35	62,19	5,40	-
	278,59	197,50	66,27	5,40	-
Числится на 1.01.87					
*	4,18				3,41
	-				-
Итого на 1.02.86	4,18				3,41
*	21,25	13,39	5,10	2,52	
	77,26	47,60	10,59	17,65	
Итого на 1.03.87	98,51	60,99	15,69	20,17	
*	10,52	0,72		6,25	
	36,89	3,59		20,99	
	47,41	4,31		27,24	
Возвращено с 01.05 по 01.07.87	-	-	-	-	
	8,40	3,74	1,09	1,08	
Итого на 1.07.87	8,40	3,74	1,09	1,08	

Примечание: * - Указывается соответствующее распоряжение.

Карточка 3 (продолжение)

Район _____

Числится, га							Примечание
другие угодья	всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	
I,46	875,79	392,22	II5,47	I06,II	I55,60	I07,39	
22,23	277,I7	I93,20	73,8I	0,38	-	9,76	
23,69	II52,96	585,42	I89,28	I06,49	I55,60	II7,I7	
-							
9,42							
9,42							
	895,03	398,35	I25,II	I07,I2	I55,60	I06,85	
	I55,65	84,70	40,43	5,93	2,00	22,59	
	I050,68	483,05	I65,54	II3,05	I67,60	I3I,44	
0,77	899,2I	398,35	I25,II	I07,I2	I59,0I	I09,60	
-	I55,65	84,70	40,43	5,93	2,00	22,59	
0,77	I054,86	483,05	I65,54	II3,05	I6I,0I	I32,2I	
0,24	920,46	4II,74	I30,2I	I09,64	I59,0I	I09,86	
I,42	232,9I	I92,30	5I,02	23,58	2,00	24,0I	
I,66	II53,37	544,04	I8I,23	I33,22	I6I,0I	I33,87	
9,55							
I2,3I							
I5,86							
-	930,98	4I2,46	I30,2I	II5,39	I59,0I	II3,4I	
2,49	26I,40	I32,I5	49,03	43,49	2,00	33,63	
2,49	II92,38	544,6I	I80,I4	I59,38	I6I,0I	I47,24	

Учет земель

Карточка 4

НГДУ _____

Числится на / Отведено по документу / Возвращено за период	Отведено, возвращено, га: всего	пашня	выгон	сенокос	лес
Отведено в 1986	116,92	54,99	31,22	19,74	2,01
	371,27	192,57	67,92	55,66	15,24
	488,19	247,56	99,14	75,60	17,25
Возвращено в 1986	15,40	7,79	5,36	0,61	
	755,54	489,69	169,05	40,40	
	770,94	497,48	174,41	41,01	
Числится на 1.01.87					
*	1,47				1,47
	3,94				3,94
	5,41				5,41
*	4,18				3,41
	-				-
Итого на 1.02.87	4,18				3,41
*	-	-	-	-	
	3,90	2,88	0,06	0,60	
	3,90	2,88	0,06	0,60	
*	6,91	3,99	0,57		
	11,85	8,52	1,14		
	18,76	12,51	1,71		
*	21,25	13,39	5,10	2,52	
	77,26	47,60	10,59	17,65	
Итого на 1.03.87	98,51	60,99	15,69	20,17	
*	18,73	4,96	10,71		
	17,30	-	12,63		
Итого на 1.04.87	36,03	4,96	23,34		

Примечание: * - Указывается соответствующее распоряжение

Карточка 4
(продолжение)

Район _____

Числится, га							
другие угодья	всего	пашня	выгон	сенокос	лес	другие угодья	Примечание
8,96	2027,80	II28,32	3I3,47	I87,82	24I,63	I56,56	
39,68	79I,63	498,67	I69,68	36,54	-	66,74	
48,64	28I9,43	I626,99	503,I5	224,36	24I,63	223,30	
I,64							
56,40							
58,04							
	2I29,32	II75,52	339,33	206,95	243,64	I63,88	
	407,96	20I,55	88,55	52,00	I5,24	50,02	
	2536,68	I377,07	427,88	258,95	258,88	2I3,90	
0,77	2I34,97	II75,52	339,33	206,95	248,52	I64,65	
-	4II,30	20I,55	88,55	52,00	I9,I8	50,02	
0,77	2546,27	I377,07	427,88	258,95	267,70	2I4,67	
-							
0,36							
0,36							
2,35							
2,I9							
4,54							
0,24	2I63,I3	II92,90	345,00	209,47	248,52	I67,24	
I,42	504,3I	260,55	I00,34	70,25	I9,I8	53,99	
I,66	2667,44	I453,45	445,34	279,72	267,70	22I,23	
I,06	2I8I,86	II97,86	365,7I	209,47	248,52	I70,30	
4,67	52I,6I	260,55	II2,97	70,25	I9,I8	56,66	
7,73	2703,47	I458,4I	478,68	279,72	267,70	226,96	

Приложение 45

Обязательное

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерений	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
	I. Камеральная проверка:			
I. Постройка и восстановление пунктов триангуляции и полигонометрии	Качество геометрического построения сети (ходов)	пункт	20	Акт камерального контроля
	Расчет высоты знаков, полнота, комплектность и качество оформления материалов			
	Полевая и камеральная обработка результатов наблюдений, полевые журналы, листы графического определения, материалы исследования инструментов, методика работ, полнота содержания и качество оформления полевой документации и материалов камеральной обработки	журнал	25	

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерений	Объем контроля от объема выполненных работ,	Документы и материалы, составляемые при контроле
	2. В полевых условиях проверяется: постройка знаков, закладка центров и ориентирных пунктов, установленная высота знаков, наличие необходимого оборудования и снаряжения, обеспечивающего качество и безопасность проведения работ	пункт	5-I0	Акт полевого контроля
2. Нивелирование	I. Камерально проверяются материалы и документы выбора, трасс, закладки реперов и марок; исследования инструментов и компарирования реек с описанием местоположения реперов и марок, полевые журналы, материалы, материалы полевой обработки и контроля	абрис	5	Акт камерального контроля
	Изучается методика работ, привязка ходов, высота визирного луча, допуски на станциях и наличие актов сдачи знаков на наблюдение за сохранностью.	пункт акты	I0 I00	Акт камерального контроля

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерений	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
	2. В полевых условиях проверяется закладка грунтовых и стенных марок с выборочным вскрытием отдельных грунтовых реперов, состояние приборов, реек, условия их хранения	репер	I0	Акт полевого контроля
	Проверяется работа нивелирных бригад на станциях, своевременность обработки полевых материалов	станция	I0	
	Контрольные ходы прокладываются выборочно в наиболее слабых местах системы полигонов	ход	5	
3. Геодезические сети	I. Камерально проверяются материалы рекогносцировки и развития сети; журналы наблюдений, листы графического определения элементов приведения, журналы нивелирования, густота пунктов планового и высотного обоснования	журналы	I0	Акт камерального контроля
	Материалы вычисления координат и высот пунктов и реперов, методика работ, полнота содержания и качество оформления материалов	журналы	I0	

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерений	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
	2. В поле проверяются качество знаков и закладки центров путем выборочного осмотра построенных знаков; высота и надежность наружного закрепления пунктов	пункт	20	Акт полевого контроля
	Измерение углов и линий (у каждого исполнителя	пункт	5	
4. Вынос на местность, разбивка и привязка площадок под скважины, проектов обустройства	I. Камерально проверяются: полнота использования имеющегося аэрофотосъемного, геодезического и картографического материала, соответствие методики работ условиям, срокам и видам работ по разбуриванию месторождений (реализуется проект разведки, опытно-промышленной или промышленной обработки); журналы полевых наблюдений, ведомости вычислений результатов наблюдений. В камеральных условиях тщательно проверяется аналитическая подготовка выноса проекта обустройства в	скважины	50	Акт камерального контроля
		объект	I5	Акт камерального контроля

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерения	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
	натуру: решается обратная геодезическая задача, изучаются рабочие чертежи и т.д.			
	2. При полевом контроле проверяются: выборочно инвентарные номера используемых аэрофотоснимков, сверяются со схемой наклейного монтажа, на аэрофотоснимках производится опознавание ранее пробуренных скважин, а также точек геодезической сети. Опознанные на снимках топографические объекты сверяются с предметами на местности			
	В случае необходимости на местности производятся выборочно планово-высотные определения положения скважин и объектов обустройства	ход	15	
5. Топографическая и маркшейдерская съемка	Проложение контрольных ходов с определением высотных и плановых пикетов, промеры и контроль характеристик элементов ситуации и	месторождение, скважина	50	Акт полевого контроля

	Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерения	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
		рельефа. Съемка подземных коммуникаций. Проверка качества вычерчивания и применения условных знаков			
6.	Съемка по квадратам	Проложение теодолитно-нивелирных диагональных ходов с набором пикетов через 20 м	план	до I0	Акт полевого контроля
7.	Трассировочно-разбивочные работы, в т.ч. на геодинамических полигонах	Контрольные измерения длин сторон и углов в основных ходах	ход	I0	
		Контрольные измерения расстояний и ординат точек створа	точка	I0	Акт полевого контроля
		Проверка качества оформления материалов	створ	5-I0	
8.	Дополнительная топографо-маркшейдерская съемка месторождений и промплощадок	Корректура планов, своевременность и правильное пополнение подземных коммуникаций и наземных объектов (соблюдение проектных уклонов в пределах каждого направления, правильное применение условных знаков)	планшет или месторождение	I0-I5	Акт контроля

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерения	Объем контроля от объема выполненных работ,	Документы и материалы, составляемые при контроле
	Контрольные замеры числовых характеристик колодцев и подземных коммуникаций, приборная проверка отметок месторождения трасс и сооружений	планшет или месторождение	20	Акт полевого контроля
9. Вычислительные работы	Проверка соответствия выполненных измерений и вычислений требованиям технических инструкций, выполнения положенных контролей, согласованности со смежными материалами, наличия записей о поверках и считках		100	Акт камерального контроля
	Поверка полноты оформления и наличие подписей в контрольном листе, прилагаемом к материалам вычислений		100	
10. Составление каталогов	Проверка каталога координат и высот пунктов государственной геодезической основы	каталог	100	Акт камерального контроля
	Проверка каталога координат и высот устьев и забоев скважин	каталог	100	
	Проверка планшетов расположения устьев и забоев скважин	месторождение (площадь)	100	

Наименование работ	Ориентировочный перечень основных операций проверки	Единица измерений	Объем контроля от объема выполненных работ, %	Документы и материалы, составляемые при контроле
	Своевременное пополнение и оформление всех материалов по п. 10			
II. Техническая рекультивация	Контроль технической рекультивации земель, нарушенных при строительстве скважин и объектов обустройства месторождений	скважина, отдельный объект,	10	Акт контроля
	Контроль учета земель и восстановление первоначального рельефа местности перед сдачей земель постоянным землепользователям	скважина, отдельный объект	10	

Прилокение 46

Обязательное

А К Т

технического контроля маркшейдерских и геодезических (топографических, картографических, фотограмметрических) работ, выполненных _____

_____

(исполнителем, отрядом, партией, экспедицией)

на объекте _____

(участок работ, № титула)

_____ "___"_____I98 г.

(место)

Разрешение на производство работ № ____ от "___"_____I9 г.

Контроль произведен _____

(должность)

_____

(Ф.И.О.)

на основании _____

(приказа, распоряжения, графика)

при участии _____

(должность, Ф.И.О.)

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

I. Объем и виды выполненных работ. Соответствие их графику.

2. Инструкции и проекты, принятые для руководства при исполнении работ.

3. Состояние приборов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

I. Характеристика завершенности работ по процессам.

2. Результаты контроля. Значения полученных и допустимых погрешностей по каждому виду работ.

3. Техническая дисциплина. Характер нарушений и отклонений в примененной методике от установленной инструкциями и проектами.

Причины и последствия допущенных отклонений и нарушений в технологии работ.

2.4. Состояние полевых и камеральных материалов и документов.

2.5. Полнота содержания и качество оформления их.

3. СОСТОЯНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Знание правил безопасного ведения работ. Когда и как был проведен инструктаж.

3.2. Обеспечение средствами безопасного ведения работ.

4. ВЫВОДЫ

4.1. Оценка качества работ и соответствие их требованиям действующих инструкций.

4.2. Общая характеристика состояния организации и обеспечение выполнения графика работ.

4.3. Состояние охраны труда и техники безопасности.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ

По дальнейшему ведению работ со сроками исполнения

Подписи: Проверяющий

Исполнитель

Приложение 47

Обязательное

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОЙ И КАМЕРАЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

I. Полевые документы

I.I. Полевые журналы для всех видов работ должны быть пронумерованы, иметь регистрационный номер, заполненный титульный лист и подписаны руководителем маркшейдерской службы НГДУ, УБР, треста и выдаваться исполнителю под расписку. Журналы, имеющие регистрационный номер, являются документами строгой отчетности и подлежат приемке руководителем маркшейдерской службы подразделения.

I.2. Запрещается:

вырывать листы из журналов;

стирать резинкой сделанные записи результатов наблюдений и писать на подчищенном месте новые записи;

пропускать страницы при записях наблюдений;

переписывать с черновиков записи наблюдений в журнал;

писать цифру по цифре.

Журналы, в которых обнаружены указанные нарушения, должны быть изъяты у исполнителя, а работа - переделана.

I.3. Полевые журналы заполняют и оформляют следующим образом:

на каждом листе указывается число, часы, метеорологические условия, условия видимости и характер изображения визирных целей в момент наблюдений;

записи наблюдений в журнале производятся простыми, хорошо отточенными карандашами средней твердост или шариковыми ручками. Записи должны быть четкими и аккуратными; все неправильные и ошибочные записи аккуратно зачеркиваются, а правильные записываются сверху над зачеркнутыми данными или в новой строке;

незаконченные приемы или выполненные неудовлетворительно перечеркиваются и сопровождаются записями о причине исключения их из дальнейшей обработки или прекращения наблюдений. Объяснения подписываются исполнителем;

особо тщательно выполняются зарисовки визирных целей, мест установки реек при привязках к пунктам и реперам государственной геодезической сети, а также абрисы закладываемых пунктов и реперов;

тщательно выполняются записи и обработка материалов исследований приборов. Записи и вычисления результатов исследований производятся в специальных бланках, сшиваются и подписываются исполнителями;

в журналах делаются записи о начале и завершении хода, а по окончании наблюдений на пункте журнал подписывается исполнителем на последней странице с записями наблюдений. В конце журнала, в случае продолжения хода, делается запись о номере журнала, в котором будут продолжены записи того же хода, а в новом журнале дается сноска на номер журнала, где сделаны записи начала хода. Во всех журналах должны быть схемы ходов или сетей;

в полевых журналах должны быть записаны и обработаны периодические поверки приборов (определение угла нивелира, МО ки. регеля, 2С у теодолита);

листы графического определения элементов приведения оформляются тушью. На листах выписываются все значения

и контрольных углов;

все полевые вычисления должны производиться на бланках установленной формы.

Вычисления должны быть четкими и аккуратными и проведены в объеме, предусмотренном инструкциями.

Все ведомости полевых вычислений подписываются исполнителем и помощником и сшиваются в тетради.

2. Камеральные документы

2.I. Формуляры к маркшейдерским планам и картам являются основным документом, характеризующим качество, точность и методику выполненных работ и подлежат четкому, аккуратному и полному заполнению по всем разделам. Все записи должны давать исчерпывающие данные по каждому разделу, проверяются, подписываются ответственными лицами по завершении работ по каждому процессу. В формуляре должна быть дана оценка качества карты или топографического плана в целом.

2.2. Абрис и описания местоположения пунктов геодезической основы и закрепленных точек геологических исследований должны соответствовать картам избранного масштаба, правильно ориентированы, а все чертежи и описания должны быть четкими и соответствовать друг другу.

2.3. Каталоги геодезических пунктов и знаков нивелирования составляются в полном соответствии с настоящей инструкцией.

2.4. Каталоги закрепленных пунктов съемочного обоснования должны содержать сведения:

объект и год работ (название участка, организация, проводившая работы, год и месяц производства работ);

номер и название точек;

характер точки или пункта и год исполнения (геодезическая основа, точка теодолитного хода, репер, точка на магистрали, точка гравиметрических наблюдений, пересечения магистралей с профилями и др.);

тип закрепления и высота наружного знака (закладная точка, пни, столбы с центром, пирамида, веха и др.);

координаты точки;

высота точки;

метод определения высоты (вид нивелирования);

характеристика точности определения координат, абсолютное значение погрешностей.

2.5. Все каталоги обязательно сопровождаются схемами размещения точек, а также краткой объяснительной запиской.

2.6. Ведомости вычисления координат и высот пунктов, уравнительных вычислений и другие документы по вычислениям должны быть чистыми, аккуратными, содержать четкие и ясные записи. Документы должны быть считаны и подписаны исполнителями

2.7. Все полевые документы, схемы, ведомости вычислений и уравнивания, кроки и каталоги брошюруются в папках по каждому объекту. На наружной стороне папок указывается название организации, выполняющей работы, название объекта, содержание папки, номер журналов, ведомостей вычислений, фамилии испол-

нителей и дата производства работ. На обратной стороне папки дается подробное оглавление, которое подписывается лицом, оформляющим папки.

2.8. Все аэроснимки хранятся в папках специального размера (20 х 20). Снимки с контрольным опознаванием хранятся в отдельных папках. На наружной стороне папки указывается название организации, объекта, год производства аэрофотосъемки и полевых работ и номенклатура трапеций, покрываемых аэроснимками. На внутренней стороне дается полная цифровая схема.

2.9. Карты, маркшейдерские планы, фотосхемы, фотопланы, синьки и оттиски хранятся в жестких или мягких папках или пакетах специального формата и должны иметь предохраняющие от грязи и повреждения покрышки ("рубашки").

Приложение 48

Обязательное

Составляется в момент обнаружения брака, непосредственно на месте контроля (приемки)

А К Т

на обнаруженный брак маркшейдерских и геодезических работ, выполненных _____
(исполнителем, отрядом, партией, экспедицией)

_____ "___"_____ 198__ г.
(место)

Брак обнаружен представителем (комиссией) _____
_____
(организация, должность, Ф.И.О.)
в период производства текущего контроля (приемки) маркшейдерских и геодезических работ (полевых, камеральных) в присутствии
_____
(исполнителя, нач.партии, отряда, экспедиции)
путем контрольных полевых измерений, при просмотре полевых и камеральных материалов, проверке методики вычисления (ненужное вычеркнуть)

Существо брака _____
_____
_____

Объем и сметная стоимость забракованных работ
_____

Причины, вызвавшие брак _____
_____
_____
_____

Предложения о порядке и сроках ликвидации брака и использования забракованных материалов
_____
(уничтожение или частичное использование)

Предложения по возмещению убытков от брака и ответственности виновных лиц _____

_____

_____

_____

Комиссия
/представитель/ 1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Исполнитель _____

Гл.маркшейдер НГДУ _____

Приложение 49

Обязательное

А К Т

приемки маркшейдерских и геодезических работ

от _____
(исполнителя, отряда, партии, экспедиции)

за _____ 198__г. _____
(месяц, квартал) (место)

Мы, нижеподписавшиеся _____

_____
(гл.маркшейдер объединения, НГДУ, нач.партии)

с одной стороны, и _____
(исполнитель, нач.отряда, партии)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что первый ПРИНЯЛ, а второй СДАЛ завершенные маркшейдерские и геодезические работы, выполненные на _____
(объект, участок, проект)

Разрешение на производство работ №____ от "____"_____19 в следующих объемах:

Виды работ	Единица измерения	План	Выполнено	Принято	Сметная стоимость принятых работ	Качество принятых работ		
						Отлично	Хорошо	Удовлетворительно.

Сметная стоимость незавершенных работ _____ тыс.руб.
Перечень и объемы учтенных актом незавершенных работ:

_____

Фактическая стоимость забракованных работ _____ тыс.руб.
Работы забракованы по следующим причинам:

_____

_____

Акт составлен в _____ экз., из которых первый находится _____, второй _____, третий _____

Работу СДАЛ

Работу ПРИНЯЛ

Приложение 50

Справочное

ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Средняя квадратическая погрешность построения сетки координат линейкой Дробышева равна ± 0,1 мм, при вычерчивании средняя квадратическая погрешность вершин сетки увеличивается до ± 0,14 мм, предельная погрешность достигает 0,26 мм. Поэтому при измерении координат точек на координатографе точность ориентирования основы снижается из-за погрешностей положения точек координатной сетки, по которой производится ориентирование. Это следует иметь в виду при дополнительном нанесении пунктов по уже вычерченной сетке, например, при обновлении планов. Основу целесообразно ориентировать по угловым точкам координатной сетки и проверять по другим точкам. Точность измерения координат точек координатографом на планшете и на мягкой основе одинакова и характеризуется средней квадратической погрешностью ± 0,06 мм, погрешности измерения координат с вероятностью 95 % не превышают 0,12 мм.

Погрешности копирования точек на лавсан и чистую восковку подчиняются закону нормального распределения случайных величин, систематическая часть погрешности близка к нулю. В процессе копирования и при следующих измерениях промасленная восковка растягивается. При этом систематическая погрешность направлена поперек кромки рулона и равна + 0,22 мм.

В процессе светокопирования на аппарате типа СКА-1 лавсан не подвергается заметной деформации. Размеры промасленной и чистой восковок уменьшаются в процессе получения светокопий, причем более интенсивно поперек кромки рулона. При многократном повторении процесса светокопирования деформации уменьшаются и имеют тенденцию к стабилизации. Деформации вдоль кромки рулона восковки имеет меньшее значение и стабилизируется быстрее, чем поперек. Из-за остаточной деформации восковки размером 40 х 40 см погрешности взаимного положения крайних

точек достигают 0,6 и I,7 мм соответственно вдоль и поперек кромки рулона.

Средние квадратические погрешности взаимного положения точек из-за деформации диазотипной бумаги в среднем на основе составляют ± 0,25 мм, причем вдоль кромки ± 0,24 мм, поперек ± 0,09 мм. Средняя систематическая погрешность положения точек на основе за счет растяжения диазотипной бумаги в СКА вдоль кромки равна + 0,I2 мм, а за счет сжатия поперек - -0,II мм. В основном погрешность положения точек на аммиачной светокопии за счет деформации диазотипной бумаги достигает предельного значения 0,8 мм.

Положение точек на светокопиях зависит от погрешностей нанесения и вычерчивания точек на планшете $m_{пл}$, копирования $m_к$, деформации прозрачной основы $m_{д.ф}$ и диазотипной бумаги $m_{д.б}$ и характеризуется средней квадратической погрешностью

$$m_{сак} = \sqrt{m_{пл}^2 + m_к^2 + m_{д.ф}^2 + m_{д.б}^2}$$

Суммарная средняя квадратическая погрешность светокопировального процесса с учетом влияния внешних условий и хранения копии рассчитывается по формуле:

$$m_{нак} = \sqrt{m_{нагр}^2 + m_к^2 + m_{д.ф}^2 + m_{д.б}^2 + m_{в.н}^2 + m_{гр.в}^2 + m_{гр.б}^2}$$

где $m_{нагр}$ - средняя квадратическая погрешность деформации восковки из-за нагрева на копировальном столе;

$m_{вн}$ - средняя квадратическая погрешность влияния внешних условий на прозрачную основу (солнечных лучей, складывания восковки);

$m_{гр.в}$, $m_{гр.б}$ - средние квадратические погрешности, вызываемые условиями хранения восковки и диазотипной бумаги.

Средние квадратические погрешности получения копий разными способами приведены в табл. 50.I. Средние квадратические погрешности положения контурных точек на топографических основах, изготовленных разными способами, приведены в табл. 50.2.

При изготовлении копий маркшейдерских, геологических, структурных карт и разрезов, а также карт разработки нефтяных и газовых месторождений и при определении координат устьев скважин или других характерных точек необходимо учитывать следующее:

искажения в положении точек на аммиачных светокопиях в большой мере зависят от деформации прозрачной основы в светокопировальном аппарате, достигающей 0,4 мм на 10 см;

при многократной печати одной восковки возрастает разброс погрешностей от среднего положения, определяющего систематическую деформацию. Погрешность взаимного положения точек на краях копии вследствие деформации восковки может достигать 1,9 мм;

лавсан не деформируется в процессе копирования и печати в СКА;

промасленная восковка растягивается при копировании и имеет большую деформацию при печати, чем непромасленная. При копировании на светостоле восковка растягивается на 0,65 мм на 10 см. Не рекомендуется промасливать восковку для получения большей прозрачности и копировать на восковку на светостоле;

для получения аммиачных светокопий следует по возможности использовать прозрачные недеформирующиеся пластики. В этом случае можно не вводить поправки за деформацию копии;

при печати на СКА рекомендуется располагать перпендикулярно кромки восковки и диазотипной бумаги, так как в этом случае уменьшается деформация копии;

при определении координат точек на светокопиях, полученных с восковок, необходимо в координаты точек вводить поправки за деформацию, отдельно для каждого квадрата координатной сетки;

оптимальными способами изготовления копий топографических планов является фотомеханический, а также офсетная печать;

наиболее точными копиями являются фотокопии на недеформирующейся основе и тиражные оттиски.

Таблица 50.I

КВАДРАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОПИЙ, мм

Наименование средней квадратической погрешности	Светокопии			Фотокопии		
	прозрачная основа					
	восковка	промасленная восковка	лавсан	ватман	жесткая основа	Тиражные оттиски
Копирования с оригинала	0,08	0,33	0,I2			
Деформации прозрачной основы	0,36	0,46	0,00			
Деформации диазобумаги	0,25	0,25	0,25			
Процесса получения копий	0,45	0,62	0,25	0,90	0,20	0,30
Прозрачной основы от влияния внешних (климатических условий) $m_{вн}$	0,35	0,35	-			
Прозрачной основы от нагрева светокопировального стола $m_{нагр}$	0,9I	0,9I	-			
Хранение восковки $m_{хр.в}$	0,05	0,05				
Хранение бумаги $m_{хр.с}$	0,I8	0,I8	0,I8	0,I8		0,I8
Суммарная	I,09	I,I7	0,33	0,92	0,20	0,35
При условии $m_{нагр} = 0$	0,60	0,74	0,33			
При условии $m_{нагр} = m_{вн} = 0$	0,48	0,65	0,33			

Таблица 50.2

СРЕДНИЕ КВАДРАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТУРНЫХ ТОЧЕК НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ОСНОВАХ И ДРУГОЙ ГРАФИКИ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ

Способ изготовления копии	Средние квадратические погрешности, мм для масштабов			
	1:500	1:1 000	1:2 000	1:5 000
Светокопии				
1. С лавсана суммарная	0,68	0,51	0,49	0,45
без учета хранения копии	0,65	0,49	0,46	0,42
2. С восковки суммарная	1,21	1,16	1,14	1,13
при копировании без нагрева на светостоле	0,85	0,72	0,70	0,68
без учета влияний внешних условий	0,76	0,62	0,60	0,58
без учета влияний внешних условий и хранения копии	0,74	0,60	0,58	0,55
3. С промасленной восковки суммарная	1,31	1,24	1,22	1,22
при копировании без нагрева на светостоле	0,95	0,84	0,83	0,80
без влияния внешних условий	0,88	0,76	0,74	0,72
без учета влияний внешних условий и хранения копий	0,85	0,74	0,71	0,69
Фотокопии				
на ватмане	1,09	1,00	0,99	0,97
на недеформируемой основе	0,62	0,45	0,41	0,36
Тиражные оттиски	0,69	0,54	0,50	0,47

Приложение 5I

Справочное

РЕШЕНИЕ МАССОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ НА ПРОГРАММИРУЕМЫХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРАХ

Приведенные программы предназначены для решения задач на программируемых микрокалькуляторах (МК): "Электроника БЗ-34", "Электроника МК-54", "Электроника МК-56", "Электроника МК-6I" и "Электроника МК-52" (в дальнейшем: БЗ-34, МК-54, МК-56, МК-6I и МК-52).

Программы, обозначенные только порядковым номером, могут быть использованы для работы с любым из вышеуказанных МК. Если номер программы дополнен через косую черту числом 34, то эту программу можно использовать только для БЗ-34, МК-54 и МК-56, а если числом 6I, то только для МК-6I и МК-52.

С целью унификации обозначения тождественных операций, обозначенных на различных МК по-разному, приведены к принятым для БЗ-34 (таблица 5I.I).

Ввод программы производится после перевода МК в режим "Программирование" нажатием клавиш В/О F ПРГ, после ввода программы МК переводится в режим "Автоматическая работа" нажатием клавиш F АВТ.

Размещение данных в регистрах памяти перед началом счета по программе обозначено выражением $a = PN$ (N - цифровой или буквенный номер регистра памяти и операционных регистров X, У), что означает: занести число a в регистр памяти с номером N. Размещение данных в регистрах после выполнения счета по программе описывается выражением $PN = a$, что значит: вычисленное значение a хранится в регистре с номером N.

Таблица 5I.I

Операции	Обозначение операции	
	в тексте программы	на клавиатуре микрокалькулятора
Извлечение числа из регистра памяти (- цифровой или буквенный номер регистра памяти)	ИП*N*	ИП*N* и П-х*N*
Засылка числа в регистр	П*N*	П*N* и х-П*N*
Обратные тригонометрические функции	*arcsin*, *arccos* *arctg*	*arcsin*, *arccos*, *arctg* и sin^{-1}, cos^{-1}, tg^{-1}
Обмен содержимого операционных регистров X и У	ХУ	⇅ и ↔
Ввод числа в регистр У		↑ и В↑
Кольцевое передвижение информации в стеке	F→	F↻

Засылка числа с индикаторного регистра (регистра X) в регистр памяти производится нажатием клавиши х-П (для БЗ-34 клавиши П) и клавиши, соответствующей номеру регистра, а засылка числа в регистр У - нажатием клавиши В↑ (для БЗ-34 клавиши ↑). Вызов числа из регистра памяти в регистр X (индикатор) производится нажатием клавиши П→х (для БЗ-34 клавиши ИП) и клавиши, соответствующей номеру регистра памяти, а вызов числа из регистра У в регистр X - нажатием клавиши ↔ (для БЗ-34 клавиши ⇅).

При работе со всеми программами переключатель "РАДИАН-ГРАД-ГРАДУС" должен быть переведенным в положение "ГРАДУС".

Ввод значений углов при работе с программами предусмотрен в вариантах:

I) в градусах и долях градуса;

2) в градусах и минутах - при этом значения градусов от-

деляются от значений минут запятой (например: 57^{0} 36,9′ представляется числом 57,369);

3) в градусах, минутах и секундах (например: $57^{0}28$ 54,9 представляется числом 57,28549);

4) градусы, минуты, секунды (градусы, минуты) угла представляются тремя (двумя) числами и вводятся в три (два) регистра памяти.

Основная форма записи программ - в виде таблицы с указанием адресов, команд и кодов. Отдельные программы (варианты программы) записаны в строку, по десять команд в строке, без указания адресов и кодов команд.

I. Перевод угловых минут и секунд в десятые доли градуса

В МК-61 и МК-52 предусмотрены операции перевода значений углов, выраженных в градусах, минутах и секундах (градусах, минутах) в значения, выраженные в градусах и долях градуса. В БЗ-34 (МК-54, МК-56) градусы, минуты и секунды при работе с программой нужно представлять тремя числами. Однако значение угла можно представить одним числом (целая часть числа - градусы, последующие разряды минуты и доли минут или минуты, секунды и доли секунд), если использовать операцию модификации кода.

Программа I. Перевод минут угла в доли градуса

П9	КИП9	ХУ	ИП9	-	0	,	6	÷	ИП9
+	С/П								

Работа с программой I.

Набрать на индикаторе значение угла в градусах и минутах (целая часть числа - градусы, последующие разряды - минуты и доли минут), пустить программу нажатием клавиш В/О С/П и считать после останова значение угла в градусах и долях градуса.

Программа 2. Вычисление суммы углов, выраженных в градусах, минутах и долях минут.

Сх	↑	С/П	П9	КИП9	F→	ИП9	-	0	,
6	÷	ИП9	+	+	БП	02			

Программа 2 подготавливается к счету нажатием В/О С/П.

Пуск программы выполняется нажатием клавиши С/П после набора на индикаторе значения каждого угла (угловые градусы - целая часть числа, последующие разряды - минуты и доли минут): на индикаторе высвечивается вычисляемая сумма введенных углов (в градусах и долях градуса).

Программа 3/34. Перевод градусов, минут, секунд и долей секунд трех углов в доли градуса с вычислением суммы углов.

3	ПО	Сх	КИП↑	ВП	2	ПП	I8	ПП	I5
КП↑	+	FLO	03	С/П	ВП	2	/-/	ПД	КИПД
F→	ИПД	-	0	,	6	+	ИПД	+	В/О

При вводе углы представляются одним числом: целая часть числа - градусы, десятые и сотые доли числа - минуты, последующие разряды - секунды и доли секунд. Значения углов вводятся в регистры I, 2, 3. После пуска программы 3 нажатием клавиш В/О С/П на индикаторе высвечивается сумма углов, а значения углов (в градусах и долях градуса) записаны в регистрах I, 2, 3.

Программы I-3 не имеют самостоятельной ценности и приведены для иллюстрации идеи выделения целой части числа. Заметим, что если значение градусов (целая часть вводимого числа) равно нулю, или если значение угла отрицательное, то программы I-3 дают неверный результат.

2. Обратная геодезическая задача

Однозначное вычисление значения дирекционного угла (включая случаи: $X_I = X_2$ или $Y_I = Y_2$) по программе возможно по формулам

$$S_{12} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}\ ;$$

$$\alpha_{12} = \begin{cases} \arccos \dfrac{X_2 - X_1}{S_{12}}\ , & (Y_2 - Y_1) \geqslant 0\ ; \\ 360^\circ - \arccos \dfrac{X_2 - X_1}{S_{12}}\ , & (Y_2 - Y_1) < 0 \end{cases}$$

Программа 4. Решение обратной геодезической задачи

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП3	63	08	$F x<0$	5C	I6	$F\sqrt{}$	2I
0I	ИПI	6I	09	I2	I2	I7	С/П	50
02	-	II	I0	3	03	I8	+	I3
03	↑	0E	II	6	06	I9	$F arccos$	I-
04	$F x^2$	22	I2	0	00	20	-	II
05	ИП4	64	I3	$F\rightarrow$	25	2I	$F x\geqslant 0$	59
06	ИП2	62	I4	$F x^2$	22	22	20	20
07	-	II	I5	+	I0	23	С/П	50

Работа с программой 2. Ввести исходные данные X_I = P1, $У_I$ = P2, X_2 = P3, $У_2$ = P4. Пустить программу нажатием В/О С/П и считать с индикатора значение S_{I2} (РХ = S_{I2}), нажать С/П РХ = α_{I2} (в градусах и долях градуса). Для получения значения α_{I2} в градусах и минутах (градусах, минутах и секундах) на МК-6I и К-52 программу достаточно дополнить одной командой (в этих МК имеется оператор перевода углов, выраженных в градусах и долях градуса в значения, выраженные в градусах, минутах и секундах). Для Б3-34 (МК-54, МК-56) программу 4 дополнить (с адреса 24) командами

I	+	П9	КИП9	ХУ	ИП 9	-	60	x	БП	23

При работе с такой дополненной программой считываем с индикатора целую часть α_{I2} – градусы (после двух пусков: В/О С/П РХ = S_{I2}, С/П РХ = α_{I2}) и пускаем программу нажатием С/П – на индикаторе высветится значение минут (целая часть числа), нажав еще раз С/П – считываем с индикатора секунды и доли секунд. Контрольный пример: для X_I = I, $У_I$ = 9, X_2 = -8, $У_2$ = -5 по программе 4 (дополненной командами), получим S_{I2}=I6,643316; $\alpha_{I2} = 237^0 I5' 53,\ I72''$.

3. Определение координат полярным способом

При крупномасштабных съемках четко выраженные контуры (углы капитальных зданий, люки подземных коммуникаций и т.п.) накладываются на план по координатам. При этом теодолит, установленный на пункте геодезической сети А, ориентируется по смежному пункту В (т.е. при наведении на пункт В отсчет по горизонтальному кругу равен $0^{\circ}00'$). До каждой определяемой точки измеряется расстояние и направление

Координаты определяемой точки вычисляются по формулам

$$X_i = X_A + S_i \cos(\alpha_{AB} + \beta_i);$$

$$Y_i = Y_A + S_i \sin(\alpha_{AB} + \beta_i)$$

Программа 5. Определение координат полярным способом

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П4	44	I0	+	I3	20	С/П	50
0I	ХУ	I4	II	ИП9	69	2I	ИП5	65
02	П9	49	I2	+	I0	22	F_{sin}	IC
03	КИП9	Г9	I3	ИПI	6I	23	ИП4	64
04	Г→	25	I4	+	I0	24	x	I2
05	ИП9	69	I5	П5	45	25	ИП3	63
06	-	II	I6	F_{cos}	IГ	26	+	I0
07	0	00	I7	x	I2	27	С/П	50
08	,	0-	I8	ИП2	62			
09	6	06	I9	+	I0			

Работа с программой 5.

I. α_{AB} (в градусах и долях градуса) = РI, X_A = Р2, $У_A$ = Р3.

2. Направление β_i ввести (в градусах и минутах) в регистр У нажатием клавиши ↑, значение S_i набрать на индикаторе (S_i = РУ, β_i = РХ). Пустить программу нажатием В/О С/П и считать значение X_i. Нажать С/П и считать значение $У_i$.

Для вычисления координат следующей точки достаточно повторить операции, указанные в п. 2.

Программу можно сократить, несколько усложнив ввод данных.

Программа 5,а

ИП2	ИПВ	6	0	+	ИПА	+	ИП1	+	П4
Fcos	ИПС	x	+	С/П	ИП3	ИП4		БП	I1

Работа с программой 5.а.

I. α_{AB} = PI (в градусах и долях градуса), X_A = P_2, Y_A=РЗ.

2. β° = РА (градусы угла β_i), β_i' = РВ (минуты β_i), S_i = РС, В/О С/П РХ = X_i , С/П РХ = Y_i .

Для МК-6I и МК-52 программа 5 имеет вид

Программа 5, б/6I

ПВ	ХУ	К+	ИП1	+	П4	ИП2	ХУ	Fcos	ИПВ
x	+	С/П	ИП3	ИП4	Fsin	БП	09		

Работа с программой 5,б/6I производится в том же порядке, что и работа с программой 5.

4. Вычисление теодолитных ходов

Вычисление координат точек теодолитного (полигонометрического) хода по программе выполняется в таких же ведомостях, как и при обычных вычислениях.

Вычисление невязки теодолитного хода и ее распределение на углы выполняется до начала вычислений по программе.

Программы составлены по формулам:

I. $\alpha_i = \alpha_{i-1} \pm (\beta_i - 180^\circ)$

2. $\Delta x_i = S_i \cos\alpha_i$; $\Delta y_i = S_i \sin\alpha_i$

3. $X_i = X_{i-1} + \Delta x_i$; $Y_i = Y_{i-1} + \Delta y_i$

В правой части первой формулы принимается знак "плюс" - при левых углах β_i и знак "минус" - при правых.

Программа 6 предусматривает работу с левыми по ходу углами β_i - для работы с правыми углами нужно в программе команду "+" (плюс) по адресу I6 заменить на команду "-" (минус).

Работа с программой 6 описывается алгоритмом.

I. Занести исходные данные: α_0 = РА (в градусах и долях градуса), 0 = РВ (т.е. очистить регистр В), X_0 = РС, Y_0 = РД. Если получаемые при счете по программе координаты промежуточных точек хода выписываться в ведомость не будут,то очистить регистры С и Д (0=РС=РД), в этих регистрах будет накапливаться сумма приращений хода.

Программа 6. Вычисление дирекционных углов, приращений координат, координат точек и суммы длин линий теодолитного хода (углы - в градусах, минутах и долях минут).

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ПI	4I	20	6	06	40	F sin	IC
0I	ИПВ	6L	2I	0	00	4I	ИПI	6I
02	+	I0	22	+	I0	42	x	I2
03	ПВ	4L	23	ПА	4-	43	+	I0
04	ХУ	I4	24	ПП	53	44	ПД	4Г
05	ПП	53	25	5I	5I	45	Вх	0
06	5I	5I	26	x	I2	46	С/П	50
07	+	I3	27	ИП9	69	47	ИПС	6C
08	ИП9	69	28	+	I0	48	С/П	50
09	+	I0	29	С/П	50	49	ИПД	6Г
I0	I	0I	30	ИПС	6C	50	С/П	50
II	8	08	3I	ИПА	6-	5I	П9	49
I2	0	00	32	F cos	IГ	52	КИП9	Г9
I3	-	II	33	ИПI	6I	53	ХУ	I4
I4	ИПА	6-	34	x	I2	54	ИП9	69
I5	ХУ	I4	35	С/П	50	55	-	II
I6	+	I0	36	+	I0	56	0	00
I7	F x < 0	5C	37	ПС	4C	57	,	0-
I8	2I	2I	38	ИПД	6Г	58	6	06
I9	3	03	39	ИПА	6-	59	В/О	52

2. Ввести: β_i = РУ (нажатием ↑), S_i - РХ (индикатор). Как отмечалось выше, углы β_i должны быть с введенной поправкой за невязку теодолитного хода. Значение угла вводится в градусах и минутах: целая часть числа - градусы, последующие разряды - минуты и доли минут.

3. Пустить программу нажатием В/О С/П. После останова считать с индикатора значение α_i в градусах (целая часть числа) и минутах. Если целая часть высвечиваемого значения α_i равна нулю, то оно неверно. В этом случае нужно извлечь из регистра А значение α_i, вычисленное в долях градуса, и перевести в минуты в ручном режиме.

Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения Δx_i , Δy_i , X_i и Y_i (если нужна только сумма приращений, то достаточно двух нажатий С/П, так как после высвечивания ΔY_i накапливаемые значения сумм приращений уже занесены в соответствующие регистры).

4. Повторять операции, указанные в пп. 2 и 3, пока не будут отработаны все углы и линии данного хода. Вычисленное значение суммы линий (периметр хода) извлечь из регистра В.

Для вычислений следующего хода выполнить операции, начиная с п. I алгоритма работы с программой 6.

Программа 7 составлена для левых углов β_i, представленных в градусах, минутах и секундах. В случае правых β_i нужно команду "+" по адресу 2I программы 7 заменить командой "-".

Работа с программой 7 полностью соответствует алгоритму работы с программой 6: отличием является лишь то, что значения углов β_i вводятся, а вычисленные значения дирекционного угла высвечиваются в значениях, выраженных в градусах, минутах и секундах (целая часть числа - градусы, десятые и сотые доли числа - минуты, а последующие разряды - секунды и доли секунд).

Программы 6 и 7 можно сократить, несколько усложнив ввод углов β_i и приняв достаточным вычислять по программе значение α_i, выраженное в градусах и долях градуса.

Программа 6, а

ИПА	ИП2	6	0	+	ИП1	+	I	8	0
-	+	Fx<o	I6	3	6	0	+	С/П	ПА
Fcos	ИПЗ	x	С/П	ИПС	+	ПС	ИПЗ	ИПВ	+
ПВ	ИПД	ИПА	Fsin	ИПЗ	x	+	ПД	FBx	С/П
ИПС	С/П	ИПД	С/П						

Программа 7, а

ИПА	ИПЗ	6	0	+	ИП2	+	6	0	+
ИП1	+	I	8	0	-	+	Fx<o	2I	3
6	0	+	С/П	ПА	Fcos	ИП4	x	С/П	ИПС
+	ПС	ИП4	ИПВ	+	ПВ	ИПД	ИПА	Fsin	ИП4
x	+	ПД	FBx	С/П	ИПС	С/П	ИПД	С/П	

Программа 7. Вычисление дирекционных углов, приращений координат, координат и периметра полигонометрического хода (углы β_i в градусах, минутах, секундах и долях секунд)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ПI	4I	25	6	06	50	ИПI	6I
0I	ИПВ	6L	26	0	00	5I	x	I2
02	+	I0	27	+	I0	52	+	I0
03	ПВ	4L	28	ПА	4-	53	ПД	4Г
04	ХУ	I4	29	ИП7	67	54	FBx	0
05	0	00	30	F$\frac{I}{x}$	23	55	С/П	50
06	,	0-	3I	П7	47	56	ИПС	6С
07	6	06	32	ИПА	6-	57	С/П	50
08	П7	47	33	ПП	53	58	ИПД	6Г
09	ХУ	I4	34	63	63	59	С/П	50
I0	ПП	53	35	ПП	53	60	2	02
II	60	60	36	62	62	6I	F10^x	I5
I2	+	I3	37	+	I3	62	x	I2
I3	ПП	53	38	С/П	50	63	П9	49
I4	63	63	39	ИПС	6С	64	КИП9	Г9
I5	8	08	40	ИПА	6-	65	ХУ	I4
I6	0	00	4I	Fcos	IГ	66	ИП9	69
I7	+	I0	42	ИПI	6I	67	-	II
I8	-	II	43	x	I2	68	ИП7	67
I9	ИПА	6-	44	С/П	50	69	+	I3
20	ХУ	I4	45	+	I0	70	ИП9	69
2I	+	I0	46	ПС	4С	7I	+	I0
22	Fx< 0	5С	47	ИПД	6Г	72	2	02
23	26	26	48	ИПА	6-	73	F10^x	I5
24	3	03	49	Fsin	IС	74	В/О	52

Работа с программами 6,а и 7,а:

I. Ввести исходные: α = РА (в градусах и долях градуса) Хо = РС, Уо = РД, Р = РВ.

2. Вводить:

при счете по программе 6,а: β_i° = РI, β_i' = Р2, S_i = Р3

при счете по программе 7,а: β_i° = РI, β_i' = Р2, β_i'' = Р3, S_i = Р4.

(угол β_i представляется двумя числами при работе с программой 6,а и тремя - при работе с программой 7,а: соответственно градусами, минутами и градусами, минутами, секундами).

3. Пустить программу нажатием В/О С/П и считать с индикатора значение α_i (в градусах и долях градуса). Пуская программу клавишей С/П, считывать (после каждого нажатия) ΔX_i, ΔY_i, X_i, Y_i.

После вычисления хода из регистра В извлечь значение периметра хода.

Программы 6,а и 7,а предусматривают работу с левыми углами. При работе с правыми углами необходимо по адресу II программы 6,а и по адресу I6 программы 7,а команду "+" заменить команд. й "-".

Для работы с программами 8 и 9 необходимо предварительно вычислить значения дирекционных углов.

Программа 8. Вычисление приращений координат, координат и периметра теодолитного хода по предварительно вычисленным дирекционным углам (в градусах, минутах и долях минут) и измеренным линиям

ПI	ХУ	П9	КИП9	F→	ИП9	-	0	,	6	
+	ИП9	+	ПА	F cos	x	С/П	ИПС	+	ПС	
ИПI	ИПВ	+	ПВ	ИПД	ИПА	F sin	ИПI	x	+	
ПД	FBx	С/П	ИПС	С/П	ИПД	С/П				

Программа 9. Вычисление приращений координат, координат и периметра полигонометрического хода по предварительно вычисленным дирекционным углам (в градусах, минутах, секундах и долях секунд) и измеренным линиям

П2	ИП1	ВП	2	ПП	35	ВП	2	/-/	ПП
35	ПА	F cos	x	С/П	ИПС	+	ПС	ИП2	ИПВ
+	ПВ	ИПД	ИПА	F sin	ИП2	x	+	ПД	FBx
С/П	ИПС	С/П	ИПД	С/П	П9	КИП9	F→	ИП9	-
0	,	6	+	ИП9	+	В/О			

Работа с программами 8 и 9:

1. Ввести исходные данные: Хо = РС, Уо = РД, 0 = РВ.

2. Ввести α_i = РI, S_i = РХ. При работе с программой 8 значение α_i вводится в градусах и минутах (целая часть числа - градусы, последующие разряды - минуты и доли минут), а при работе с программой 9 - в градусах, минутах, секундах и долях секунд.

Пустить программу нажатием В/О С/П и считать значение ΔX_i. Продолжать пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые ΔY_i , X_i , Y_i

3. Повторять операции, указанные в п. 2, для всех дирекционных углов и линий хода. При окончании вычислений значение периметра хода извлечь из регистра В.

Программы 6-9 целесообразно применять при работе с МК-54, МК-56 и БЗ-34. Для МК-61 и МК-52 составлена программа 10/61, объединяющая решение всех задач, приведенных в программах 4-9.

Программа 10/61 выполняет:

решение обратной геодезической задачи, если в регистре Е записано число 63 (63 = РЕ);

вычисление координат полярным способом, при 45 = РЕ;

вычисление дирекционных углов, приращений координат, координат и периметра теодолитного хода при 1 = РЕ;

вычисление приращений координат, координат и периметра теодолитного хода (по предварительно вычисленным дирекционным углам) при 18 = РЕ. Управляющее число, записанное в регистр Е, хранится там независимо от числа вычислений по программе. При переходе к вычислениям по другой программе не забывать занести в регистр Е соответствующее программе число.

Значения вводимых и вычисляемых угловых величин (кроме дирекционного угла в обратной задаче) при работе с программой 10/61 представляются в градусах и минутах. При работе с углами, выраженными в градусах, минутах и секундах, в тексте программы нужно заменить встречающиеся команды: К+ на К↔ и К6 на К3.

Программа I0/6I. Вычисление съемочного обоснования (теодолитный ход, полярный способ вычисления координат, обратная геодезическая задача)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	КПЕ	8E	29	ИПС	6C	58	F sin	IC
0I	ХУ	I4	30	+	I0	59	ИП1	6I
02	К+	26	3I	ПС	4C	60	x	I2
03	I	0I	32	ИПД	6Г	6I	+	I0
04	8	08	33	ИПА	6-	62	С/П	50
05	0	00	34	F sin	IC	63	ИП3	63
06	-	II	35	ИП1	6I	64	ИП1	6I
07	ИПА	6-	36	x	I2	65	—	II
08	+	I0	37	+	I0	66	↑	0E
09	F x < o	5C	38	ПД	4Г	67	F x^2	22
I0	I3	I3	39	F Bx	0	68	ИП4	64
II	3	03	40	С/П	50	69	ИП2	62
I2	6	06	4I	ИПС	6C	70	—	II
I3	0	00	42	С/П	50	7I	F x < o	5C
I4	+	I0	43	ИПД	6Г	72	75	75
I5	К6	33	44	С/П	50	73	3	03
I6	С/П	50	45	ПI	4I	I4	6	06
I7	ХУ	I4	46	ХУ	I4	75	0	00
I8	ПI	4I	47	К+	26	76	F	25
I9	ИПВ	6L	48	ИПА	6-	77	F x^2	22
20	+	I0	49	+	I0	78	+	I0
2I	ПВ	4L	50	П2	42	79	F	2I
22	ХУ	I4	5I	F cos	IГ	80	С/П	50
23	К+	26	52	x	I2	8I	↓	I3
24	ПА	4-	53	ИПС	6C	82	F arccos	I-
25	F cos	IГ	54	+	I0	83	-	II
26	ИП1	6I	55	С/П	50	84	Г x o	59
27	x	I2	56	ИПД	6Г	85	83	83
28	С/П	50	57	ИП2	62	86	С/П	50

Решение задач по программе IO/6I.

I. Вычисление теодолитного хода по углам и линиям (в регистр Е ввести число I):

ввести исходные данные: α_0 = РА (в градусах и долях градуса), 0 = РВ, X_0 = РС, $У_0$ = РД;

ввести угол β_i (в градусах и минутах) в регистр У, а значение линии S_i набрать на индикаторе (S_i = РХ), пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П и считать с индикатора значение α_i (в градусах и минутах), затем пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать (после каждого нажатия) значения ΔX_i , $\Delta У_i$, X_i , $У_i$;

после вычисления хода извлечь из регистра В значение периметра хода.

Программа рассчитана на ввод левых по ходу углов. При работе с правыми углами нужно вводить их отрицательное значение.

2. Вычисление теодолитного хода по предварительно вычисленным дирекционным углам α_i и линиям (в регистр Е ввести число I8):

ввести исходные данные: 0 = РВ, X_0 = РС, $У_0$ = РД;

α_i = РУ (в градусах и минутах), S_i = РХ, В/О С/П РХ = ΔX_i С/П РХ = $\Delta У_i$, С/П РХ = X_i , С/П РХ = $У_i$;

после вычисления хода РВ = ΣS_i (периметр).

3. Вычисление координат полярным способом (в регистр Е ввести число 45):

α_{AB} = РА (в градусах и долях градуса), X_A = РС, $У_A$ = РД;

β_i = РУ (в градусах и минутах), S_i = РХ, В/О С/П РХ = X_i, С/П РХ = $У_i$

4. Решение обратной геодезической задачи (в регистр Е записать число 63):

X_I = РI, $У_I$ = Р2, X_2 = Р3, $У_2$ = Р4, В/О С/П РХ = S_{I2}, С/П РХ = α_{I2} (в градусах и долях градуса).

5. Упрощенное уравнивание вытянутого теодолитного хода, проложенного без измерения примычных углов

Проложение теодолитного хода между двумя исходными пунктами без измерения примычных углов на этих пунктах инструкция допускает в порядке исключения. При этом, для исключения грубых ошибок в значениях углов, которые могут не обнаружиться при вычислениях, обязательным условием является замыкание теодолитного хода ходом с измерением только углов. Угловая невязка распределяется поровну на все углы перед началом вычислений по программе II. Программа предусматривает работу только с левыми по ходу углами β_i. При ошибочном вводе правых β_i ошибка не будет обнаружена, а вычисленные координаты промежуточных точек получатся как бы "в зеркальном отображении" относительно линии симметрии, проведенной через два исходных пункта.

Работа с программой выполняется в следующем порядке:

I. Ввести исходные данные: $\alpha_{нк}$ = РА, $S_{нк}$ = РВ, $X_н$ = РС, $У_н$ = РД ($\alpha_{нк}$ - дирекционный угол с начального исходного пункта на конечный; $S_{нк}$ - значение линии между исходными пунктами; $X_н$ и $У_н$ - координаты начального исходного пункта). Набрать на индикаторе число n, равное числу линий в ходе, и пустить программу нажатием клавиш В/О С/П. Высвечивание на индикаторе нуля свидетельствует о готовности программы к работе.

2. Ввести в индикаторный регистр значение первой линии, при этом ноль (принятое программой значение первого угла β_i) сместится в регистр У (0 = РУ, S_I = РХ). Дважды пустить программу нажатием С/П и считать с индикатора (после каждого нажатия) условные координаты X'_I, $У'_I$ первой точки ($X'_I = S_I$, $У'_I = 0$).

3. Вводить данные по каждой i-й стороне ($i = 2, 3, \ldots, n$): β_i = РУ, S_i = РХ (значение угла β_i вводится в градусах и минутах, еще раз напомним, что программа предусматривает работу только с левыми углами), дважды нажать клавишу С/П и считать значения X'_i и $У'_i$.

4. После выписки условных координат $X'_к$, $У'_к$ конечного исходного пункта пустить программу нажатием С/П и считать с индикатора значение Т - знаменателя относительной погрешности хода.

5. Ввести X'_i = P1, Y'_i = P2. Дважды пустить программу нажатием С/П и считать высвечиваемые после каждого нажатия уравненные координаты X_i и Y_i (i= 1, 2, ..., n).

Программу II можно также использовать при вычислении координат точек ряда треугольников, опирающихся на два исходных пункта без измерения примычных углов на этих пунктах. Перед началом вычислений по программе II предварительно решаются треугольники, при этом за значение начального базиса принимается произвольная величина (условный базис). В ряду треугольников намечается ходовая линия, т.е. выделяется теодолитный ход, выписываются левые по ходу углы β_i и значения линий S_i , полученные при решении треугольников. Ходовая линия может быть произвольной, с одним лишь требованием - дирекционный угол первой линии хода должен отличаться от дирекционного угла между исходными пунктами не больше, чем на 90^0 (это условие легко проверить по схеме ряда треугольников).

Вычисление координат точек выделенного хода выполняется в соответствии с алгоритмом работы с программой II.

Действительное значение линий ряда треугольников можно получить, умножив значения линий, полученных из предварительного решения треугольников, на масштабный коэффициент К. Значение К извлекается из регистра памяти 8 после вычисления всех координат X_i , Y_i ходовой линии.

Программа II может использоваться для вычисления на всех МК. Однако для МК-61 и МК-52 удобней пользоваться программой I2/6I, несколько сокращенной по сравнению с программой II. Порядок работы с программой I2/6I полностью соответствует порядку работы с программой II с одним дополнением: программа I2/6I может работать как с левыми, так и с правыми по ходу углами - при работе с правыми углами нужно вводить их отрицательное значение. Последнее особенно удобно при вычислении координат ряда треугольников, так как углы поворота ходовой линии могут быть поочередно то левыми, то правыми.

Программа II. Упрощенное уравнение вытянутого теодолитного хода, проложенного без измерения примычных углов на исходных пунктах

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П0	40	29	x	I2	58	-	II
0I	I	0I	30	ИП5	65	59	$F\frac{I}{x}$	23
02	8	08	3I	+	I0	60	С/П	50
03	0	00	32	П5	45	6I	ИПС	6С
04	П4	44	33	С/П	50	62	ИП1	6I
05	П7	47	34	ИП4	64	63	ИП2	62
06	Сх	0Г	35	$F\sin$	IC	64	ПП	53
07	П5	45	36	ИП1	6I	65	74	74
08	П6	46	37	x	I2	66	ИПД	6Г
09	С/П	50	38	ИП6	66	67	ИП2	62
I0	ПI	4I	39	+	I0	68	ИП1	6I
II	ХУ	I4	40	Г О	5Г	69	/-/	0L
I2	П9	49	4I	08	08	70	ПП	53
I3	КИП9	Г9	42	С/П	50	7I	74	74
I4	F→	25	43	ИП5	65	72	БП	5I
I5	ИП9	69	44	+	I3	73	6I	6I
I6	-	II	45	$Farctg$	I	74	ИП9	69
I7	0	00	46	ПI	4I	75	$F\sin$	IC
I8	,	0-	47	ИПА	6-	76	x	I2
I9	6	06	48	-	II	77	ХУ	I4
20	-	I3	49	П9	49	78	ИП9	69
2I	ИП9	69	50	ИПВ	6	79	$F\cos$	IГ
22	+	I0	5I	ИП5	65	80	x	I2
23	ИП7	67	52	ИП1	6I	8I	+	I0
24	-	II	53	$F\cos$	IГ	82	ИП8	68
25	ИП4	64	54	+	I3	83	x	I2
26	+	I0	55	+	I3	84	+	I0
27	П4	44	56	ПВ	48	85	С/П	50
28	$F\cos$	IГ	57	I	0I	86	В/О	52

Программа I2/6I. Упрощенное уравнивание теодолитного кода, приложенного без измерения примычных углов на исходных пунктах

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П0	40	26	ИП1	6I	52	ИП1	6I
0I	I	0I	27	x	I2	53	ИП2	62
02	8	08	28	ИП6	66	54	ПП	53
03	0	00	29	+	I0	55	64	64
04	П4	44	30	F|0	5Г	56	ИПД	6Г
05	П7	47	3I	08	08	57	ИП2	62
06	Сх	0Г	32	С/П	50	58	ИП1	6I
07	П5	45	33	ИП5	65	59	/-/	0
08	П6	46	34	-	I3	60	ПП	53
09	С/П	50	35	Farctg	IL	6I	64	64
I0	П1	4I	36	П1	4I	62	БП	5I
II	ХУ	I4	37	ИПА	6-	63	5I	5I
I2	К+	26	38	-	II	64	ИП9	69
I3	ИП7	67	39	П9	49	65	Fsin	IC
I4	-	II	40	ИПВ	6	66	x	I2
I5	ИП4	64	4I	ИП5	65	67	ХУ	I4
I6	+	I0	42	ИП1	6I	68	ИП9	69
I7	П4	44	43	Fcos	IГ	69	Fcos	IГ
I8	Fcos	IГ	44	+	I3	70	x	I2
I9	x	I2	45	+	I3	II	+	I0
20	ИП5	65	46	ПВ	4B	72	ИП8	68
2I	+	I0	47	I	0I	73	x	I2
22	П5	45	48	-	I7	74	+	I0
23	С/П	50	49	F$\frac{I}{x}$	23	75	С/П	50
24	ИП4	64	50	С/П	50	76	В/О	52
25	Fsin	IC	5I	ИПС	6C			

6. Определение площадей полярным способом и способом координат

Полярный способ определения площади участка заключается в следующем.

В произвольном месте устанавливается теодолит (тахеометр) с таким расчетом, чтобы с точки стояния была видимость на все поворотные точки участка (рис. 5I.I). После приведения прибора в горизонтальное положение измеряют полярные расстояния l_i и направления β_i на каждую i-ю точку поворота участка. При этом прибор не ориентируется (нулевое направление лимба занимает произвольное положение).

Возможны три случая установки прибора:

за пределами участка (рис. 5I.I,а).

на территории участка (точка P_I на рис. 5I.I,б);

на одной из поворотных точек участка (точка P_2 на рис. 5I.I,б).

Для первых двух случаев площадь вычисляется по формуле

$$F = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} l_i\, l_{i-1} \sin(\beta_i - \beta_{i-1}). \qquad (5I.I)$$

Для последнего случая формула (5I.I) примет вид:

$$F = \frac{1}{2}\sum_{i=2}^{n} l_i\, l_{i-1} \sin(\beta_i - \beta_{i-1}) \qquad (5I.2)$$

При отсутствии с одной точки стояния видимости на все углы поворота участка или при вытянутых участках определение площади производится с нескольких стоянок прибора; общая площадь вычисляется как сумма площадей на каждой стоянке (см. рис. 5I.I,б).

Вычисление площадей полярным способом можно выполнить по программе I3, реализующей вычисления по формуле (5I.I) или (5I.2). Программа не требует предварительной очистки регистров памяти или занесения в регистры памяти каких-либо вспомогательных величин.

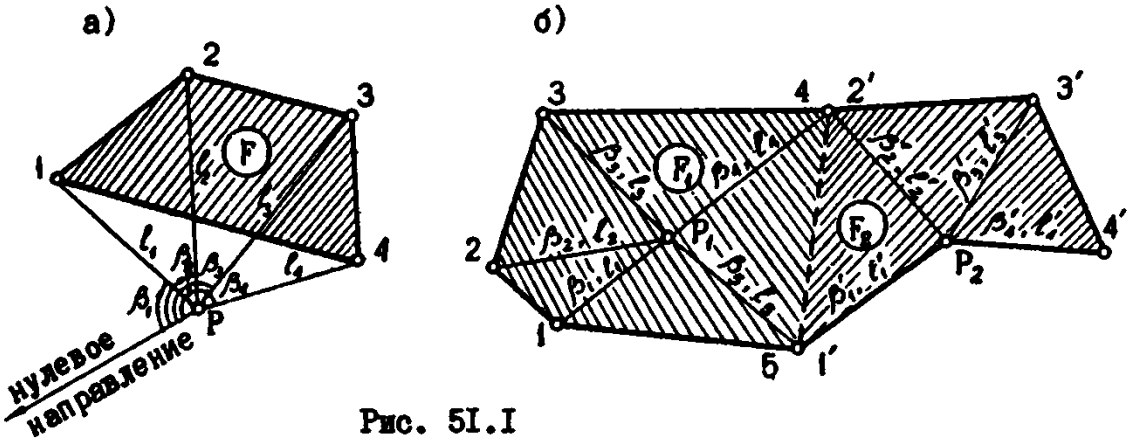


Рис. 5I.I

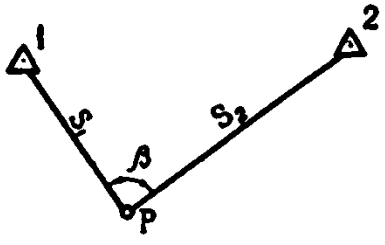


Рис. 5I.2



Рис. 5I.3

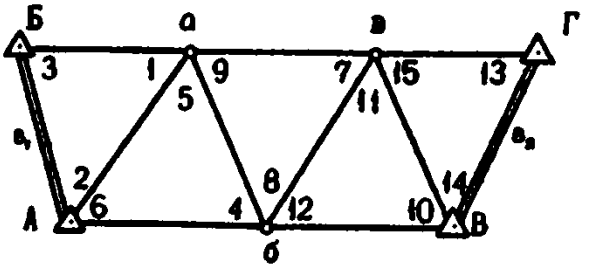


Рис. 5I.4

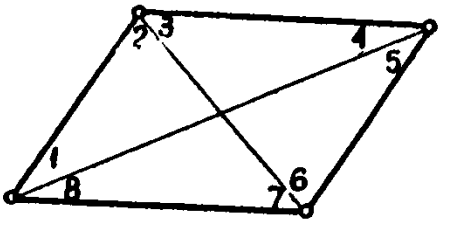


Рис. 5I.5

Работа с программой I3 выполняется в следующем порядке.

I. Набрать на индикаторе число n+I, если вычисления ведутся по формуле (5I.I), и число n, если вычисления ведутся по формуле (5I.2), где n - количество точек (пикетов), на которые выполнялись измерения.

Нажать клавиши В/О и С/П, после останова на индикаторе высвечивается 0, при этом все необходимые для работы программы вспомогательные величины заносятся в регистры памяти автоматически.

2. Последовательно вводить данные измерений на каждую i-ю точку (i = I, 2, ...,), пуская после каждого ввода программу нажатием клавиши С/П. Данные вводить в регистры: ℓ_i = Р1, градусы направления β_i = Р2, минуты направления β_i' = Р3.

После каждого пуска на индикаторе высвечивается число i - номер отработанной точки.

3. Если вычисления проводились по формуле (5I.2), то после отработки n-й точки на индикаторе высветится искомое значение площади.

Для вычислений по формуле (5I.I) после отработки n-й точки на индикаторе высветится число n. Чтобы получить площадь, нужно ввести, как указано в п. 2, данные измерений на первую точку (i = I) и нажать клавишу С/П.

Для повторных вычислений повторить операции, указанные в пп. I-4.

Программа I3. Вычисление площадей полярным способом

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П0	40	I0	ИП3	63	20	x	I2
0I	Сх	0Г	II	6	06	2I	ИПI	6I
02	П4	44	I2	0	00	22	П5	45
03	П5	45	I3	+	I3	23	x	I2
04	П6	46	I4	ИП2	62	24	-	II
05	ИП4	64	I5	+	I0	25	F$\overline{\text{LO}}$	5Г
06	С/П	50	I6	П7	47	26	04	04
07	КИП4	Г4	I7	-	II	27	2	02
08	ИП6	66	I8	F sin	IC	28	+	I3
09	ИП7	67	I9	ИП9	65	29	С/П	50

Программа I4. Вычисление площадей способом координат

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П1	41	09	ИП1	61	I8	x	I2
01	ХУ	I4	I0	ХУ	I4	I9	ИП3	63
02	П2	42	II	П1	41	20	+	I0
03	Сх	0Г	I2	+	I0	2I	FL0	5Г
04	П4	44	I3	ХУ	I4	22	05	05
05	П3	43	I4	ИП2	62	23	2	02
06	КИП4	Г4	I5	ХУ	I4	24	+	I3
07	ИП4	64	I6	П2	42	25	С/П	50
08	С/П	50	I7	-	II			

Программа I4, реализующая вычисление площадей по координатам точек поворота участка, составлена по формуле

$$F = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(X_i - X_{i-1})(Y_i + Y_{i+1})$$

Вычисление по программе I4 выполняются в следующей последовательности.

I. Занести в регистр 0 число n (n - число точек) и нажать клавишу В/О.

2. Набирать в порядке возрастания их индексов, координаты: X_i = РУ (после набора нажать клавишу ↑), Y_i = РХ (индикатор). После каждого набора пускать программу нажатием С/П - после останова на индикаторе высвечивается номер (индекс) отработанной точки.

3. После отработки n -й точки набрать согласно указаниям пункта 2 координаты первой точки (X_I = РУ, Y_I = РХ), пустить программу нажатием клавиши С/П и считать вычисленное значение площади.

7. Перевычисление координат из одной системы в другую

Перевычисление координат из одной системы в другую выполняется по формулам:

$$X_i = X_o + ((X_i' - X_o')\cos\varphi + (Y_i' - Y_o')\sin\varphi)K;$$

$$Y_i = Y_o + ((Y_i' - Y_o')\cos\varphi + (X_i' - X_o')\sin\varphi)K,$$

где X_i, Y_i и X_i', Y_i' - координаты одноименных точек в новой и старой системах координат; X_o, Y_o и X_o', Y_o' - координаты твердого пункта в новой и старой системах координат, φ - угол поворота осей, вычисляемый как разность дирекционных углов одноименных линий в старой α_i' и новой α системах координат; $K = \frac{S}{S'}$ - коэффициент масштабирования; S и S' - расстояние между одноименными пунктами в новой и старой системах.

При повороте координатных осей без изменения масштаба (т.е. при K = I) перевычисление координат ведется по программе I5. Для уменьшения времени вычислений и длины программы вычисление $\sin\varphi$ и $\cos\varphi$ выполняется в ручном режиме до начала работы с программой.

Программа I5. Перевычисление координат из одной системы в другую без изменения масштаба

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП4	64	08	ИП3	63	I6	ИП8	68
0I	-	II	09	-	II	I7	ИП5	65
02	П7	47	I0	П8	48	I8	x	I2
03	ИП5	65	II	ИП6	66	I9	-	II
04	x	I2	I2	x	I2	20	ИП7	67
05	ИПI	6I	I3	+	I0	2I	БП	5I
06	+	I0	I4	С/П	50	22	II	II
07	ХУ	I4	I5	ИП2	62			

Работа с программой I5.

I. Ввести исходные данные: X_0 = P1, $У_0$ = P2, X_0 = P3, $У_0$ = P4, $\sin\varphi$ = P5, $\cos\varphi$ = P6.

2. Ввести X'_i = PУ, $У'_i$ = PX и очистить счетчик адресов нажатием клавиши B/0.

3. Дважды нажав клавишу С/П, считать высвечиваемые после каждого нажатия X_i и $У_i$. Для перевычисления координат следующей точки повторить операции, указанные в пп. 2, 3.

На практике часто возникает необходимость преобразования координат точек, заданных в одной зоне, в другую зону. Так как угол поворота осей φ и коэффициент масштабирования К на различных расстояниях от осевого меридиана не одинаков, то перечисляемые точки следует сгруппировать по трапециям масштаба I:25 000. В пределах одной трапеции максимальная ошибка преобразованных координат не превышает 0,3 м (точное преобразование выполняется путем перехода от прямоугольных координат первой зоны к геодезическим, а затем от геодезических координат к прямоугольным координатам второй зоны). Указанной точности достаточно для решения некоторых практических задач, например, для перевычисления координат скважин из зоны в зону.

Для перевычисления координат точек необходимо иметь три пункта, координаты которых известны в двух зонах. Для перевычисления используются координаты двух пунктов, а координаты третьего служат для контроля. Если нет пунктов с известными координатами, то можно воспользоваться координатами углов рамок трапеций. Прямоугольные координаты углов рамок трапеций выбираются из таблиц по широте и разности долгот рамки трапеции и осевого меридиана зоны.

Программа I6. Преобразование координат из зоны в зону

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП8	68	2I	ИПВ	68	42	x	I2
0I	ИП4	64	22	F x^2	22	43	ХУ	I4
02	-	II	23	+	I0	44	ИП3	63
03	П8	48	24	П0	40	45	-	II
04	ИП5	65	25	+	I3	46	П8	48
05	ИПI	6I	26	П9	49	47	ИП9	69
06	-	II	27	ИП5	65	48	x	I2
07	П5	45	28	ИП7	67	49	-	II
08	x	I2	29	x	I2	50	ИП2	62
09	ИП7	67	30	ИП6	66	5I	+	I0
I0	ИП3	63	3I	ИП8	68	52	ИП8	68
II	-	II	32	x	I2	53	ИП6	66
I2	П7	47	33	+	I0	54	x	I2
I3	ИП6	66	34	ИП0	60	55	ИП7	67
I4	ИП2	62	35	+	I3	56	ИП9	69
I5	-	II	36	П6	46	57	x	I2
I6	П6	46	37	С/П	50	58	+	I0
I7	x	I2	38	ИП4	64	59	ИПI	6I
I8	-	II	39	-	II	60	+	I0
I9	ИП7	67	40	П7	47	6I	БП	5I
20	F x^2	22	4I	ИП6	66	62	37	37

Работа с программой I6.

I. Ввести координаты первого исходного пункта в новой и старой системах координат в регистры I-4 (X_I = PI, $У_I$ = P2, X'_I = P3, $У'_I$ = P4), а второго - в регистры 5-8 (X_2 = P5, $У_2$ = P6, X'_2 = P7, $У'_2$ = P8). Пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П. После останова программа готова к вычислениям. Для контроля необходимо в соответствии с указаниями п. 2, перевычислить координаты третьего исходного пункта и сравнить их с данными координатами.

2. Ввести координаты точки в старой системе: X'_i = РУ, $У'_i$ = РХ. Пустить программу нажатием только одной клавиши С/П РХ = X_i , РУ = $У_i$

8. Решение прямой засечки по формулам Юнга

Для составления программ приняты формулы (9.3).

При вычислении всегда должен соблюдаться следующий порядок обозначений: А - левый исходный пункт и В - правый, если стоять на стороне АВ лицом к определяемому пункту Р; углы А и В - внутренние углы треугольника на одноименных пунктах (см. рис. 9.2).

Работа с программами I7, I8/34 и I9/34.

I. Ввести значения координат исходных пунктов: X_A = РА, $У_A$ = РВ, X_B = РС, $У_B$ = РД.

2. Ввести значения углов: А = РI, В = Р2. Программа I7 предусматривает ввод углов в градусах и долях градуса. Программы I8/34 и I9/34 - в градусах, минутах и в градусах, минутах и секундах одним числом: значения градусов - целая часть числа, десятые и сотые доли числа - минуты, последующие разряды - доли минут (программа I8/34) или секунды и доли секунд (программа I9/34).

Нажать клавиши В/О С/П и считать значение X_p, затем нажать клавишу С/П и считать значение $У_p$

При работе на МК-6I и МК-52 с программой I7 значения углов переводятся в градусы и доли градуса имеющимися командами преобразования угловых величин перед каждым их вводом. Однако при значительном количестве засечек целесообразно ввести в программу I7 после первых команд извлечения из регистров I и 2 (команды ИП1 и ИП2 по адресам 02 и 08) команду перевода значений, выраженных в градусах и минутах.(В градусах, минутах и секундах),в значения, выраженные в градусах и долях градуса. Остальная часть программы останется неизменной, за исключением адреса перехода после команды БП - вместо числа I8 нужно будет набрать число 20.

Программа I7. Решение прямой засечки по формулам Юнга (углы в градусах и долях градуса)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	I2	+	I0	24	ИП2	62
0I	0	00	I3	П9	49	25	x	I2
02	ИПI	6I	I4	ИПА	6-	26	+	I0
03	-	II	I5	ИПС	6C	27	ИП9	69
04	F t_g	IE	I6	ИПД	6Г	28	↑	I3
05	ПI	4I	I7	ИПВ	6L	29	С/П	50
06	9	09	I8	-	II	30	ИПВ	6
07	0	00	I9	ХУ	I4	3I	ИПД	6Г
08	ИП2	62	20	ИПI	6I	32	ИПА	6-
09	-	II	2I	x	I2	33	ИПС	6C
I0	F t_g	IE	22	+	I0	34	БП	5I
II	П2	42	23	ХУ	I4	35	I8	I8

Программа I8/34. Решение прямой засечки по формулам Юнга (углы в градусах, минутах и долях минуты)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	2	02	I5	ИП9	69	30	x	I2
0I	П0	40	I6	+	I0	3I	+	I0
02	9	09	I7	F t_g	IE	32	ХУ	I4
03	0	00	I8	КП↑	LE	33	ИП2	62
04	КИП↑	ГЕ	I9	Г 0	5Г	34	x	I2
05	+	I0	20	02	02	35	+	I0
06	П9	49	2I	+	I0	36	ИП9	69
07	КИП9	Г9	22	П9	49	37	↑	I3
08	F→	25	23	ИПА	6-	38	С/П	50
09	ИП9	69	24	ИПС	6C	39	ИПВ	6
I0	-	II	25	ИПВ	6L	40	ИПД	6Г
II	0	00	26	ИПД	6Г	4I	ИПС	6C
I2	,	0-	27	-	II	42	ИПА	6-
I3	6	06	28	ХУ	I4	43	БП	5I
I4	+	I3	29	ИПI	6I	44	27	27

Программа I9/34. Решение прямой засечки по формулам Юнга (углы в градусах, минутах, секундах и долях секунд)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	2	02	I9	ИПВ	6L	38	2I	2I
0I	П0	40	20	ИПД	6Г	39	ПП	53
02	9	09	2I	-	II	40	44	44
03	0	00	22	ХУ	I4	4I	ВП	0С
04	КИП↑	ГЕ	23	ИП1	6I	42	2	02
05	+	I0	24	x	I2	43	/-/	0
06	2	02	25	+	I0	44	П9	49
07	F $I0^{X}$	I5	26	ХУ	I4	45	КИП9	Г9
08	x	I2	27	ИП2	62	46	F→	25
09	ПП	53	28	x	I2	47	ИП9	69
I0	39	39	29	+	I0	48	-	II
II	Ft_g	IE	30	ИП9	69	49	0	00
I2	КП↑	LE	3I	+	I3	50	,	0-
I3	FL 0	5Г	32	С/П	50	5I	6	06
I4	02	02	33	ИПВ	6L	52	+	I3
I5	+	I0	34	ИПД	6Г	53	ИП9	69
I6	П9	49	35	ИПС	6С	54	+	I0
I7	ИПА	6-	36	ИПА	6-	55	В/О	52
I8	ИПС	6С	37	БП	5I			

9. Решение прямой засечки по дирекционным углам

Если по результатам измерений с исходных пунктов I (X_I $У_I$) и 2 (X_2 $У_2$) определены дирекционные углы α_1 и α_2 направлений на определяемый пункт Р, то решение засечки выполняется по формулам Гаусса.

Программа 20. *Решение прямой засечки по формулам Гаусса* (дирекционные углы - в градусах и долях градуса)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПА	6-	09	П2	42	I8	+	I0
0I	ИПД	6Г	I0	x	I2	I9	С/П	50
02	ИПВ	6	II	-	II	20	Г Вх	0
03	-	II	I2	ИП1	6I	2I	ИП1	6I
04	ИПС	6С	I3	Г tg	IE	22	x	I2
05	ИПА	6-	I4	П1	4I	23	ИПВ	6
06	-	II	I5	ИП2	62	24	+	I0
07	ИП2	62	I6	-	II	25	С/П	50
08	Г tg	IE	I7	+	I3			

Работа с программой 20.

I. Ввести данные: X_I = РА, $У_I$ = РВ, X_2 = РС, $У_2$ = РД, α_1 = РI, α_2 = Р2.

2. Пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П. После останова считать значение X_p. Затем нажать С/П и считать значение $У_p$.

Программа 21/34. Решение прямой засечки по формулам Гаусса (дирекционные углы в градусах, минутах и долях минут)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	2	02	I4	Ftg	IE	28	ИПВ	6L
0I	П0	40	I5	КП↑	LE	29	+	I0
02	КИП↑	ГЕ	I6	FLO	5Г	30	ИП9	69
03	П9	49	I7	02	02	3I	+	I3
04	КИП9	Г9	I8	-	II	32	+	I0
05	F→	25	I9	П9	49	33	С/П	50
06	ИП9	69	20	ИПА	6-	34	FBx	0
07	-	II	2I	ИПС	6С	35	ИПI	6I
08	0	00	22	ИПА	6-	36	x	I2
09	,	0-	23	-	II	37	ИПВ	6L
I0	6	06	24	ИП2	62	38	+	I0
II	+	I3	25	x	I2	39	С/П	50
I2	ИП9	69	26	ИПД	6Г			
I3	+	I0	27	-	II			

При работе с программой 2I/34 углы представляются в градусах и минутах, а с программой 22/34 - в градусах, минутах и секундах: целая часть числа - градусы, последующие разряды - минуты и доли минут (для программы 22/34 - минуты, секунды и доли секунд). В остальном работа с программами 2I/34 и 22/34 соответствует порядку работы с программой 20.

Для решения прямой засечки на МК-6I и МК-52 программу 20 следует дополнить после команд извлечения памяти из регистров 2 и I по адресам 07 и I2 командой перевода значений, выраженных в градусах и минутах (в градусах, минутах и секундах), в значения, выраженные в градусах и долях градуса. Остальная часть программы останется без изменений.

Программа 22/34. Решение прямой засечки по формулам Гаусса (дирекционные углы - в градусах, минутах, секундах и долях секунд)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	2	02	I7	П9	49	34	x	I2
0I	П0	40	I8	ИПА	6-	35	ИПВ	6
02	КИП↑	ГЕ	I9	ИПС	6С	36	БП	5I
03	ВП	ОС	20	ИПА	6-	37	30	30
04	2	02	2I	-	II	38	П9	49
05	ПП	53	22	ИП2	62	39	КИП9	Г9
06	38	38	23	x	I2	40	F→	25
07	БП	ОС	24	ИПД	6Г	4I	ИП9	69
08	2	02	25	-	II	42	-	II
09	/-/	0	26	ИПВ	6L	43	0	00
I0	ПП	53	27	+	I0	44	,	0-
II	38	38	28	ИП9	69	45	6	06
I2	Ft_g	IE	29	+	I3	46	+	I3
I3	КП↑	LE	30	+	I0	47	ИП9	69
I4	FLO	5Г	3I	С/П	50	48	+	I0
I5	02	02	32	FBx	0	49	В/О	52
I6	-	II	33	ИПI	6I			

I0. Решение прямой засечки из трех исходных пунктов одновременно с вычислением весов координат

При засечке из трех исходных пунктов возможны три варианта засечки (с пп. I-2, 2-3 и 3-I). Окончательные координаты следует получать как среднее весовое, предварительно вычислив вес определения координат точки по формуле

$$P_{1.2} = \frac{\sin^2(\alpha_1 - \alpha_2)}{S_1^2 + S_2^2}\, 10^6$$

Программа 23 составлена для вычисления по формулам Гаусса координат пункта, определенного трехкратной прямой засечкой одновременно с вычислением веса определения координат.

Для удобства вычислений элементы "поля" записи исходных данных в вычислительном бланке вводят в расположенные подобным образом элементы "поля" регистров памяти:

$$\begin{Vmatrix} \alpha_1 & X_I & y_I \\ \alpha_2 & X_2 & y_2 \\ \alpha_3 & X_3 & y_3 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} P7 & P8 & P9 \\ P4 & P5 & P6 \\ PI & P2 & P3 \end{Vmatrix}$$

Дирекционные углы α_1, α_2 и α_3 вводить в градусах и долях градуса.

Для пуска программы нажать клавиши В/О С/П, а затем только С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения координат X_p, y_p и веса P из трех вариантов засечки: X'_p, y'_p, P'; X''_p, y''_p, P''; X'''_p, y'''_p, P''' (степени в виде одного, двух или трех штрихов обозначают первый, второй и третий варианты засечки).

После вычисления координат и их весов из трех вариантов засечки исходные данные хранятся в "своих" регистрах.

При исходных данных

$$\begin{Vmatrix} \alpha_1 & X_I & y_I \\ \alpha_2 & X_2 & y_2 \\ \alpha_3 & X_3 & y_3 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 109,94570^0 & 9409,5 & 59268,9 \\ 193,36690^0 & 14133,5 & 65596,8 \\ 337,03895^0 & 4172,8 & 65542,8 \end{Vmatrix},$$

По программе 23 получим

$$\begin{Vmatrix} X'_p & y'_p & P' \\ X''_p & y''_p & P'' \\ X'''_p & y'''_p & P''' \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 7670,449 & 64061,029 & 1,407 \\ 7670,316 & 64060,998 & 0,599 \\ 7670,487 & 64060,926 & 1,327 \end{Vmatrix}$$

Программа 23. Вычисление координат точки, определенной троекратной прямой засечкой, по формулам Гаусса одновременно с вычислением веса положения точки

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП7	67	25	ИП7	67	50	П3	43
01	П0	40	26	Ft_g	IE	51	+	I0
02	ИП4	64	27	П2	42	52	С/П	50
03	П7	47	28	x	I2	53	ИП9	69
04	-	II	29	-	II	54	-	II
05	ПД	4Г	30	ИП2	62	55	Fx^2	22
06	ИП1	61	31	ИП0	60	56	+	I0
07	П4	44	32	П1	41	57	ИП0	60
08	ИП8	68	33	Ft_g	IE	58	Fx^2	22
09	ПА	4-	34	П3	43	59	+	I0
I0	ИП5	65	35	-	II	60	ИПА	6-
II	П8	48	36	+	I3	61	Fx^2	22
I2	-	II	37	П0	40	62	+	I0
I3	ПС	4С	38	ИПА	6-	63	ИПД	6Г
I4	ИП2	62	39	П2	42	64	$Fsin$	IC
I5	П5	45	40	+	I0	65	Fx^2	22
I6	ИП9	69	41	С/П	50	66	ХУ	I4
I7	ПВ	4L	42	ИП8	68	67	+	I3
I8	ИП6	66	43	-	II	68	8	08
I9	П9	49	44	Fx^2	22	69	$F10^x$	I5
20	-	II	45	ИП0	60	70	x	I2
21	ИП3	63	46	ИП3	63	71	С/П	50
22	П6	46	47	x	I2	72	БП	51
23	ХУ	I4	48	ПА	4-	73	00	00
24	ИПС	6С	49	ИПВ	6L			

II. Уравнивание прямой засечки параметрическим способом

Если засечка производилась с трех исходных пунктов, то для ее уравнивания удобно использовать программу 24.

При работе с программой 24 исходные данные размещаются в регистрах: X_1 = PA, Y_1 = PB, X_2 - 27, Y_2 = P8; X_3 = P4, Y_3 = P5, α_1 = P9, α_2 = P6, α_3 = P3 (дирекционные углы вводятся в градусах и долях градусов), I2 = P0 = P1, ρ = 206265 = P2. После ввода исходных данных очистить счетчик адресов нажатием B/0.

Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения приближенных координат определяемой точки X_0 и Y_0, коэффициенты трех параметрических уравнений поправок a_1, b_1, a_2, b_2, a_3 и b_3, свободные члены уравнений поправок l_1, l_2 и l_3, коэффициенты нормальных уравнений $[aa]$, $[ab]$, $[bb]$, $[al]$, $[bl]$, $[ll]$.

Полученные нормальные уравнения соответствуют случаю равноточных определений дирекционных углов. Если дирекционные углы двух направлений определены одним измерением (вес их определения равен I), а дирекционный угол третьего направления определен из двух измерений и имеет вес 2, то при работе с программой 24 значение этого дирекционного угла берется как среднее арифметическое, а к вычисленным по программе коэффициентам нормальных уравнений нужно прибавить произведения aa, ab, bb, al, bl и ll, вычисленные по коэффициентам уравнения поправок этого направления (имеющего вес 2).

При вводе исходных данных X_1 = 9409,5; Y_1 = 59268,9; X_2 = I4I33,5; Y_2 = 65596,8; X_3 = 4I72,8; Y_3 = 65542,8; α_1 = I09,94570°; α_2 = I93,36690°; α_3 = 337,03895° по программе 24 получим a_1 = 38,03; b_1 = -I3,80; a_2 = +7,I8; b_2=-30,2I; a_3 = +2I,I8; b_3 = +50,00; l_1 = 0; l_2 = 0; l_3 = +4,392; $[aa]$ = I946,8; $[ab]$ = I367,2; $[bb]$ = 3603,0; $[al]$ = 93,03; $[bl]$ = 2I9,59; $[ll]$ = I9,29.

После получения нормальных уравнений по программе 24 уравнивание сводится к получению поправок к приближенным координатам δx и δy из решения нормальных уравнений и оценке точности по программе 25, реализующей вычисления по известным формулам.

Программа 24. Вычисление приближенных координат, коэффициентов параметрических уравнений поправок и нормальных уравнений при уравнивании трехкратной прямой засечки

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПА	6-	33	ИПД	6Г	66	С/П	50
01	ИПВ	6В	34	КИПО	ГО	67	5	05
02	ИПВ	6L	35	-	II	68	П4	44
03	-	II	36	П6	46	69	0	00
04	ИП7	67	37	Fx^2	22	70	↑	0E
05	ИПА	6-	38	+	I0	71	П3	43
06	-	II	39	ИП2	62	72	ХУ	I4
07	ИП6	66	40	+	I3	73	КИП4	Г4
08	Ftg	IE	41	+	I3	74	Fx^2	22
09	П6	46	42	КПI	LI	75	+	I0
I0	x	I2	43	С/П	50	76	FLI	6L
II	-	II	44	ИП6	66	77	7I	7I
I2	ИП9	69	45	FBx	0	78	С/П	50
I3	Ftg	IE	46	+	I3	79	5	05
I4	П9	49	47	КПI	LI	80	П4	44
I5	ИП6	66	48	С/П	50	8I	0	00
I6	-	II	49	КИПО	ГО	82	КИП4	Г4
I7	+	I3	50	ИП3	63	83	КИП4	Г4
I8	+	I0	5I	-	II	84	x	I2
I9	ПД	4Г	52	Fx=0	5E	85	+	I0
20	С/П	50	53	28	28	86	FLO	5Г
2I	FBx	0	54	С/П	50	87	82	82
22	ИП9	69	55	С/П	50	88	С/П	50
23	x	I2	56	ХУ	I4	89	8	08
24	ИПВ	6В	57	-	II	90	ПО	40
25	+	I0	58	+	I3	9I	ИП3	63
26	ПС	4C	59	Farctg	IL	92	С/П	50
27	С/П	50	60	ИП3	63	93	КИПО	ГО
28	КИПО	ГО	6I	-	II	94	ИП5	65
29	ИПС	6C	62	Ftg	IE	95	x	I0
30	-	II	63	ИП2	62	96	ВП	5I
3I	↑	0E	64	x	I3	97	92	92
32	Fx^2	22	65	П5	45			

Программа 25. Решение системы из двух нормальных уравнений

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП2	62	I6	ИП3	63	32	+	I0
0I	ИП5	65	I7	x	I2	33	ИП7	67
02	x	I2	I8	ИП2	62	34	+	I3
03	ИП4	64	I9	ИП3	63	35	П8	48
04	ИП3	63	20	x	I2	36	$F\sqrt{}$	2I
05	x	I2	2I	ИП1	6I	37	С/П	50
06	-	II	22	ИП5	65	38	ИП4	64
07	ИП1	6I	23	x	I2	39	ИП8	68
08	ИП4	64	24	-	II	40	x	I0
09	x	I2	25	ИП9	69	4I	ИП9	69
I0	ИП2	62	26	+	I3	42	+	I3
II	Fx^2	22	27	С/П	50	43	$F\sqrt{}$	2I
I2	-	II	28	ИП5	65	44	С/П	50
I3	П9	49	29	x	I2	45	ИП1	6I
I4	+	I3	30	+	I0	46	БП	5I
I5	С/П	50	3I	ИП6	66	47	39	39

При работе с программой 25 данные вводятся в регистры: $[aa]$ - Р1, $[ab]$ - Р2, $[al]$ - Р3, $[bb]$ - Р4, $[bl]$ - Р5, $[ll]$ - Р6, в регистр 7 ввести число, равное количеству избыточных измерений (в случае засечки с трех пунктов: I - Р7). Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения поправок δ_x и δ_y к приближенным координатам, средней квадратической погрешности уравненных дирекционных углов m_α, средних квадратических погрешностей координат m_x и m_y.

При решении системы нормальных уравнений

I946,8δ_x + I367,2δ_y + 93,03 = 0;

I367,2δ_x + 3603,0δ_y + 219,59 = 0,

($[ll]$ = I9,29, а число избыточных измерений равно единице)

по программе 25 получим:

$\delta_x = -0{,}007$; $\delta_y = -0{,}058$; $m_\mu = 2{,}42''$; $m_x = 0{,}064$; $m_y = 0{,}047$.

I2. Обратная угловая засечка (задача Потенота)

Программа 26/34 составлена для решения однократной засечки по трем пунктам (исходные пп. I, 2, 3 и направления β_1 и β_2 на рис. 9.6).

При работе с программой 26/34 ввод исходных данных предусмотрен так, что "поле" данных как бы повторяет "поле" регистров памяти микрокалькулятора:

X_I	y_I		P7	P8	
X_2	y_2 β_I	=	P4	P5	P6
X_3	y_3 β_2		P1	P2	P3

т.е. X_I = P7, y_I = P8, X_2 = 24, y_2 = P5, β_I = P6, X_3 = PI, y_3=P2, β_2 = P3. Углы вводятся в градусах и долях градуса.

Для пуска программы нажать клавиши В/О и С/П (время счета 20с) п сле останова считывается с индикатора значение X_p, затем нажать С/П (время счета 2с) и считать значение y_p. После работы программы в регистре А находится вычисленное значение $tg\alpha_1$.

Программа 26/34. Решение однократной обратной угловой засечки

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	6	06	I7	-	II	34	-	II
0I	ПО	40	I8	КП↑	LE	35	ИПА	6-
02	Cx	0Г	I9	ИП4	64	36	Fx^2	22
03	ПД	4Г	20	-	II	37	I	0I
04	КИП	ГЕ	2I	ИПС	6С	38	+	I0
05	Ftg	IE	22	ИПА	6-	39	+	I3
06	ПА	4-	23	+	I3	40	ПВ	4L
07	КИПО	ГО	24	ИПВ	6L	4I	ИП7	67
08	ИПВ	68	25	+	I0	42	+	I0
09	-	II	26	ИПД	6Г	43	С/П	50
I0	ПВ	4L	27	-	II	44	ИП6	6Е
II	ХУ	I4	28	FLO	5Г	45	ИПА	6-
I2	+	I3	29	03	03	46	ИПВ	6L
I3	КИПО	ГО	30	+	I3	47	x	I2
I4	ИП7	67	3I	ПА	4-	48	+	I0
I5	-	II	32	x	I2	49	С/П	50
I6	ПС	4С	33	ИП4	64			

При многократной засечке (см. рис. 9.6) удобней пользоваться программой 27, вычисляющей при одном вводе данных два варианта засечки, или программой 28, вычисляющей четыре варианта засечки.

Программа 27. Решение обратной угловой засечки по четырем исходным пунктам (два варианта засечки)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП0	60	22	ИП6	66	44	+	I0
0I	ПС	4C	23	ИП4	64	45	+	I3
02	Cx	0Г	24	+	I3	46	П5	45
03	П7	47	25	ИП5	65	47	ИПВ	6B
04	7	07	26	-	II	48	+	I0
05	П0	40	27	ИП7	67	49	С/П	50
06	ХУ	I4	28	Fx=0	5E	50	ИП0	60
07	КИП0	Г0	29	34	34	5I	ИП5	65
08	ИП9	69	30	+	I0	52	x	I2
09	-	II	3I	П7	47	53	П6	46
I0	П6	46	32	БП	5I	54	ИП9	69
II	КИП0	Г0	33	06	06	55	+	I0
I2	ИПВ	6B	34	-	II	56	С/П	50
I3	-	II	35	ХУ	I4	57	ИПС	6C
I4	П5	45	36	+	I3	58	П4	44
I5	КИП0	Г0	37	П0	40	59	ИПА	6-
I6	Ftg	IE	38	x	I2	60	П5	45
I7	П4	44	39	ИП7	67	6I	ИПВ	6L
I8	+	I3	40	-	II	62	П6	46
I9	+	I0	4I	ИП0	60	63	БП	5I
20	ХУ	I4	42	Fx^2	22	f4	00	00
2I	-	II	43	I	0I			

Работа с программой 27.

I. Ввести исходные данные (см. рис. 9.6): X_I = P8, y_I=P9, β_I = P4, X_2 = P5, y_2 = P6, β_2 = PI, X_3 = P2, y_3 = P3, β_3 = P0, X_4 = PA, y_4 = PB. Значение углов β_I, β_2 и β_3 вводятся в градусах и долях градуса. Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

Программа 28. Решение обратной угловой засечки по четырем исходным пунктам (четыре варианта засечки)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП1	61	33	+	10	66	ГВх	0
01	П7	47	34	ИП5	65	67	ИП2	62
02	ИП4	64	35	-	11	68	x	12
03	/-/	0L	36	ИП8	68	69	ИП3	63
04	+	10	37	ПА	4-	70	-	11
05	П4	44	38	ИП5	65	71	ХУ	14
06	ИП0	60	39	П8	48	72	+	13
07	ГВх	0	40	-	11	73	↑	0E
08	П0	40	41	ИП0	60	74	F→	25
09	+	10	42	F tg	1E	75	x	12
10	П1	41	43	+	13	76	F→	25
11	ИПА	6-	44	ИПА	6-	77	F arctg	1L
12	ПС	4C	45	ИП2	62	78	F cos	1Г
13	ИП8	6L	46	П5	45	79	+	13
14	ПД	4Г	47	-	11	80	С/П	50
15	ИП9	69	48	П2	42	81	F→	25
16	ПВ	4L	49	ИП7	67	82	ИПА	6-
17	ИП6	66	50	F tg	1E	83	+	10
18	П9	49	51	+	13	84	С/П	50
19	-	11	52	+	10	85	ХУ	14
20	ИП0	60	53	ИП9	69	86	ИП8	6L
21	F tg	1E	54	+	10	87	+	10
22	+	13	55	ИП6	66	88	П7	47
23	ИП8	6L	56	-	11	89	ИПС	6C
24	ИП3	63	57	+	13	90	П2	42
25	П6	46	58	↑	0E	91	ИПД	6Г
26	-	11	59	↑	0E	92	П3	43
27	П3	43	60	F arctg	1L	93	ИП7	67
28	ИП7	67	61	С/П	50	94	С/П	50
29	F tg	1E	62	ИП7	67	95	БП	51
30	+	13	63	+	10	96	00	00
31	+	10	64	F tg	1E			
32	ИП2	62	65	-	11			

2. Дважды нажать клавишу С/П и считать (после каждого нажатия) значения координат X_p и Y_p из варианта засечки на пп. I-2-3. Затем дважды нажать С/П и считать значения координат из варианта засечки на пп. I-3-4. Извлечь из регистров С и О значение $tg\alpha_1$, вычисленное из первого и второго вариантов засечки.

Работа с программой 28.

I. Ввести исходные данные: X_I = P8, Y_I = P9, X_2 = P5, Y_2 = P6, X_3 = P2, Y_3 = P3, X_4 = PA, Y_4 = PB, β_I = P4, β_2 = PI, β_3 = P0 (значения углов β_I, β_2 и β_3 - в градусах и долях градуса). Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения: α_I, S_I, X'_p, Y'_p, α_2, S_2, X''_p, Y''_p, α_3, S_3, X'''_p, Y'''_p, α_4, S_4, X''''_p, Y''''_p. Вычисленное значение α_i может на I80 или 360° отличаться от действительного, значение линий считывается без учета знаков. Программа вычисляет значение дирекционного угла и линии начального направления варианта засечки и координаты по вариантам засечки на исходные пункты I-2-3, 2-3-4, 3-4-I и 4-I-2.

В отличие от программ 26/34 и 27 исходные данные (после просчета четырех вариантов) хранятся в "своих" регистрах.

I3. Вычисление веса координат точки, определенной обратной угловой засечкой

Веса определения координат точки можно вычислить по формуле Гляйнсвика

$$P = \left(\frac{\sin\beta_1}{S_1 S_2} + \frac{\sin(\beta_2-\beta_1)}{S_2 S_3} - \frac{\sin\beta_2}{S_1 S_3}\right)^2,$$

где S_I, S_2 и S_3 - расстояния от определяемой точки до исходных пунктов I,2 и 3; β_I и β_2 - измеренные направления (см.рис. 9.6).

Программа 29. Определение весов координат точки, определенной обратной угловой засечкой по четырем исходным пунктам

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП3	63	I7	П8	48	34	x	I2
0I	П9	49	I8	+	I3	35	ХУ	I4
02	ИП6	66	I9	ИП6	66	36	ИП9	69
03	/-/	0L	20	F sin	IC	37	F sin	IC
04	+	I0	2I	ИП2	62	38	ИП7	67
05	П6	46	22	П5	45	39	ПА	4-
06	ИПВ	6L	23	+	I3	40	+	I3
07	FBx	0	24	ИПВ	6B	4I	ИПА	65
08	ПВ	4L	25	+	I3	42	+	I3
09	+	I0	26	-	II	43	+	I0
I0	П3	43	27	ИПА	6-	44	Fx^2	22
II	ИПВ	6L	28	П2	42	45	x	I2
I2	F sin	IC	29	ИП8	68	46	С/П	50
I3	ИП8	68	30	x	I2	47	БП	5I
I4	П7	47	3I	ИП5	65	48	00	00
I5	+	I3	32	x	I2			
I6	ИП5	65	33	ИП7	67			

Работа с программой 29.

I. Ввести исходные данные: S_1 = P8, S_2 = P5, S_3 = P2, S_4 = PA, β_1 = P6, β_2 = P3, β_3 = PB (значение направлений β_1, β_2 и β_3 вводится в градусах и долях градуса). Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения P', P'', P''' и P^{IV} - весов из вариантов засечки по исходным пунктам I-2-3, 2-3-4, 3-4-I, 4-I-2.

Средние весовые значения координат вычисляются по формуле:

$$X_p = \frac{X'P' + X''P'' + X'''P''' + X^{IV}P^{IV}}{P' + P'' + P''' + P^{IV}},$$

$$y_p = \frac{y'P' + y''P'' + y'''P''' + y^{IV}P^{IV}}{P' + P'' + P''' + P^{IV}},$$

14. Уравнивание обратной угловой засечки по направлениям

Уравнивание многократной обратной засечки по направлениям выполняется в следующем порядке.

1. По программе 30 вычисляются предварительные координаты X_0 и Y_0 определяемой точки и составляются параметрические уравнения поправок вида

$$v_i + \delta z = a_i \delta x + b_i \delta y + l_i$$

где v_i - поправка в направление; a_i и b_i - коэффициенты при поправках координат; l_i - свободный член (при вычислении свободных членов принято, что свободный член начального направления l_1 равен нулю, а так как предварительные координаты вычислялись по пунктам 1-2-3, то l_2 и l_3 также равны нулю); i - номер направления; δz - *поправка в ориентирный угол*

2. Полученные уравнения поправок, для исключения поправки в ориентирный угол, преобразовывают к виду

$$v_i = A_i \delta x + B_i \delta y + L_i$$

Коэффициенты A_i, B_i и свободный член L_i вычисляют по формулам

$$A_i = a_i - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i \;;$$

$$B_i = b_i - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_i \;;$$

$$L_i = l_i - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} l_i$$

Вычисление коэффициентов A_i, B_i, L_i и составление нормальных уравнений

$$[AA]\,\delta x + [AB]\,\delta y + [AL] = 0;$$
$$[AB]\,\delta x + [BB]\,\delta y + [BL] = 0$$

производится по программе 31.

3. В дальнейшем уравнивание сводится к решению нормальных уравнений и оценке точности по программе 25.

Программа 30. Вычисление предварительных координат точки, определенной обратной угловой засечкой и составление параметрических уравнений поправок направлений

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	33	ИП9	69	66	42	42
01	П0	40	34	x	12	67	ИП9	69
02	ИП9	69	35	ИПВ	6	68	-	11
03	П1	53	36	+	10	69	Farctg	1L
04	80	80	37	ПД	4Г	70	ИП3	69
05	КИП0	Г0	38	1	01	71	-	11
06	ХУ	14	39	2	02	72	ХУ	14
07	П6	46	40	П0	40	73	-	11
08	F→	25	41	ХУ	14	74	Ftg	1E
09	П1	53	42	С/П	50	75	ИПС	6C
10	80	80	43	КИП0	Г0	76	x	12
11	ИП6	66	44	ИПД	6Г	77	3	03
12	-	11	45	-	11	78	БП	51
13	П9	49	46	↑	0E	79	40	40
14	F→	25	47	Fx^2	22	80	Ftg	1E
15	-	11	48	ИП6	66	81	$F\frac{1}{x}$	23
16	ИП9	69	49	КИП0	Г0	82	П9	49
17	+	13	50	-	11	83	ИПВ	6L
18	П9	49	51	ПВ	4	84	КИП0	Г0
19	ИП6	66	52	Fx^2	22	85	-	11
20	x	12	53	+	10	86	ПД	4Г
21	+	10	54	ИПС	6c	87	x	12
22	ИПА	6-	55	+	13	88	КИП0	Г0
23	ХУ	14	56	+	13	89	ИПА	6-
24	ИП9	69	57	С/П	50	90	-	11
25	Fx^2	22	58	ИПВ	6	91	+	10
26	1	01	59	FBx	0	92	FBx	0
27	+	10	60	+	13	93	ИП9	69
28	-	13	61	С/П	50	94	x	12
29	+	10	62	+	13	95	ИПД	6Г
30	П6	46	63	Farctg	1	96	-	11
31	С/П	50	64	0	00	97	В/О	52
32	FBx	0	65	FL0	5Г			

Работа с программой 30.

I. Ввести исходные данные (см. рис. 9.6): X_I = РА, $У_I$ = РВ, ρ = 206265 = РС, X_2 = Р7, $У_2$ = Р8, β_1 = Р9, X_3 = Р4, $У_3$ = Р5, β_2=Р6, X_4 = РI, $У_4$ = Р2, β_3 = Р3 (значения вводить в градусах и долях градуса). Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения:

X_0, y_0, a_I, b_I, ℓ_I, a_2, b_2, ℓ_2, a_3, b_3, ℓ_3, a_4, b_4 и ℓ_4. Если количество направлений засечки $n \geqslant 5$, то продолжать выполнять следующие операции. Ввести: X_i = РI, y_i = Р2, β_{i-1} = Р3. Трижды пустить программу нажатием С/П и считывать a_i, b_i, ℓ_i $(i = 5, \ldots n)$.

Перед началом работы с программой 3I подсчитываются значения $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$, $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_i$, $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \ell_i$.

Программа 3I. Вычисление коэффициентов A_i, B_i и свободного члена преобразованных уравнений поправок и составление нормальных уравнений

ИПА	ИП7	-	ПА	Fx^2	ИП1	+	П1	ИПВ	ИПВ
-	ПВ	Fx^2	ИП4	+	П4	ИПА	С/П	ИПВ	х
ИП2	+	П2	ИПС	ИП9	-	ПС	Fx^2	ИП6	+
П6	ИПС	ИПВ	С/П	х	ИП5	+	П5	ИПС	ИПА
х	ИП3	+	П3	ИПС	С/П				

Работа с программой 3I.

I. Очистить регистры памяти I-6. Ввести: $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$ = Р7, $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_i$ = Р8, $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \ell_i$ = Р9.

2. Ввести: a_i = РА, b_i = РВ, ℓ_i = РС (i = I,2,...,n). Пустить программу нажатием клавиш В/О С/П и считать значение A_i. Дважды нажать клавишу С/П и считать высвечиваемые после каждого нажатия значения B_i и L_i. После отработки всех уравнений поправок коэффициенты нормальных уравнений извлечь из регистров: РI = [AA], Р2 = [AB], Р3 = [AL], Р4 = [BB], Р5 = [BL], Р6 = [LL]

I5. Задача Ганзена

Программа 32. Решение задачи Ганзена (углы в градусах и долях градуса)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	КОМАНДА	Код
00	ИПД	6Г	22	П0	40	44	45	45
0I	ИПВ	6	23	ИПС	6С	45	9	09
02	-	II	24	ИП9	69	46	0	00
03	ИПС	6С	25	ПП	53	47	↑	0Е
04	ИПА	6-	26	47	47	48	КИП0	Г0
05	ПП	53	27	+	I0	49	+	I0
06	37	37	28	С/П	50	50	Ftg	IЕ
07	-	II	29	FBx	0	5I	П6	46
08	П9	49	30	ИП6	66	52	ХУ	I4
09	ИП7	67	3I	x	I2	53	КИП0	Г0
I0	0	00	32	ИПД	6Г	54	+	I0
II	ИП8	68	33	+	I0	55	Ftg	IЕ
I2	ПП	53	34	С/П	50	56	-	II
I3	37	37	35	БП	5I	57	FBx	0
I4	-	II	36	23	23	58	ИП8	66
I5	ИП9	69	37	-	II	59	x	I2
I6	ХУ	I4	38	П7	47	60	ИП7	67
I7	+	I3	39	ХУ	I4	6I	+	I0
I8	$Farctg$	IL	40	П8	48	62	ХУ	I4
I9	П9	49	4I	5	05	63	+	I3
20	С/П	50	42	П0	40	64	В/0	52
2I	5	05	43	ПП	53			

Исходные данные при работе с программой 32 занести в регистры: X_I = РА, $У_I$ = РВ, X_2 = РС, $У_2$ = РД, β_I = РI, β_2 = Р2, β_3 = Р3, β_4 = Р4 (см. рис. 9.9).

Пуск программы осуществляется нажатием клавиш В/0 и С/П. После останова на индикаторе высвечивается значение дирекционного угла α_0 между определяемыми пунктами P_I и P_2. Далее, нажимая клавишу С/П, считывают высвечиваемые после каждого нажатия значения X_{P_2}, $У_{P_2}$, X_{P_1}, $У_{P_1}$.

Работа с программой 33/34 выполняется в таком же порядке, только значения углов вводятся в градусах, минутах и долях минут (целая часть числа - градусы; в последующие разряды - минуты и доли минут).

Программа 33/34. Решение задачи Ганзена (углы в градусах, минутах и долях минуты)

4	П0	КИП↑	П9	КИП9	ХУ	ИП9	-	0	,
6	+	ИП9	+	КП↑	FLO	02	ИПД	ИПВ	-
ИПС	ИПА	ПП	54	-	П9	ИП7	0	ИП8	ПП
54	-	ИП9	ХУ	+	Farctg	П9	С/П	5	П0
ИПС	ИП9	ПП	64	+	С/П	FBx	ИП6	x	ИПД
+	С/П	БП	40	-	П7	ХУ	П7	5	П0
ПП	62	9	0	↑	КИП0	+	Ftg	П6	ХУ
КИП0	+	Ftg	-	FBx	ИП8	x	ИП7	+	ХУ
+	В/О								

I6. Обратная угловая засечка пары точек

Программа 34 составлена для решения обратной угловой засечки пары точек по четырем (рис. 9.7), трем (рис. 9.8) и двум (задача Ганзена, рис. 9.9) исходным пунктам.

При работе с программой 34 исходные данные размещаются в регистрах:

для засечки по четырем пунктам (рис. 9.7) X_I = Р5, $У_I$ = Р6, β_I = Р7, β_2 = Р8, X_2 = РА, $У_2$ = РВ, X_3 = РI, $У_3$ = Р2, β_3 = Р3, β_4 = Р4, X_4 = РС, $У_4$ = РД;

для засечки по трем пунктам (рис. 9.8) X_I = Р5, $У_1$ = Р6, β_I = Р7, X_2 = РI = РА, $У_2$ = Р2 = РВ, β_1 = Р7, β_2 = Р8, β_3 = Р3, X_4 = РС, $У_4$ = РД, β_4 = Р4;

для задачи Ганзена (рис. 9.9) X_I = РI = Р5, $У_I$ = Р2 = Р6, β_I = Р7, β_2 = Р8, X_2 = РА = РС, $У_2$ = РВ = РД, β_3 = Р3, β_4 = Р4.

После нажатия клавиш В/О С/П высчитывается значение α_0, затем после каждого нажатия клавиш С/П последовательно вычисляют X_{PI}, $У_{PI}$, X_{P2} и $У_{P2}$.

Заметим, что углы β_I - β_4 должны быть представлены в градусах и долях градуса.

Программа 34. Решение обратной угловой засечки пары точек

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПА	6-	32	ХУ	I4	64	ИПД	6Г
0I	ИП5	65	33	ПI	4I	65	ПВ	4L
02	-	II	34	ИПС	6С	66	ИПС	6С
03	П5	45	35	ИПА	6-	67	ВП	5I
04	ИПВ	6L	36	ПП	53	68	48	48
05	ИП6	66	37	69	69	69	9	09
06	-	II	38	+	I0	70	П0	40
07	П7	46	39	ИП9	69	7I	Г→	25
08	ИПС	6С	40	ХУ	I4	72	ПП	53
09	ИПI	6I	4I	↑	I3	73	74	74
I0	-	II	42	$Farctg$	IL	74	-	II
II	ПI	4I	43	П9	49	75	9	09
I2	ИПД	6Г	44	С/П	50	76	0	00
I3	ИП2	62	45	9	09	77	↑	0Е
I4	-	II	46	П0	40	78	КИП0	Г0
I5	П2	42	47	ИПА	6-	79	+	I0
I6	ИПД	6Г	48	ИП9	69	80	Ftg	IE
I7	ИПВ	6L	49	ПП	53	8I	ХУ	I4
I8	ПП	53	50	77	77	82	КИП0	Г0
I9	69	69	5I	+	I0	83	+	I0
20	+	I0	52	С/П	50	84	Ftg	IE
2I	П9	49	53	Вх	0	85	-	II
22	ИП6	66	54	ИП8	68	86	FВх	0
23	/-/	0L	55	ИП9	69	87	КИП0	Г0
24	ИП5	65	56	+	I0	88	x	I2
25	П6	46	57	Ftg	IE	89	КИП0	Г0
26	ХУ	I4	58	x	I2	90	+	I0
27	П5	45	59	ИПВ	6L	9I	ХУ	I4
28	ИП2	62	60	+	I0	92	-	I3
29	/-/	0L	6I	С/П	50	93	В/О	52
30	ИПI	6I	62	ИП4	64			
3I	П2	42	63	ПВ	4B			

I7. Линейная засечка

Для решения линейной засечки (рис. 9.I0) по программе 35 исходные данные ввести в регистры: X_I = РА, $У_I$ = РВ, X_2=РС, $У_2$ = РД, β_I = РI, β_2 = Р2. Нажать клавиши В/О С/П и считать значение X_p, далее нажать клавишу С/П и считать значение $У_p$.

Программа 35. Решение линейной засечки.

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП2	62	I6	FBx	0	32	ИП6	66
0I	Fx^2	22	I7	+	I3	33	x	I2
02	ИПС	6С	I8	x	I2	34	-	II
03	ИПА	6-	I9	-	II	35	ИПС	6С
04	-	II	20	I	0I	36	+	I0
05	П6	46	2I	+	I0	37	С/П	50
06	Fx^2	22	22	2	02	38	ИПД	6Г
07	ИПД	6Г	23	+	I3	39	ИПВ	68
08	ИПВ	6	24	ПВ	48	40	ИП7	67
09	-	II	25	Fx^2	22	4I	x	I2
I0	П7	47	26	-	II	42	-	II
II	Fx^2	22	27	F√	2I	43	ИП6	66
I2	+	I0	28	П9	49	44	ИП9	69
I3	+	I3	29	ИП7	67	45	x	I2
I4	ИПI	6I	30	x	I2	46	-	II
I5	↑	0Е	3I	ИПВ	68	47	С/П	50

I8. Обратная линейно-угловая засечка

При снесении координат с пунктов настенной полигонометрии на определяемой точке Р измеряется угол β между направлениями на исходные пункты I и 2 и расстояния S_I и S_2 от определяемой точки до исходных (рис. 5I.2).

Вычисление координат точки Р по программе 36 выполняется дважды. Окончательные координаты определяются как среднее арифметическое из двух вариантов засечки.

Работа с программой 36.

I. Ввести исходные данные: X_I = РА, $У_I$ = РВ, X_2 = РС, $У_2$ = РД, S_I = РI, S = Р2, β = Р3. Очистить счетчик адресов нажатием клавиш В/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения $X'_р$, $У'_р$, $X''_р$ и $У''_р$. По расхождениям координат $X'_р$, $X''_р$ и $У'_р$, $У''_р$ можно судить об отсутствии ошибок в измерениях и в выписке координат исходных пунктов.

Если с одной точки нет видимости на два исходных пункта, то измерения ведутся на двух определяемых точках (рис. 5I.3). На точке P_I измеряется расстояние ℓ_I и угол β_1, а на точке P_2 - ℓ_2 и β_2. Расстояние между определяемыми точками в вычислении по программе 37 не участвует и используется для контроля.

Работа с программой 37.

I. Ввести исходные данные: X_I = РА, $У_I$ = РВ, X_2 = РС, $У_2$ = РД, ℓ_1 = РI, β_1 = Р2, ℓ_2 = Р3, β_2 = Р4. Очистить счетчик адресов нажатием клавиши С/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения: X_{PI}, $У_{PI}$, X_{P2}, $У_{P2}$, $\alpha_{PI.P2}$ (в градусах и долях градуса) и $S_{PI.P2}$.

Для контроля сравнить измеренное расстояние между определяемыми точками с вычисленным.

Программа 36. Вычисление координат точки по измеренным расстояниям до двух исходных пунктов и углу между направлениями на исходные пункты

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПС	6С	22	ИП4	64	44	С/П	50
01	ИПА	6-	23	ИП2	62	45	ИП5	65
02	ИПД	6Г	24	ИП1	61	46	ИПВ	68
03	ИПВ	6	25	x	12	47	x	12
04	-	11	26	ИП3	63	48	ИП6	66
05	ПВ	48	27	/-/	0L	49	ИП7	67
06	F→	25	28	П3	43	50	x	12
07	-	11	29	Fsin	1С	51	-	11
08	П7	47	30	x	12	52	ИП9	69
09	ИП1	61	31	П6	46	53	+	13
10	Fx^2	22	32	ИП8	68	54	ИПВ	6L
11	ИП1	61	33	x	12	55	+	10
12	П4	44	34	+	10	56	С/П	50
13	ИП2	62	35	ХУ	14	57	ИПА	6-
14	П1	41	36	Fx^2	22	58	ИПС	6С
15	x	12	37	ИП8	68	59	ПА	4-
16	ИП3	63	38	Fx^2	22	60	ИПВ	6L
17	Fcos	1Г	39	+	10	61	ИПД	6Г
18	x	12	40	П9	49	62	ПВ	4L
19	-	11	41	+	13	63	БП	51
20	П5	45	42	ИПА	6-	64	04	04
21	x	12	43	+	10			

Программа 37. Решение обратной линейно-угловой засечки пары точек

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	26	+	I0	52	ИП8	66
0I	П5	45	27	П2	42	53	С/П	50
02	П6	46	28	F cos	IГ	54	ИПС	6С
03	2	02	29	ИП1	6I	55	ИПА	6-
04	П0	40	30	x	I2	56	-	II
05	ПШ	53	3I	КИП5	Г5	57	+	0Е
06	54	54	32	+	I0	58	Fx^2	22
07	ИП3	63	33	КП6	L6	59	ИПД	6Г
08	ИП4	64	34	С/П	50	60	ИПВ	6L
09	F sin	IC	35	ИП2	62	6I	-	II
I0	x	I2	36	F sin	IC	62	Fx<0	5С
II	ИП1	6I	37	ИП1	6I	63	66	66
I2	ИП2	62	38	x	I2	64	3	03
I3	F sin	IC	39	КИП5	Г5	65	6	06
I4	x	I2	40	+	I0	66	0	00
I5	-	II	4I	КП6	6	67	F→	25
I6	ИП8	68	42	С/П	50	68	Fx^2	22
I7	+	I3	43	ИП3	63	69	+	I0
I8	F arcsin	I9	44	П1	4I	70	FГ	2I
I9	+	I0	45	ИП9	69	7I	П8	48
20	П9	49	46	ИП4	64	72	+	I3
2I	I	0I	47	FLO	5Г	73	F arccos	I-
22	8	08	48	26	26	74	-	II
23	0	06	49	ПГ	53	75	Fx≥0	59
24	ИП2	62	50	54	54	76	74	74
25	-	II	5I	С/П	50	77	В/О	52

I9. Вычисление углов в треугольнике с измеренными сторонами

Программа 38 по трем известным сторонам a, b и c треугольника вычисляет значение противолежащих этим сторонам углов A, B и C.

Работа с программой 38.

I. Ввести значение сторон: a = РА, b = РВ, c = РС. Очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

2. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения углов А, В и С (в градусах и долях градуса).

Программа 38. Вычисление углов треугольника по измеренным сторонам

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПА	6-	08	ХУ	I4	I6	+	I3
0I	ИПВ	6	09	ПС	4С	I7	ИПВ	6
02	ПА	4-	I0	Fx^2	22	I8	+	I3
03	Fx^2	22	II	-	II	I9	Fарссos	I-
04	ИПС	6С	I2	2	02	20	С/П	50
05	ПВ	4	I3	ПО	40	2I	БП	5I
06	$F\sqrt{x}$	22	I4	+	I3	22	00	00
07	+	I0	I5	ИПА	6-			

При работе с МК-52 и МК-6I программу можно дополнить (перед командой С/П) командой перевода значений угла в градусах и долях градуса в значения, выраженные в градусах, минутах и секундах. При работе с БЗ-34, МК-54 и МК-56 для получения значений угла в градусах, минутах и секундах программу нужно с 2I адреса дополнить командами

I + П9 КИП9 ХУ ИП9 - 60 x FLO 20 С/П БП 00

При работе с такой дополненной программой после первого пуска считываем целую часть числа - градусы угла А, после второго пуска целая часть числа - минуты угла А, а после третьего пуска высвечиваются секунды и доли секунд угла А. Продолжая пускать программу (нажатием С/П), аналогично получим градусы, минуты, секунды и доли секунд угла В и угла С.

20. Решение треугольников

При решении ряда треугольников углы в треугольнике нумеруются следующим образом. Первым нумеруется угол, лежащий против стороны, являющейся исходной для решения данного треугольника, а последним - угол против стороны, являющейся исходной для решения последующего треугольника (рис. 51.4).

Перед началом решения треугольников углы исправляются за условие фигур путем распределения невязки каждого треугольника поровну на углы треугольника.

Программа 39/61. Решение треугольников (углы в градусах, минутах и долях минуты)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	08	+	I0	I6	x	I2
0I	П0	40	09	С/П	50	I7	С/П	50
02	КИП0	Г0	I0	ИП4	64	I8	FBx	0
03	К+	26	II	Fsin	IC	I9	ИП1	6I
04	КП0	L0	I2	ИПВ	6	20	Fsin	IC
05	FL0	5Г	I3	ИП7	67	2I	x	I2
06	02	02	I4	Fsin	IC	22	ПВ	4L
07	+	I0	I5	+	I3	23	С/П	50

Программа 40. Решение треугольников (углы в градусах, минутах и долях минуты)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	I2	ИП9	69	24	Fsin	IC
0I	П0	40	I3	+	I0	25	+	I3
02	КИП0	Г0	I4	КП0	L0	26	x	I2
03	П9	49	I5	FL0	5Г	27	С/П	50
04	КИП9	Г9	I6	02	02	28	FBx	0
05	F→	25	I7	+	I0	29	ИП1	6I
06	ИП9	69	I8	+	I0	30	Fsin	IC
07	-	II	I9	С/П	50	3I	x	I2
08	0	00	20	ИП4	64	32	ПВ	4L
09	,	0-	2I	Fsin	IC	33	С/П	50
I0	6	06	22	ИПВ	6			
II	+	I3	23	ИП7	67			

Программы 39/6I и 40 предназначены для работы с углами, выраженными в градусах, минутах и долях минуты, а программа 4I - для углов, выраженных в градусах, минутах, секундах и долях секунды. Решение треугольников с углами, выраженными в градусах, минутах, секундах и долях секунд на МК-52 и МК-6I, может производиться по программе 39/6I. При этом необходимо команду К+ по адресу 03 заменить на команду К↔.

Программа 4I. Решение треугольников (углы в градусах, минутах, секундах и долях секунд)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	9	09	I4	02	02	28	С/П	50
0I	ПО	40	I5	ИП4	64	29	П9	49
02	КИПО	ГО	I6	Fan	IC	30	КИП9	Г9
03	ВП	0С	I7	ИПВ	6	3I	F→	25
04	2	02	I8	ИП7	67	32	ИП9	69
05	ПП	53	I9	Fan	IC	33	-	II
06	29	29	20	+	I3	34	0	00
07	ВП	0С	2I	x	I2	35	,	0-
08	2	02	22	С/П	50	36	6	06
09	/-/	0L	23	FBx	0	37	+	I3
I0	ПП	53	24	ИПI	6I	38	ИП9	69
II	29	29	25	Fsin	IC	39	+	I0
I2	КПО	0	26	x	I2	40	В/О	52
I3	FLO	5Г	27	ПВ	4			

Работа с программами 39/6I, 40, 4I.

I. Ввести значение начального базиса ℓ_1 в регистр памяти В.

2. Ввести значение углов; β_1 = РВ, β_2 = Р5, β_3 = Р2. Пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П и считать с индикатора значение суммы введенных углов. Так как решение треугольников выполняется по первично уравненным углам, то сумма углов должна быть равна 180° (из-за ошибок округления допускается отклонение от 180° на $1^\circ \cdot 10^{-6}$). Если сумма не равна 180°, то проверить правильность выписки углов и повторить операции, указанные в п. 2.

3. Дважды пустить программу нажатием клавиши С/П и считать значение линии, противолежащей второму углу треугольника, и линии, противолежащей третьему углу.

4. Операции, указанные в пп. 2 и 3, повторять для всех последующих треугольников.

21. Решение систем нормальных уравнений

Система из трех нормальных уравнений

$$[aa]X_I + [ab]X_2 + [ac]X_3 + W_a = 0;$$
$$[ab]X_I + [bb]X_2 + [bc]X_3 + W_b = 0;$$
$$[ac]X_I + [bc]X_2 + [cc]X_3 + W_c = 0$$

решается по программе 42. Исходные данные при работе с этой программой размещаются в регистрах: $[aa]$ = P7, $[ab]$ = P6, $[ac]$ = 29, $[bb]$ = P5, $[bc]$ = P6, $[cc]$ = P3, W_a = PA, W_b = PB, W_c = PC. Первый пуск программы выполняется нажатием клавиш В/О С/П, а два последующие - клавиши С/П. После каждого пуска считываются значения неизвестных X_I, X_2 и X_3. Исходные данные после счета по программе остаются в "своих" регистрах.

Для вычисления весовых коэффициентов (коэффициенты обращенной матрицы) нужно трижды повторить вычисление по программе, приняв один из свободных членов равным -I, а два других равными нулю. Приняв W_a =-I, W_b= W_c = 0, получим элементы первой строки, обращенной матрицы (весовые коэффициенты), приняв W_b =-I, W_a = W_c = 0 и W_c =-I, W_a = W_b = 0, соответственно получим элементы второй и третьей строки обращенной матрицы.

При решении системы из четырех нормальных уравнений по программе 43 исходные данные не сохраняются, и для обращения матрицы коэффициентов необходимо повторно вводить коэффициенты нормальных уравнений.

Работа с программой 43.

I. Ввести данные: $[aa]$ = P0, $[ab]$ = PI, $[ac]$ = P2, $[ad]$ = P3, $[bb]$ = P4, $[bc]$ = P5, $[bd]$ = P6, $[cc]$ = P7, $[cd]$ = P8, $[dd]$ = P9, W_a = PA, W_b = PB, W_c = PC, W_d = PД.

2. Пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П. После останова на индикаторе высветится значение первого неизвестного. Значение остальных неизвестных извлечь из регистров В, С, Д.

Весовые коэффициенты i-й строки получим, приняв свободный член $W_i = -1$, а все остальные свободные члены равными нулю и повторив указанные выше (пп. 1 и 2) операции.

Для решения системы из пяти нормальных уравнений на БЗ-34, МК-54 и МК-56 составлена программа 44/34.

По программе 44/34, не выполняя дополнительных ее пусков, одновременно с вычислением неизвестных можно вычислить определитель системы и элементы Q_{44}, Q_{45}, Q_{55} обращенной матрицы (весовые коэффициенты).

Программу можно также использовать для обращения матриц пятого порядка: элементы i-й строки обратной матрицы получатся при решении исходной системы, в которой i-й свободный член заменен на -1, а все остальные свободные члены равны нулю.

Работа с программой 44/34 производится в следующем порядке.

1. Ввести программу путем последовательного нажатия клавиш, приведенных в графе "Клавиша" таблицы. Правильность ввода программы в микрокалькулятор проверить по кодам операций (графа "Код" таблицы).

2. Ввести данные: I4 = P0 = P1; 0 = P2 = P3 = P4 = P5 = P6 (т.е. очистить регистры 2-6); A_{II} = P7.

3. Последовательно набирать на индикаторе коэффициенты первого уравнения A_{I2}, A_{I3}, A_{I4}, A_{I5} и свободный член W_I пуская программу после каждого набора нажатием двух клавиш В/О и С/П.

4. В регистр P0 ввести число 7 и это же число оставить на индикаторе (при наборе следующего числа цифра 7 сместится в регистр РУ).

5. Построчно набирать на индикаторе значения последующих коэффициентов, пуская программу после набора каждого нажатием только одной клавиши С/П (A_{2I} С/П, A_{22} С/П,..., W_2 С/П, A_{3I} С/П, A_{32} С/П,..., W_3 С/П, A_{4I} С/П, A_{42} С/П,..., W_4 С/П, A_{5I} С/П, A_{52} С/П,..., W_5 С/П). При наборе нулевых коэффициентов нельзя нажимать клавишу Сх (в регистрах стека находятся результаты промежуточных вычислений), нужно

набирать 0 (ноль). При ошибочно набранном коэффициенте нажать клавишу Сх и повторить ввод.

6. После отработки свободного члена пятого уравнения (его набора на индикаторе и пуска программы) вычисленные значения неизвестных записаны в регистрах: РД = X_1, РС = X_2, РВ = X_3, РА = X_4 и Р9 = X_5.

Время вычислений по программе - около десяти минут.

Если есть необходимость в вычислении определителя системы, то нужно считывать высвечиваемые после отработки каждого квадратичного коэффициента (A_{22}, A_{33}, A_{44} и A_{55}) коэффициенты $A_{22.1}$, $A_{33.2}$, $A_{44.3}$ и $A_{55.4}$. Заметим, что последние при работе данной программы высвечиваются с противоположным знаком.

Определитель системы вычисляется по формуле

$$D = A_{11} A_{22.1} A_{33.2} A_{44.3} A_{55.4},$$

а последний весовой коэффициент - по формуле

$$Q_{55} = \frac{1}{A_{55.4}}$$

Вычисление коэффициентов Q_{44} и Q_{45} (последние можно вычислить только для нормальных, - т.е. при симметрии коэффициентов - уравнений) ведется по формулам

$$Q_{44} = \frac{1}{A_{44.3}} \qquad \frac{A^2_{45.4}}{A_{55.4}};$$

$$Q_{45} = \frac{A_{45.4}}{A_{55.4}}$$

Коэффициент $A_{45.4}$ после работы программы хранится в регистре 7, отметим, что он вычислен со "своим" знаком.

При вычислении по программе системы

$$\begin{pmatrix} 14 & 2 & 5 & -4 & 4 \\ 2 & 27 & -11 & 4 & -4 \\ 5 & -11 & 53 & 32 & 7 \\ -4 & 4 & 32 & 57 & 1 \\ 4 & -4 & 7 & 1 & 23 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 20 \\ -106 \\ 55 \\ -107 \\ 107 \end{pmatrix} = 0$$

получим $X_1 = 1$; $X_2 = 2$; $X_3 = -2$; $X_4 = 3$; $X_5 = -4$

После отработки каждого квадратичного коэффициента (27, 53, 57, 23) на индикаторе высвечиваются:

$-A_{22.1} = -26,7143$; $-A_{33.2} = -46,0775$

$-A_{44.3} = -27,8271$; $-A_{55.4} = -20,7976$,

$A_{45.4} = -0,00655$ извлекаем из регистра 7.

Решение системы из пяти линейных уравнений на МК-52 и МК-61 выполняется по программе 45/61 в следующем порядке.

1. Ввести 5 = P0, I5 = P1 = P2 и очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

2. Последовательно набирать на индикаторе коэффициенты уравнений, пуская программу после набора каждого нажатием клавиши С/П (A_{11} С/П, A_{12} С/П, ..., W_1 С/П, A_{21} С/П, A_{22} С/П, ..., W_2 С/П, A_{31} С/П, A_{32} С/П, ..., W_3 С/П, A_{41} С/П, A_{42} С/П, ..., W_4 С/П, A_{51} С/П, A_{52} С/П,..., W_5 С/П). При наборе нулевых коэффициентов вводить 0 (ноль). Нельзя нажимать клавишу Сх, так как в регистрах стека хранятся результаты промежуточных вычислений.

3. Вычисленные значения неизвестных хранятся в регистрах: РЕ = X_1 РД = X_2, РС = X_3, РВ = X_4, РА = X_5. Коэффициент $A_{45.4}$ хранится в регистре 8.

Если есть необходимость в вычислении по приведенным выше формулам определителя и коэффициентов Q_{44}, Q_{45} и Q_{55} обращенной матрицы, то нужно так же, как и при работе с программой 44/34, считывать значения коэффициентов $A_{22.1}$, $A_{33.2}$, $A_{44.3}$, $A_{55.4}$, высвечиваемые после отработки каждого квадратичного коэффициента.

Программа 42. Решение системы из трех нормальных уравнений методом Гаусса

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИПА	6-	22	x	I2	44	С/П	50
0I	ИП9	69	23	ИП6	66	45	ИП2	62
02	ИП3	63	24	Fx^2	22	46	x	I2
03	+	I3	25	ИП3	63	47	ИП4	64
04	ИП1	6I	26	+	I3	48	-	II
05	ИПС	6C	27	ИП5	65	49	ИП0	60
06	x	I2	28	-	II	50	+	I3
07	-	II	29	П0	40	5I	С/П	50
08	ИП8	68	30	+	I3	52	ИП6	66
09	ИП1	6I	3I	-	II	53	x	I2
I0	ИП6	66	32	ИП9	69	54	ИП1	6I
II	x	I2	33	ИП1	67	55	ИП9	69
I2	-	II	34	x	I2	56	x	I2
I3	П2	42	35	ИП7	67	57	+	I0
I4	ИПС	6C	36	-	II	58	ИПС	6C
I5	ИП6	66	37	ИП2	62	59	+	I0
I6	x	I2	38	Fx^2	22	60	ИП3	63
I7	ИП3	63	39	ИП0	60	6I	/-/	0L
I8	+	I3	40	+	I3	62	+	I3
I9	ИПВ	6L	4I	-	II	63	С/П	50
20	-	II	42	+	I3			
2I	П4	44	43	П1	4I			

Программа 43. Решение системы из четырех нормальных уровней методом Жордана-Гаусса.

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ПП	53	30	↑	I3	60	ПВ	48
0I	04	04	3I	+	I0	6I	ИП2	62
02	ИПА	6-	32	П4	44	62	x	I2
03	С/П	50	33	ИПД	6Г	63	+	I0
04	ПП	53	34	ИПВ	6L	64	ИП5	65
05	06	06	35	ИПА	6-	65	ИПI	6I
06	ПП	53	36	ИП9	69	66	ИП9	69
07	08	08	37	↑	I3	67	-	I3
08	ИП7	67	38	ПД	4Г	68	П3	43
09	ИП9	69	39	ИПI	67	69	ИП2	62
I0	ИП3	63	40	x	I2	70	x	I2
II	x^2	22	4I	+	I0	7I	+	I0
I2	ИП0	60	42	ПА	4-	72	ПI	4I
I3	/-/	0	43	ХУ	I4	73	ХУ	I4
I4	П9	49	44	ИПС	6С	74	П5	45
I5	↑	I3	45	ИПД	6Г	75	ИП2	62
I6	+	I0	46	ИП2	62	76	ИП9	69
I7	П7	47	47	x	I2	77	↑	I3
I8	ХУ	I4	48	+	I0	78	ИП6	66
I9	ИП4	64	49	ПВ	4L	79	ИП3	63
20	ИПI	6I	50	ХУ	I4	80	ИП9	69
2I	$\sqrt{x^2}$	22	5I	ИПД	6Г	8I	x	I2
22	ИП9	69	52	ИП3	63	82	ИПВ	68
23	↑	I3	53	x	I2	83	x	I2
24	+	I0	54	+	I0	84	+	I0
25	П0	40	55	ПС	4С	85	П2	42
26	ХУ	I4	56	ИПВ	68	86	ХУ	I4
27	ИП2	42	57	ИП3	63	87	П6	46
28	$\sqrt{x^2}$	22	58	ИП9	69	88	В/О	52
29	ИП9	-69	59	↑	I3			

Программа 44/34. Решение системы из пяти линейных уравнений методом оптимального исключения

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП7	67	33	+	I0	66	П0	40
0I	/-/	0L	34	ХУ	I4	67	8	08
02	+	I3	35	+	I3	68	ИП2	62
03	КП0	L0	36	КП1	I	69	ИП1	6I
04	С/П	50	37	FBx	0	70	-	II
05	↑	0E	38	ХУ	I4	7I	+	I0
06	F→	25	39	ПП	53	72	-	II
07	↑	0E	40	93	93	73	Fx=o	5E
08	КИП1	ГI	4I	Fx<o	5C	74	50	50
09	ПП	53	42	30	30	75	П2	42
I0	89	89	43	F→	25	76	F→	25
II	Fx<o	5C	44	ХУ	I4	77	КИП0	Г0
I2	06	06	45	П0	40	78	КП1	L1
I3	F→	25	46	I	0I	79	Cx	0Г
I4	ХУ	I4	47	4	04	80	ПП	53
I5	П0	40	48	П1	4I	8I	92	92
I6	С/П	50	49	П2	42	82	Fx<o	5C
I7	ИП1	6I	50	F→	25	83	76	76
I8	ИП0	60	5I	КИП2	Г2	84	+	I0
I9	-	II	52	↑	0E	85	I	0I
20	3	03	53	F→	25	86	4	04
2I	-	II	54	↑	0E	87	П1	4I
22	Fx<o	5C	55	КИП0	Г0	88	БП	5I
23	06	06	56	x	I2	89	I2	I2
24	F→	25	57	КИП2	Г2	90	КИП0	Г0
25	/-/	0L	58	+	I0	9I	+	I0
26	КИП0	Г0	59	КП1	II	92	КП↑	LE
27	-	II	60	ПП	53	93	F→	25
28	ХУ	I4	6I	93	93	94	ИП0	60
29	П1	4I	62	Fx=0	5E	95	3	03
30	F→	25	63	53	53	96	-	II
3I	С/П	50	64	+	I0	97	В/0	52
32	КИП0	Г0	65	ХУ	I4			

Программа 45/61. Решение системы из пяти линейных уравнений методом оптимального исключения

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ПВ	48	35	-	11	70	П0	40
01	С/П	50	36	↑	0Е	71	П2	42
02	ИПВ	68	37	Fx→	25	72	9	09
03	/-/	0	38	С/П	50	73	ИП3	63
04	+	13	39	КИП0	Г0	74	ИП1	61
05	КП1	1	40	+	10	75	-	11
06	0	5Г	41	ХУ	14	76	+	10
07	01	01	42	+	13	77	-	11
08	8	08	43	FВх	0	78	Fx=0	5Е
09	П0	40	44	ХУ	14	79	56	56
10	П1	41	45	ПП	53	80	П3	43
11	С/П	50	46	98	9Е	81	Fx→	25
12	↑	0Е	47	Fx<0	5С	82	КИП0	Г0
13	Fx→	25	48	37	37	83	0	00
14	↑	0Е	49	Fx→	25	84	КП2	L2
15	КИП2	Г2	50	ХУ	14	85	ПП	53
16	ПП	53	51	П0	40	86	97	97
17	95	95	52	1	01	87	Fx<0	5С
18	Fx<0	5С	53	5	05	88	81	81
19	13	13	54	П1	41	89	+	10
20	Fx→	25	55	П3	43	90	1	01
21	ХУ	14	56	Fx→	25	91	5	05
22	П0	40	57	КИП3	Г3	92	П2	42
23	П1	41	58	↑	0Е	93	БП	51
24	С/П	50	59	Fx→	25	94	21	21
25	ИП2	62	66	↑	0Е	95	x	12
26	ИП0	60	61	КИП0	Г0	96	КИП0	Г0
27	-	11	62	x	12	97	+	10
28	3	03	63	КИП3	Г3	98	КП1	1
29	-	11	64	ПП	53	99	Fx→	25
30	Fx<0	5С	65	97	97	-0	ИП0	60
31	13	13	66	Fx=0	5Е	-1	4	04
32	Fx→	25	67	59	59	-2	-	11
33	/-/	0L	68	+	10	-3	В/0	52
34	КИП0	Г0	69	ХУ	14			

22. Уравнивание геодезического четырехугольника методом приближений

Для составления программы уравнивания геодезического четырехугольника строгим способом принят алгоритм:

1) вычисление коэффициента [AA]

$$[AA] = \sum_{i=1}^{8} ctg\beta_i \quad ;$$

2) вычисление углов β_i', уравненных за условие фигур,

$$\beta_i'' = \beta_i + \begin{cases} c \sin \sum_{i=1}^{4} \beta_i, & i \leq 4; \\ c \sin \sum_{i=5}^{8} \beta_i, & i > 4, \end{cases}$$

где β_i - в первом приближении измеренные углы, а в последующих - углы, уравненные за условие полюса;
$C = \rho^{\circ}/4$; i - порядковый номер угла (порядок нумерации углов см. на рис. 5I.5);

$$\beta_i' = \beta_i'' + \begin{cases} c \sin \sum_{i=3}^{6} \beta_i'', & 3 \leq i \leq 6, \\ c \sin \sum_{i=1,2,7,8} \beta_i'', & i = 1,2,7,8, \end{cases}$$

3) вычисление свободного члена полюсного условия

$$W_p = 4c \left(\frac{\sin\beta_1' \sin\beta_3' \sin\beta_5' \sin\beta_7'}{\sin\beta_2' \sin\beta_4' \sin\beta_6' \sin\beta_8'} \right).$$

Если $|W_p| > 0{,}25''$, то перейти к п. 4, иначе закончить вычисление (полученные в п. 2 углы β_i' и будут искомыми);

4) вычисление углов β_i'', уравненных за условие полюса,

$$\beta_i'' = \beta_i' + (-1)^i ctg\beta_i' / [AA]$$

5) принять $\beta_i'' = \beta_i$ и перейти к п. 2 (по каждому треугольнику) $\sum\beta_i - 180^{\circ} = 0$.

Программа 46. Уравнивание геодезического четырехугольника методом приближений

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
-	В/О	ПРГ-	32	П0	40	65	+	I3
00	ИП5	65	33	П1	4I	66	+	I0
0I	П3	43	34	4	04	67	КП3	L3
02	8	08	35	ИП5	65	68	ИП0	60
03	П0	40	36	П2	42	69	/-/	0L
04	0	00	37	КИП2	Г2	70	FL1	5L
05	КИП3	Г3	38	Fsin	IC	7I	60	60
06	Ftg	IE	39	ХУ	I4	72	БП	5I
07	F1/x	23	40	+	I3	73	I3	I3
08	Fx^2	22	4I	FL0	5Г	74	ИП5	65
09	+	I0	42	37	37	75	П1	4I
I0	FL0	5Г	43	ИП5	65	76	П2	42
II	05	05	44	П2	42	77	П3	43
I2	П4	44	45	П3	43	78	КИП1	Г1
I3	ПП	53	46	-	II	79	КИП1	Г1
I4	74	74	47	x	I2	80	+	I0
I5	ПП	53	48	П0	40	8I	КИП1	Г1
I6	78	78	49	Fx^2	22	82	+	I0
I7	I	0I	50	3	03	83	КИП1	Г1
I8	2	02	5I	x	I2	84	+	I0
I9	ПП	53	52	+	I0	85	Fsin	IC
20	75	75	53	-	II	86	ИП5	65
2I	FBx	0	54	Fx=0	5E	87	x	I2
22	/-/	0L	55	57	57	88	ХУ	I4
23	ХУ	I4	56	С/П	50	89	ПП	53
24	ПП	53	57	ИП0	60	90	9I	9I
25	9I	9I	58	ИП4	64	9I	ПП	53
26	ИП5	65	59	+	I3	92	93	93
27	П2	42	60	П0	40	93	КИП2	Г2
28	П3	43	6I	КИП2	Г2	94	FBx	0
29	ПП	53	62	ХУ	I4	95	+	I0
30	9I	9I	63	FBx	0	96	КП3	L3
3I	8	08	64	Ftg	IE	97	В/О	52

Работа с программой 46.

I. Ввести измеренные углы в порядке возрастания их индексов в регистры 6, 7, 8, 9, А, В, С, Д (см. рис. 5I.5). Минуты и секунды угла должны быть переведены в доли градуса.

С = I4,323945 - ввести в регистр 5.

2. Пустить программу нажатием клавиш В/О и С/П. Время счета зависит от необходимого количества приближений и составляет в среднем 6 мин. После останова на индикаторе высветится 0. Уравненные углы записаны в тех же регистрах памяти, в которые вводились измеренные (регистры 6-9, А, В, С и Д).

23. Уравнивание ряда треугольников, проложенного между исходной стороной и базисом

При уравнивании ряда треугольников, опирающегося на одну исходную сторону (сторона АВ на рис. 5I.4) и измеренный базис (стороны ВГ на рис. 5I.4), двухгрупповым способом возникает только одно условие второй группы - условие сторон.

Решение условных уравнений первой группы (условия фигур) сводится к распределению невязки треугольников поровну на каждый угол треугольника.

Уравнивание за условие второй группы заключается в составлении условного уравнения сторон, преобразовании коэффициентов составленного уравнения по способу Крюгера-Урмаева, составлении и решении нормальных уравнений и вычислений вторичных поправок в углы.

Заметим, что этот способ является строгим, так как соблюдается условие

$$[v_i^2] = min,$$

где v_i - полная поправка в угол.

Процесс уравнивания за условие второй группы можно автоматизировать по приведенным ниже программам. Перед началом работы с программой в вычислительный бланк (табл. 5I.2) выписываются измеренные углы. Нумерация углов

принята такой же, как и при решении треугольников: первым в треугольнике нумеруется угол, лежащий против стороны, являющейся исходной для решения данного треугольника, а последним - угол против стороны, являющейся исходной для решения последующего треугольника (см. рис. 5I.4). По каждому треугольнику подсчитывается невязка и распределяется поровну на каждый угол треугольника. Сумма первично уравненных углов в каждом треугольнике должна быть равной 180^0.

После получения первично уравненных углов (графа 6 табл. 2) уравнивание сводится к работе с программой 47 или 48.

Работа с программой 47.

I. Ввести значение $\rho''b_2/b_1$ в регистр 3 (b_1 - начальный базис; b_2 - конечный базис; $\rho'' = 206265$). Для ввода углов отведены регистры 5-С. При работе с программой вводятся только связующие углы, т.е. по два угла из каждого треугольника: β_1 = Р5, β_3 = Р6, β_4 = Р7, β_6 = Р8, β_7 = Р9, β_9 = РА, β_{10} = РВ, β_{12} = РС (см. табл. 5I.2). Если количество треугольников $n < 4$, то вводятся только $2n$ значений углов. Набрать на индикаторе число треугольников в ряду и пустить программу нажатием клавиш В/О С/П. После останова на индикаторе высветится значение вторичной поправки к первому углу. Последующие поправки ко всем углам ряда треугольников высвечиваются после каждого нажатия клавиши С/П (размерность вторичных поправок в секундах).

При вводе восьми углов из графы 6 табл. 5I.2 получим по программе 47 вторичные поправки к двенадцати углам (графа 7 табл. 5I.2).

Работа с программой 48.

I. Ввести $\rho''b_1/b_2$ = Р3, β_1 = Р4, β_3 = Р5, β_4 = Р6, β_6 = Р7, β_7 = Р8, β_9 = Р9, β_{10} = РА, β_{12} = РВ, β_{13} = РС, β_{15} = РД (угловые минуты предварительно перевести в доли градуса).

2. Набрать на индикаторе значение n и пустить программу нажатием В/О С/П. После останова на индикаторе высветится значение вторичной поправки к первому углу. Вторичные поправки ко всем последующим углам ряда (включая промежуточные) в порядке возрастания их индексов считывать после каждого нажатия клавиши С/П.

Программа 47. Строгое уравнивание свободного ряда из $n \leqslant 4$ треугольников по первично уравненным углам (углы в градусах, минутах, секундах и долях секунд)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П0	40	33	ИП4	64	66	67	67
01	2	02	34	+	10	67	КИП1	Г1
02	x	12	35	FL0	5Г	68	ВП	0С
03	5	05	36	08	08	69	2	02
04	+	10	37	ИП3	63	70	ПП	53
05	П1	41	38	2	02	71	81	81
06	П2	42	39	0	00	72	↑	0Е
07	0	00	40	6	06	73	Fsin	1С
08	П4	44	41	2	02	74	ИП3	63
09	ПП	53	42	6	06	75	+	13
10	65	65	43	5	05	76	П3	43
11	0	00	44	-	11	77	F→	25
12	ХУ	14	45	ХУ	14	78	Ftg	1Е
13	-	11	46	+	13	79	F1/x	23
14	↑	0Е	47	П2	42	80	В/О	52
15	F→	25	48	04	04	81	ПП	53
16	+	10	49	П4	44	82	86	86
17	3	03	50	0	00	83	ВП	0С
18	-	13	51	КИП4	Г4	84	2	02
19	↑	0Е	52	ИП2	62	85	/-/	0L
20	$F x^2$	22	53	x	12	86	ПД	4Г
21	F→	25	54	С/П	50	87	КИПД	ГГ
22	-	11	55	-	11	88	F→	25
23	КП2	L2	56	КИП4	Г4	89	ИПД	6Г
24	FBx	0	57	ИП2	62	90	-	11
25	ХУ	14	58	x	12	91	0	00
26	$F x^2$	22	59	-	11	92	,	0-
27	F→	25	60	С/П	50	93	6	06
28	-	11	61	FBx	0	94	+	13
29	КП2	L2	62	С/П	50	95	ИПД	6Г
30	$F x^2$	22	63	БП	51	96	+	10
31	+	10	64	50	50	97	В/О	52
32	+	10	65	ПП	53			

Программа 42. Строгое уравнивание свободного ряда из $n \leq 5$ треугольников по первично уравненным углам (углы в градусах и долях градуса)

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П0	40	2Е	ХУ	I4	56	ИП2	62
0I	2	02	29	Fx^2	22	57	x	I2
02	x	I2	30	F→	25	58	С/П	50
03	4	04	3I	-	II	59	-	II
04	+	I0	32	КПI	LI	60	КИП4	Г4
05	ПI	4I	33	Fx^2	22	6I	ИП2	62
06	Сх	0Г	34	+	I0	62	x	I2
07	П2	42	35	+	I0	63	-	II
0Е	ПП	53	36	ИП2	62	64	С/П	50
09	7I	7I	37	+	I0	65	FBx	0
I0	ИПI	6I	3Е	FL 0	5Г	66	С/П	50
II	2	02	39	07	07	67	КИП4	Г4
I2	+	I0	40	ИП3	63	68	0	00
I3	ПI	4I	4I	2	02	69	БП	5I
I4	Сх	0Г	42	0	00	70	55	55
I5	ХУ	I4	43	6	06	7I	ПП	53
I6	-	II	44	2	02	72	73	73
I7	↑	0Е	45	6		73	КИПI	ГI
I8	F→	25	46	5	05	74	↑	0Е
I9	+	I0	47	—	II	75	Fsin	IC
20	3	03	48	ХУ	I4	76	ИП3	63
2I	+	I3	49	÷	I3	77	+	I3
22	↑	0Е	50	П2	42	7Е	П3	43
23	Fx^2	22	5I	ИП4	64	79	F→	25
24	F→	25	52	4	04	80	Ftg	IE
25	-	II	53	П4	44	8I	FI/x	23
26	КПI	I	54	Сх	0Г	82	В/О	52
27	FBx	0	55	ХУ	I4			

Таблица 5I.2

β_I = 4241.00; β_2 = I957.00

Номер треугольников	Наименование вершин	Номер углов	Измеренные углы	Первичные поправки	Первично уравненные углы	Вторичные поправки
I	2	3	4	5	6	7
	a	I	91° 52'44"0	-4.0	91° 52'40"0	+ I,8
	A	2	57 25 22,0	-4,0	57 25 I8,0	+ I,9
I	B	3	30 42 06,0	-4,0	30 42 02.0	- 3,7
			I80 00 I2,0	-I2,0	I80 00 00,0	0
			ω'_1 = + I2,0"			
	б	4	64° 59'20"0	+3,0	64 59 23.0	+ I,8
	a	5	6I 38 48.0	+3.0	6I 38 5I.0	+ 0,3
2	A	6	53 2I 43.0	+3.0	53 2I 46.0	- 2,I
			I79 59 5I.0	+9.0	I80 00 00,0	0
			ω'_2 = -9,0"			
	в	7	4I 33 I0,0	-I,0	4I 33 09.0	+ 3,I
	б	8	77 53 3I,0	-I,0	77 53 30,0	- 0,6
3	a	9	60 33 22,0	-I,0	60 33 2I,0	- 2,5
			I80 00 03,0	-3,0	I80 00 00.0	0
			ω'_3 = + 3,0"			
	B	I0	62 20 08,0	+0,7	62 20 06.7	+ 2,3
	в	II	74 I0 07,0	+0,7	74 I0 07.7	+ 0,6
4	б	I2	43 29 43.0	+0,6	43 29 43.6	-2,9
			I79 59 56.0	+2,0	I80 00 00.0	0
			ω'_4 = -2,0"			

24. Вычисление координат и погрешности определения планового положения точек оси ствола скважины по результатам инклинометрических измерений

Координаты X_n, Y_n и H_n точек оси ствола скважины вычисляют, приняв координаты устья равными нулю, по формулам

$$X_n = \sum_{i=1}^{n}\left((L_i - L_{i-1})\sin\frac{\theta_{i-1}+\theta_i}{2}\cos\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2}\right);$$

$$Y_n = \sum_{i=1}^{n}\left((L_i - L_{i-1})\sin\frac{\theta_{i-1}+\theta_i}{2}\sin\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2}\right);$$

$$H_n = \sum_{i=1}^{n}\left((L_{i-1} - L_i)\cos\frac{\theta_{i-1}+\theta_i}{2}\right),$$

где n - порядковый номер точки оси скважины, L_i - глубина, отсчитываемая от устья скважины до точки i, θ_i - зенитный угол в точке i, α_i - азимут (дирекционный угол) горизонтальной проекции касательной к оси скважины в точке

Так $\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2}$ в некоторых случаях может отличаться на 180^0 от действительного (например, для точек I7 и I6 табл. 5I.3), то для вычисления $\sin\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2}$ и $\cos\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2}$ по программе приняты формулы

$$\sin\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2} = \frac{\sin\alpha_{i-1}+\sin\alpha_i}{\sqrt{(\sin\alpha_{i-1}+\sin\alpha_i)^2+(\cos\alpha_{i-1}+\cos\alpha_i)^2}};$$

$$\cos\frac{\alpha_{i-1}+\alpha_i}{2} = \frac{\cos\alpha_{i-1}+\cos\alpha_i}{\sqrt{(\sin\alpha_{i-1}+\sin\alpha_i)^2+(\cos\alpha_{i-1}+\cos\alpha_i)^2}}.$$

Смещение забоя S_n - расстояние в плане между устьем скважины и забоем - и азимут (дирекционный угол) направления смещения α_{s_n} вычисляют по формулам

$$S_n = \sqrt{X_n^2 + Y_n^2};$$

$$\alpha_{s_n} = \begin{cases} \arccos\frac{X_n}{S_n}, & Y_n \geqslant 0; \\ 360^\circ - \arccos\frac{X_n}{S_n}, & Y_n < 0. \end{cases}$$

Средняя квадратическая погрешность определения положения точек оси ствола в плане $m_{пл}$ вычисляют по формуле

$$m^2_{пл_n} = \sum_{i=1}^{n} \left((L_{i-1} - L_i)^2 (m_\theta/\rho)^2 + (L_{i-1} - L_i)^2 \left(\sin \frac{\theta_{i-1} + \theta_i}{2} \frac{m_\alpha}{\rho} \right)^2 \right)$$

где m_θ - средняя квадратическая погрешность измерения зенитного угла, m_α - средняя квадратическая погрешность измерения азимутов.

Для составления программы принято значение m_θ равным $34'$, а значение m_α вычисляется по эмпирической формуле

$$m_\alpha = 175{,}1^0 e^{-1{,}45\theta^0} + 4{,}9^0.$$

Перед началом вычислений по программе в вычислительный бланк выписывают номера точек и результаты измерений (графы 1-4 табл. 51.3).

Работа с программой 49.

1. Очистить регистры 4-6 и А-Д (0=Р4=Р5=Р6=РА=РВ=РС=РД) и ввести вспомогательные величины: 305,61 = Р7; 1,45 = Р8; 8,55 = Р9.

2. Ввести данные измерений: L_i = РI, θ_i = Р2, α_i = Р3 и очистить счетчик адресов нажатием клавиши В/О.

3. Пускать программу нажатием клавиши С/П и считывать высвечиваемые после каждого нажатия значения: X_i, y_i, H_i S_i (в метрах), $\alpha^\circ_{S_i}$ и $m_{пл_i}$ (в сантиметрах). Программа составлена таким образом, что после вычисления X_i, y_i и H_i данные, необходимые для вычисления S_i, α_{S_i} и $m_{пл_i}$, занесены в регистры памяти и в вычислении этих величин на каждой i-й точке нет необходимости (в табл. 51.3 значение $m_{пл_i}$ выписано через пять точек).

4. Для вычисления данных по следующей точке повторить операции, указанные в пп. 2, 3.

Программа 49. Вычисление координат и оценка определения планового положения точек оси ствола скважины

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	ИП4	64	33	ПД	4Г	66	-	II
0I	ИПI	6I	34	ИП6	66	67	ПВ	4
02	П4	44	35	Fsin	IC	68	С/П	50
03	-	II	36	ИП3	63	69	ИПС	6С
04	ИП5	65	37	Fsin	IC	70	ИПI	6I
05	ИП2	62	38	+	I0	7I	+	I0
06	ПБ	45	39	↑	0Е	72	ПС	4С
07	+	I0	40	Fx^2	22	73	С/П	50
08	2	02	4I	ИП6	66	74	ИПВ	6
09	+	I3	42	Fcos	IГ	75	Fx<0	5С
I0	П0	40	43	ИП3	63	76	79	79
II	Fcos	IГ	44	П6	66	77	3	03
I2	x	I2	45	F cos	IГ	78	6	06
I3	ПI	4I	46	+	I0	79	0	00
I4	ИП0	60	47	П3	43	80	ИПА	6-
I5	Ftg	IЕ	48	Fx^2	22	8I	↑	0Е
I6	x	I2	49	+	I0	82	Fx^2	22
I7	П2	42	50	F√‾	2I	83	ИПВ	6
I8	ИП7	67	5I	+	I3	84	Fx^2	22
I9	ИП6	68	52	П0	40	85	+	I0
20	ИП0	60	53	ИПА	6-	86	F√‾	2I
2I	x	I2	54	ИП3	63	87	С/П	50
22	Fe^x	I6	55	FBx	0	88	+	I3
23	+	I3	56	+	I3	89	Farccos	I-
24	ИП9	69	57	ИП2	62	90	-	II
25	+	I0	58	x	I2	9I	Fx≥0	59
26	x	I2	59	-	II	92	90	90
27	Fx^2	22	60	ПА	4-	93	С/П	50
28	ИПI	6I	6I	С/П	50	94	ИПД	6Г
29	Fx^2	22	62	ИПВ	6L	95	F√‾	2I
30	+	I0	63	ИП2	62	96	С/П	50
3I	ИПД	6Г	64	ИП0	60			
32	+	I0	65	x	I2			

Таблица 51.3

Номер точки i	Измерения			Координаты, м			Горизонтальное смещение		m пл., см
	глубина, м L_i	угол θ_i	азимут α_i	X_i (м)	Y_i (м)	H_i (м)	линейное, м	азимут.	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
I	25	0,25°	I44°	+0,02	+0,05	-25,00	0,05	72,00°	
2	50	0,50	94	-0,06	+0,I9	-50,00	0,20	I07,76	
3	75	0,25	64	-0,06	+0,36	-75,00	0,36	99,44	
4	I00	0,50	79	-0,04	+0,05	-I00,00	0,52	93,89	
5	I25	0,75	52	+0,06	+0,77	-I25,00	0,77	84,23	86
6	I50	0,50	24	+0,29	+0,94	-I50,00	0,98	72,65	
7	I75	0,75	22	+0,54	+I,04	-I74,99	I,I6	62,47	
8	200	0,75	I4	+0,85	+I,I4	-I99,99	I,43	53,24	
9	225	I,50	27	-I,3I	+I,32	-224,99	I,66	45,03	
I0	250	2,25	24	+2,05	+I,67	-249,97	2,65	39,I0	I27
II	275	I,75	I	+2,90	+I,66	-274,96	3,45	35,29	
I2	300	2,50	I68	+2,99	+2,78	-299,94	4,09	42,88	
I3	325	2,50	334	+2,64	+I,75	-324,92	3,I7	33,53	
I4	350	2,50	339	+3,64	+I,3I	-349,89	3,67	I9,85	
I5	375	2,00	354	+4,59	+I,08	-374,87	4,72	I3,29	I46
I6	400	2,00	344	+5,45	+0,92	-399,86	5,53	9,56	
I7	425	I,50	I9	+6,2I	+0,94	-424,85	6,26	8,59	
I8	450	I,50	I4	+6,84	+I,I2	-449,84	6,93	9,30	
I9	475	I,00	324	+7,38	+I,02	-474,83	7,44	7,84	
20	500	I,00	354	+7,78	+0,86	-499,83	7,83	6,30	I69

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ	II
3. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ	
3.I. Общие положения	I4
3.2. Триангуляция 4 класса, I и 2 разрядов	I5
3.3. Полигонометрия 4 класса, I и 2 разрядов	23
3.4. Нивелирование IУ класса	3I
3.5. Съемочное геодезическое обоснование	33
3.6. Теодолитные ходы	35
3.7. Микротриангуляция	39
3.8. Геометрическое и тригонометрическое нивелирование	40
4. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ НА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ	
4.I. Содержание и точность маркшейдерских планов	44
4.2. Теодолитная съемка	50
4.3. Мензуальная съемка	5I
4.4. Тахеометрическая съемка	55
4.5. Аэрофототопографическая съемка	58
4.6. Съемка подземных коммуникаций	62
4.7. Составление планов	63
5. РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН	
5.I. Основные положения	66
5.2. Перенесение в натуру проектного положения устьев скважин	67
5.3. Определение координат и высот устьев буровых скважин	7I
5.4. Маркшейдерские работы при строительстве кустов скважин	75
5.5. Маркшейдерские работы при бурении скважин в нефтяных шахтах	77
6. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ И МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
6.I. Перенесение в натуру осей зданий и сооружений	79

с.

6.2. Перенесение в натуру трасс линейных сооружений 81
7. МАРКШЕЙДЕРСКИЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
7.1. Общие положения 84
7.2. Контроль снятия, складирования и перемещения грунта 84
7.3. Контроль строительства и монтажа буровых установок 85
7.4. Измерения глубины скважины по стволу 87
7.5. Контроль проводки ствола скважины по проектному профилю 90
7.6. Контроль положения оси ствола скважины в пространстве 91
7.7. Контроль средств поверки инклинометров 97
7.8. Геодезический контроль точности выполнения строительно-монтажных работ 98
8. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОСАДКАМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА
8.1. Общие положения 99
8.2. Наблюдения за вертикальными деформациями 100
8.3. Наблюдения за горизонтальными деформациями 104
8.4. Определение крена сооружений 106
8.5. Фотограмметрический метод определения деформаций сооружений 107
8.6. Перечень отчетных материалов 109
9. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ
9.1. Общие положения 110
9.2. Планово-высотное обоснование 113
9.3. Промер глубин 117
9.4. Обследование технического состояния подводного перехода в русловой части 121
9.5. Перенесение в натуру проектов капитального ремонта подводных переходов трубопроводов 123

	с.
10. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
10.1. Общие положения	126
10.2. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) геодинамического (техногенного) полигона	127
10.3. Структурное построение геодинамического полигона	130
10.4. Методы наблюдений	131
10.5. Анализ результатов наблюдений	133
11. КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА МАРКШЕЙДЕРСКИХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ	135
Приложение 1	140
Приложение 2	142
Приложение 3	144
Приложение 4	146
Приложение 5	147
Приложение 6	154
Приложение 7	165
Приложение 8	169
Приложение 9	172
Приложение 10	181
Приложение 11	184
Приложение 12	186
Приложение 13	192
Приложение 14	193
Приложение 15	194
Приложение 16	195
Приложение 17	196
Приложение 18	199
Приложение 19	201
Приложение 20	202
Приложение 21	203
Приложение 22	204
Приложение 23	205
Приложение 24	207

	с.
Приложение 25	210
Приложение 26	212
Приложение 27	215
Приложение 28	222
Приложение 29	228
Приложение 30	233
Приложение 31	234
Приложение 32	235
Приложение 33	237
Приложение 34	239
Приложение 35	240
Приложение 36	241
Приложение 37	242
Приложение 38	243
Приложение 39	244
Приложение 40	245
Приложение 41	246
Приложение 42	247
Приложение 43	258
Приложение 44	262
Приложение 45	271
Приложение 46	279
Приложение 47	281
Приложение 48	285
Приложение 49	287
Приложение 50	289
Приложение 51	294

Замеченные опечатки

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
24	9 сверху	п. 3.3.5	п. 3.3.4
24	10 сверху	гидротеодолитных	гиротеодолитных
28	13 сверху	параллельном	параллактическом
76	8 сверху	80-тн	80-тн)
78	11 сверху	± 30	± 36'
108	19 сверху	отстояние;	отстояние; $m_{\Delta x}, m_{\Delta z}$
172	21 сверху	m_{β}	m_{β}^2
206	1 сверху	$\frac{h_1}{h_1-h_0} + \frac{h_2}{h_2-h_3}$	$\frac{h_1}{h_1-h_0} + \frac{h_2}{h_2-h_3}$
206	2 сверху	$\frac{h_4}{h_4-h_2} + \frac{h_3}{h_3-h_2}$	$\frac{h_4}{h_4-h_2} + \frac{h_3}{h_3-h_2}$
210	10 сверху	где	где $X_{\text{ц.т.от}}$, $Y_{\text{ц.т.от}}$ –
210	11 сверху	слой,	слой; $X_{\text{ц.т.п}}$, $Y_{\text{ц.т.п}}$ –
212	16 сверху, 3-я колонка таблицы		20 мм
236	2 и 1 снизу	позиции 1,2,3 к рис.33.3 опустить	
247	17 сверху	(рис. 42.1)	(см. приложение 39)
282	18 сверху	угла	угла i
282	21,22 сверху	значения	значения ℓ и Q
299	8 сверху	расстояние и направление	расстояние S_i и направление β_i
299	2 снизу	(S_i = РУ, β_i = РХ)	(β_i = РУ, S_i = РХ)
306	3 снизу	Рх 0	Рх$\geqslant$0
310	1 сверху	уравнение	уравнивание
337	17 сверху	члена	члена L_i
353	2 сверху	уровней	уравнений
356	7 снизу	$4C\left(\frac{\sin\beta_1'\sin\beta_2'\sin\beta_3'\sin\beta_4'}{\sin\beta_1\sin\beta_2\sin\beta_3\sin\beta_4}\right)$	$4C\left(\frac{\sin\beta_1'\sin\beta_2'\sin\beta_3'\sin\beta_4'}{\sin\beta_1\sin\beta_2\sin\beta_3\sin\beta_4} - 1\right)$
2	2 снизу	Деведенко	Давиденко

Подп к печ 7 08.81 Формат 60×90 1/16 Бумага печ офс.

Усл печ л 21,62 Уч.-изд. л. 15,5 Тираж 1000

Зак. 3-836. Бесплатно

Киевская книжная типография научной книги. Киев, Репина, 4.

gost.e-ecolog.ru