

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГНД ТПУ

\_\_\_\_\_ Е.Г. Язиков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ**  
**ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО**  
**ТРУБОПРОВОДА ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ**

Методические указания к лабораторной работе  
для студентов дневного обучения  
направления 130500 «Нефтегазовое дело» специальности «Проектирование,  
сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Издательство  
Томского политехнического университета  
Томск 2007

УДК 681.783.2 (076.5)

Геодезические расчёты при проектировании линейной части магистрального трубопровода по топографической карте: Методические указания к лабораторной работе для студентов дневного обучения направления 130500 «Нефтегазовое дело» специальности «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» / Сост. Н.А. Антропова, А.В. Шадрина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 20 с.

Рецензент

доцент, канд. геолого-  
минералогических наук

В.М. Передерин

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры транспорта и хранения нефти и газа (ТХНГ) «   » \_\_\_\_\_ 2007 г.

Зав. кафедрой ТХНГ

доц., канд. техн. наук.

А.В. Рудаченко

## ВВЕДЕНИЕ

Основная задача инженерных изысканий при проектировании линейных сооружений, в том числе магистральных трубопроводов, – определение положения оси сооружения в плане и по высоте на местности (на карте).

Трассу трубопровода проектируют по карте, обходя или преодолевая разного рода препятствия – ценные земли, болота, различные строения, дороги, реки.

В процессе полевого трассирования утверждённый вариант трассы переносится на местность по координатам вершин углов поворота (трассы) или по данным их привязки к местным предметам. Далее по трассе прокладывают теодолитный ход, вдоль трассы разбивают пикетаж. Концы отрезков по 100 м закрепляют деревянными кольями – пикетами. Кроме того, кольями закрепляют перегибы скатов, пересечения трассы с реками, дорогами, подземными и надземными коммуникациями.

Для обеспечения мониторинга трубопровода для безаварийной его эксплуатации в местах поворота трассы её смежные прямые участки сопрягаются кривыми – дугами окружностей определённого радиуса. При проходе трассы по косогорным участкам на местности разбивают перпендикулярные к трассе линии – поперечники. Одновременно с разбивкой пикетажа и кривых ведётся съёмка ситуации прилегающей к трассе местности в полосе шириной в 200 м с каждой стороны трассы. Результаты съёмки заносятся в пикетажный журнал.

**Цель расчётно-графической работы:** запроектировать участок трассы линейной части магистрального трубопровода *между заданными точками А и В* на плане масштаба 1:10 000.

### Материалы

Топографический план М 1:10000, Методические указания к лабораторной работе, нормативные документы (СНиП III-42–80\*, СНиП 2.05.06–85\*, СП 11-104–97), бланк лабораторного задания, геодезический транспортир, циркуль-измеритель, линейка поперечного масштаба, бумага формата А4, карандаши различной твёрдости, ластик.

## 1. Краткая теоретическая часть

*Трассирование линейных сооружений* – комплекс проектно-изыскательских работ, выполняемых для выбора положения трассы трубопровода. *Камеральное трассирование* – вычерчивание проекции оси трубопровода на горизонтальной плоскости, выполняемое по картам, планам, аэро- и космоснимкам и другим картографическим материалам.

Трассировочным работам предшествуют изучение топографических условий местности в пределах расположения вариантов направления линии, анализ исходных материалов с точки зрения возможности выполнения предварительного, а затем более подробного камерального трассирования.

Проектирование трубопроводов происходит в несколько этапов (СП 11-104–97).

Камеральное трассирование вариантов линейных сооружений *на стадии инженерно-геодезических изысканий для разработки предпроектной документации* должно производиться по топографическим картам и аэрофотоснимкам в масштабах 1:25000 или планам в масштабе 1:10000 с использованием материалов космической фотосъемки. На сложных (барьерных) и эталонных участках должна быть выполнена топографическая съемка в масштабах 1:5000–1:2000. Допускается выполнение съемки в масштабах 1:2000-1:1000 при трассировании в пересеченной местности, в горных и предгорных районах.

Для камерального трассирования линейных сооружений *на стадии разработки проекта* следует использовать инженерно-топографические планы в масштабах 1:5000–1:500, составленные при разработке обоснований инвестиций в строительство объекта, или создавать их заново (СП 11-104–97).

Выбор трассы трубопроводов должен производиться по *критериям оптимальности*, которые определены в СНиП 2.05.06–85\*. В качестве критериев оптимальности следует принимать *приведенные затраты* при сооружении, техническом обслуживании и ремонте трубопровода при эксплуатации, включая затраты на мероприятия по обеспечению сохранности окружающей среды, а также *металлоемкость, конструктивные схемы прокладки, безопасность, заданное время строительства, наличие дорог* и др.

При выборе трассы следует учитывать условия строительства с тем, чтобы обеспечить применение наиболее эффективных, экономичных и высокопроизводительных *методов производства строительно-монтажных работ*.

Выбор трассы между начальным и конечным пунктами надлежит производить в пределах области поиска, определяемой эллипсом, в фокусах которого находятся начальный и конечный пункты.

Малая ось эллипса  $b$ , км, определяется по формуле

$$b = l \sqrt{K_p^2 - 1} \quad (1)$$

где  $l$  – расстояние между начальной и конечной точками по геодезической прямой, км;

$K_p$  – коэффициент развития линии трубопровода.

Коэффициент развития линии трубопровода  $K_p$  следует определять из условия

$$K_p = \frac{W_{\text{ср.о}}}{W_{\text{ср.н}}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{ср.о}}$  – приведенные затраты на 1 км трубопровода по геодезической прямой между начальной и конечной точками с учетом переходов через препятствия;

$W_{\text{ср.н}}$  – приведенные затраты на 1 км трубопровода по геодезической прямой между начальной и конечной точками без затрат на переходы через естественные и искусственные препятствия.

Не допускается прокладка магистральных трубопроводов по территориям населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, аэродромов, железнодорожных станций, морских и речных портов, пристаней и других аналогичных объектов.

При выборе трассы трубопровода необходимо учитывать перспективное развитие городов и других населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железных и автомобильных дорог и других объектов и проектируемого трубопровода на ближайшие 20 лет, выполнять прогнозирование изменений природных условий в процессе строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов.

Не допускается предусматривать прокладку магистральных трубопроводов в тоннелях железных и автомобильных дорог, по мостам железных и автомобильных дорог всех категорий, за исключением случаев прокладки газопроводов диаметром до 1000 мм на давление до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>) и нефтепроводов и нефтепродуктопроводов диаметром 500 мм и менее по несгораемым мостам автомобильных дорог III, III-п, IV-п, IV и V категорий. При этом участки трубопроводов, укладываемых по мосту и на подходах к нему следует относить к I категории (категории и классы трубопроводов по СНиП 2.05.06–85\* приведены в приложении 1).

Расстояния от оси подземных и наземных (в насыпи) трубопроводов до населенных пунктов, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений должны приниматься в зависимости от класса и диаметра трубопроводов, степени ответственности объектов и необходимости обеспечения их безопасности, но не менее значений, указанных в приложении 2 (СНиП 2.05.06–85\*).

Минимальное расстояние от ближайшего магистрального газопровода первого класса диаметром 1000 мм и более и от границ технических коридоров трубопроводов до границ проектной застройки городов и других населенных

пунктов в районах Западной Сибири и Крайнего Севера следует принимать не менее 700 м.

В стесненных условиях, когда это расстояние выдержать невозможно, его допускается сокращать до 350 м при условии повышения категоричности таких участков до I категории и принятия дополнительных мер, обеспечивающих безопасную эксплуатацию трубопровода, или до значений, приведенных в табл. (приложение 2), при отсутствии в районе прокладки трубопроводов вечномёрзлых грунтов.

При проектировании трассы трубопровода через естественные и искусственные препятствия (реки, водохранилища, каналы, озера, пруды, ручьи, протоки и болота<sup>1</sup>, овраги, балки, железные и автомобильные дороги) следует соблюдать ряд условий, определённых в СНиП 2.05.06–85\*, в том числе:

- створ подводного перехода следует, как правило, предусматривать перпендикулярным динамической оси потока, избегая участков, сложенных скальными грунтами; при выборе створа перехода трубопровода следует руководствоваться методом оптимального проектирования с учетом гидролого-морфологических характеристик каждого водоема и его изменений в течение срока эксплуатации подводного перехода;

- при определении оптимального положения створа и профиля перехода расчет следует производить по критерию приведенных затрат с учетом требований, предъявляемых к прочности и устойчивости трубопровода и охране природы;

- переходы нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через реки и каналы следует предусматривать, как правило, ниже по течению от мостов, промышленных предприятий, пристаней, речных вокзалов, гидротехнических сооружений, водозаборов и других аналогичных объектов, а также нерестилищ и мест массового обитания рыб;

- прокладку трубопроводов на болотах следует предусматривать, как правило, прямолинейно с минимальным числом поворотов (в местах поворота следует применять упругий изгиб трубопроводов);

- переходы трубопроводов через железные и автомобильные дороги следует предусматривать в местах прохождения дорог по насыпям либо в местах с нулевыми отметками и в исключительных случаях – при соответствующем обосновании в выемках дорог;

- угол пересечения трубопровода с железными и автомобильными дорогами должен быть, как правило, 90 °.

- При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается располагать переходы нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через реки и каналы выше по течению от указанных объектов на расстояниях, приведенных в СНиП 2.05.06–85\* (приложение 2), при этом должны

---

<sup>1</sup> К болотам относятся водонасыщенные переувлажнённые участки земной поверхности со слоем торфа и болотной растительностью (СНиП 4-02-91).

разрабатываться дополнительные мероприятия, обеспечивающие надежность работы подводных переходов.

В местах пересечений магистральных трубопроводов с линиями электропередачи напряжением 110 кВ и выше должна предусматриваться только подземная прокладка трубопроводов под углом не менее 60°. При этом трубопроводы, прокладываемые в районах Западной Сибири и Крайнего Севера на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения, должны приниматься II категории.

Выбор трассы трубопроводов в районах со сложными условиями (в горных условиях<sup>2</sup>, в районах шахтных разработок и вечномерзлых грунтов, в сейсмических районах) имеет ряд особенностей.

При выборе трассы трубопроводов в сейсмических районах необходимо избегать косогорные участки, участки с неустойчивыми и просадочными грунтами, территории горных выработок и активных тектонических разломов, а также участки, сейсмичность которых превышает 9 баллов.

Прокладка трубопроводов в перечисленных условиях может быть осуществлена в случае особой необходимости при соответствующем технико-экономическом обосновании и согласовании с соответствующими органами Государственного надзора. При этом в проекте должны быть предусмотрены дополнительные мероприятия, обеспечивающие надежность трубопровода.

Для трассы трубопровода должны выбираться наиболее благоприятные в мерзлотном и инженерно-геологическом отношении участки по материалам опережающего инженерно-геокриологического изучения территории.

Выбор трассы для трубопровода и площадок для его объектов должен производиться на основе:

- мерзлотно-инженерно-геологических карт и карт ландшафтного микрорайонирования оценки благоприятности освоения территории масштаба не более 1:100 000;
- схематической прогнозной карты восстановления растительного покрова;
- карт относительной осадки грунтов при оттаивании;
- карт коэффициентов удорожания относительной стоимости освоения.

На участках трассы, где возможно развитие криогенных процессов, должны проводиться предварительные инженерные изыскания для прогноза этих процессов в соответствии с требованиями СНиП 1.02.07–87.

Принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве основания трубопровода должен приниматься в соответствии с требованиями СНиП 2.02.04–88 в зависимости от способа прокладки трубопровода, режима его эксплуатации, инженерно-геокриологических условий и возможности изменения свойств грунтов основания.

Допустимые *радиусы изгиба трубопровода* в горизонтальной и вертикальной плоскостях следует определять расчетом из условия прочности,

---

<sup>2</sup> К горной местности относится сочетание чередующихся возвышенностей (горы, хребты) с относительными высотами более 200 м и понижений (долины, впадины, котловины) между ними с продольными уклонами более 20% (СНиП 4-02-91).

местной устойчивости стенок труб и устойчивости положения. Минимальный радиус изгиба трубопровода из условия прохождения очистных устройств должен составлять не менее пяти его диаметров.

Упругий изгиб сваренного в нитку трубопровода следует выполнять непосредственно при его укладке в траншею, отрытую по проекту.

Радиусы упругого изгиба трубопровода устанавливаются проектом.

Минимальные допустимые радиусы изгиба принимаются в соответствии с табл. приложения 3.

Повороты линейной части трубопровода в вертикальной и горизонтальной плоскостях следует выполнять упругим изгибом сваренной нитки трубопровода или монтажом криволинейных участков из гнутых отводов.

Если на отдельных участках трассы в соответствии с проектом необходимо выполнить повороты малого радиуса, который не может быть получен при изгибе труб на станках холодного гнутья, кривые поворота следует выполнять из крутоизогнутых отводов горячего гнутья и штампованных отводов, выполненных в соответствии со СНиП 2.05.06–85\*.

Планы выбранных вариантов трассы линейного сооружения предоставляются заказчику в составе технического отчета.

В отчетных материалах должны приводиться *технические показатели*: длина трассы по выбранным вариантам; протяженность прохождения трассы по пашне, лесу, лугу, садам, виноградникам, болотам и др.; прохождение трассы по участкам с неблагоприятными условиями строительства, застроенной территории, горным участкам и др.; пересечение трассы водотоками, железными и автомобильными дорогами и др., их число и протяженность; протяженность прохождения трассы по местности без дорог, участков сближения или параллельного следования с железными и автомобильными дорогами, линиями электропередачи и связи и др., возможные сносы строений и другие показатели, учитываемые при выборе направления трассы (СП 11-104–97). Сравнение вариантов трассы проводят на стадии технико-экономического обоснования (предпроектный этап).

Вслед за камеральным проводится полевое трассирование – комплекс полевых изыскательских работ в составе инженерных изысканий по проложению (трассированию) на местности оси линейного сооружения. Состав таких работ:

- рекогносцировочное обследование конкурентоспособных вариантов трассы и мест расположения сооружений при необходимости визуальных (аэровизуальных) осмотров с целью определения полноты содержания и достоверности имеющихся материалов;
- маршрутная аэрофотосъемка для составления крупномасштабных планов, планово-высотная привязка и дешифрирование аэрофотоснимков по вариантам трассы;
- создание планово-высотного съемочного обоснования и проведение топографической съемки эталонных и сложных участков в масштабах

1:5000-1:2000 в случаях, когда аэрофотосъемку производить экономически нецелесообразно или не представляется возможным;

- проложение тахеометрических ходов с набором пикетов в местах рельефа и ситуации.

На стадии изысканий (проектный этап) по заданному в техническом задании направлению трассы выполняют детальное камеральное трассирование, собирают материалы для разработки технического проекта выбранного варианта трассы.

Проект трассы, уложенной на карте, переносится в натуру (полевое трассирование) по координатам углов поворота трассы, от точек геодезического обоснования или от ближайших чётких контуров.

Затем проводят нивелирование трассы. При этом нивелируют все точки – пикеты, плюсовые, главные точки кривой. По результатам нивелирования составляют профиль, горизонтальный масштаб которого указывается в техническом задании (от 1:200 до 1:5000).

## 2. Содержание лабораторной работы

1. По СНиП 2.05.06–85\* (приложение 1) определите класс и категорию трубопровода (участка) в соответствии со своим заданием (диаметр трубы и вид транспортируемого продукта указывает преподаватель).

2. На основе требований к проектированию трубопроводов, изложенных в нормативных документах (СНиП 2.05.06–85\*, СНиП III-42–80\*, СП 11-104–97), перечислите условия проектирования трассы трубопровода для своего задания.

3. С учетом условий проектирования наметьте на карте расположение основного и дополнительного вариантов трассы между точками А и В, заданными преподавателем.

4. Сравните запроектированные варианты трассы по основным техническим показателям (СП 11-104–97). Результаты сравнения приведите в табл. 1, дополнив её при необходимости. Используя полученные данные, выберите из рассматриваемых вариантов оптимальный.

## Сравнение вариантов трассы

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Данные по вариантам	
			I	II
1	Длина трассы	км		
2	Категория трубопровода	—		
3	Число углов поворота	шт.		
4	Средний угол поворота	°		
5	Средний уклон <sup>3</sup>	‰		
6	Число сносимых сооружений	шт.		
7	Протяжённость участка в сложных условиях (болото и др.)	км		
8				
9				

5. Вычертите на листе бумаги формата А4 местоположение оптимального варианта трассы в масштабе карты.

6. По оптимальному варианту трассы разбейте пикетаж, используя значения основных элементов круговых кривых (рис. 1).

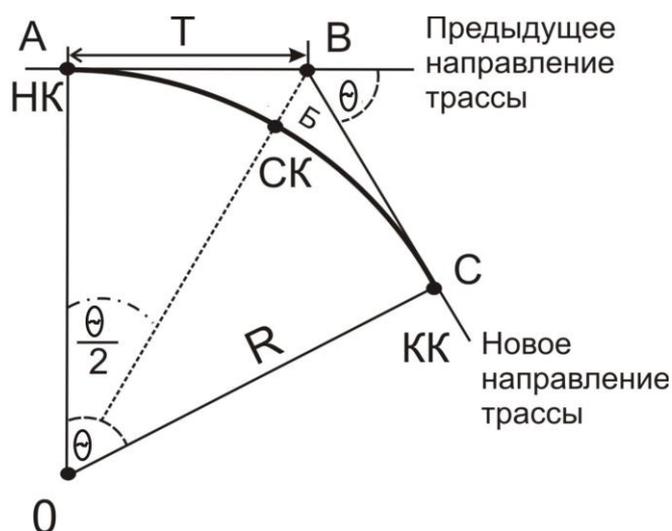


Рис. 1. Элементы круговой кривой и её главные точки:  $\theta$  – угол поворота трассы,  $R$  – радиус кривой,  $T$  – тангенс,  $B$  – биссектриса, НК – начало кривой, КК – конец кривой, СК – середина кривой.

<sup>3</sup> Определение уклона удобно проводить по профилю местности.

Разбивку производят по оптимальному варианту в следующей последовательности (рис. 2):

- Разбивают пикетаж через 100 метров на первом прямом участке от начала трассы НТ (точка А) до вершины угла поворота УГ1, пикетажное положение которого определяют по схеме.

- В соответствии с измеренным углом поворота  $\theta_1$  и радиусом кривой  $R_1$  в бланке лабораторного задания (приложение 4) рассчитывают основные элементы первой кривой  $T_1$ ,  $K_1$ ,  $D_1$  и  $B_1$  по формулам. Результаты расчетов заносят в табл. 2 в строку, соответствующую первому углу поворота.

Формулы для расчёта<sup>4</sup>:  $T_1 = R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\Theta_1}{2}$ ;  $K_1 = R_1 \cdot \frac{\pi \cdot \Theta_1}{180^\circ}$ ;  $D_1 = 2T - K$ ;

$$B_1 = R_1 \left( \operatorname{Sec} \frac{\Theta_1}{2} - 1 \right).$$

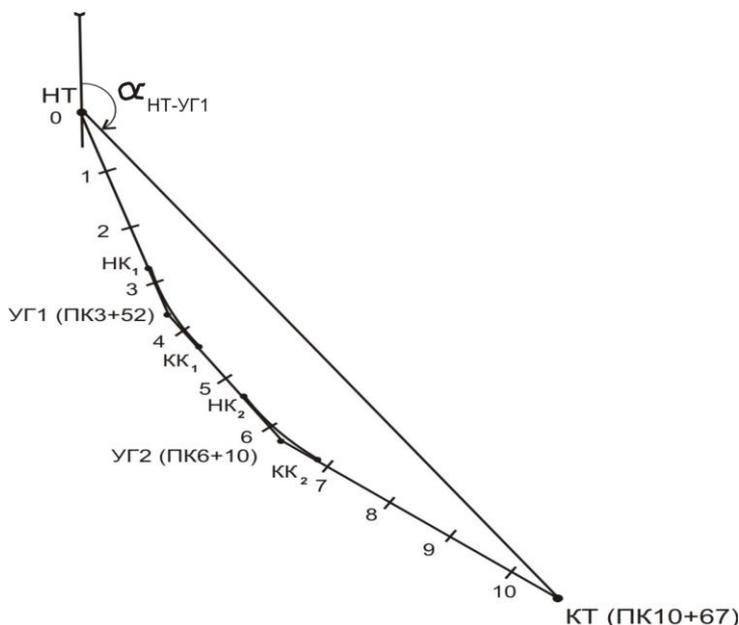


Рис 2. План разбивки пикетажа трассы

- Рассчитывают пикетажное положение начала кривой НК<sub>1</sub> и конца кривой КК<sub>1</sub> по первому участку по формулам:

$$ПК_{НК_1} = ПК_{BV_1} - T ; ПК_{КК_1} = ПК_{НК_1} + K ; ПК_{СК_1} = ПК_{НК_1} + \frac{K}{2} .$$

$$\text{Контроль: } КК_1 = ПК_{BV_1} + T_1 - D_1 .$$

Данные по пикетажному положению элементов кривых заносят в табл. 2 в графы 11–12.

<sup>4</sup> Функция Sec представляет собой обратную функцию косинуса.

- Наносят на трассу положение НК и КК первого участка трассы, либо откладывают в масштабе карты значение тангенса  $T_1$  в обе стороны от вершины УГ1. Геометрическим построением находят на карте центр кривой и выбранным радиусом  $R_1$  прочерчивают её дугу.

- От точки  $КК_1$  продолжают разбивку пикетажа по второму прямолинейному участку до вершины угла поворота УГ2. Для этого сначала откладывают от конца кривой расстояние до ближайшего пикета, а затем обычным порядком разбивают последующие пикеты.

- Повторяют расчёты и разбивку пикетажа для каждого из участков трассы, вплоть до её конца КТ (точка В). Пикетажное положение конца трассы находят по схеме трассы.

- Производят расчёт прямых вставок (Р):

$$P_1 = НК_1 - НТ ;$$

$$P_2 = НК_2 - КК_1 ;$$

$$P_n = КТ - КК_n ,$$

где  $n$  – количество углов поворота.

Вычисления выполняют в бланке лабораторного задания, а результаты заносят в табл. 2.

- Определяют расстояния между вершинами углов поворота S:

$$S_1 = УГ1 - НТ ;$$

$$S_2 = УГ2 - УГ1 + D_1 ;$$

$$S_3 = УГ3 - УГ2 + D_2 ;$$

$$S_4 = КТ - УГ3 + D_3 \text{ и т. д.}$$

- Вычисляют значения дирекционных углов прямолинейных участков трассы

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \Theta_n \text{ или } \alpha_n = \alpha_{n-1} - \Theta_l ,$$

где  $\Theta_n$  и  $\Theta_l$  – правый и левый углы поворота трассы (графы 4 и 5 табл. 2).

Начальный дирекционный угол  $\alpha_{НТ-УГ1}$  измеряют геодезическим транспортиром по топографическому плану с точностью 15'. **Разбивка пикетажа закончена.**

7. Дайте оценку оптимальному варианту трассы, обратив особое внимание на топографические, геологические и гидрогеологические характеристики местности, а также на наличие естественных и искусственных препятствий, пересекаемых трассой.

Таблица 2

## Ведомость углов поворота

Наименование точек трассы	Километры	У Г Л Ы			К Р И В Ы Е						П Р Я М Ы Е		Дирекционный угол ( $\alpha$ ), °	
		Пикетажное положение	Величины		R, м	T, м	K, м	Б, м	Д, м	Пикетажное положение		Длина		
			$\Theta_{Л}$ , °	$\Theta_{П}$ , °						Начало кривой (НК)	Конец кривой (КК)	Прямая вставка (P), м		Расстояние между вершинами углов поворота (S), м
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
НТ		ПК0												
												273,01	352,00	158
УГ1		ПК3+52	15°		600	78,99	157,0	5,18	0,98	ПК2+73,01	ПК4+30,01			
												106,32	258,98	143
УГ2		ПК6+10	14°		600	73,67	146,53	4,50	0,81	ПК5+36,33	ПК6+82,86			
												384,14	457,81	129
КТ		ПК10+67												

Контроль:  $\Theta_{Л} = 29^\circ; \Theta_{П} = 0^\circ; \sum T = 152,66; \sum K = 303,53; \sum D = 1,79; \sum P = 763,47; \sum S = 1068,79;$   
 $\sum \Theta_{П} - \sum \Theta_{Л} = \alpha_0 - \alpha_n = 29^\circ = 159^\circ - 129^\circ = 29^\circ; 2\sum T - \sum K = \sum D = 2 \cdot 152,66 - 303,53 = 1,79 = \sum D;$   
 $L_{ТР.} = \sum P + \sum K = 763,47 + 303,53 = 1067,00; L_{ТР.} = \sum S - \sum D = 1068,79 - 1,79 = 1067,00.$

### 3. Материалы к сдаче

Отчёт о лабораторной работе содержит следующие документы:

- Исходные данные и условия проектирования трассы трубопровода.
- Ксерокопия карты с намеченными вариантами трассы.
- Сравнение вариантов трассы (табл. 1)
- Заполненный бланк лабораторного задания.
- Лист А4 с планом разбивки пикетажа трассы.
- Заполненная ведомость углов поворота.
- Заключение (оценка оптимального варианта трассы в соответствии с требованиями, указанными в нормативных документах).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### КЛАССИФИКАЦИЯ И КАТЕГОРИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (СНиП 2.05.06-85\*)

**2.1.** Магистральные газопроводы в зависимости от рабочего давления в трубопроводе подразделяются на два класса:

I — при рабочем давлении свыше 2,5 до 10,0 МПа (свыше 25 до 100 кгс/см<sup>2</sup>) включ.;

II — при рабочем давлении свыше 1,2 до 2,5 МПа (свыше 12 до 25 кгс/см<sup>2</sup>) включ.

**2.2.** Магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы в зависимости от диаметра трубопровода подразделяются на четыре класса, мм:

I - при условном диаметре свыше 1000 до 1200 включ.;

II - то же, свыше 500 до 1000 включ.;

III — то же. свыше 300 до 500 включ.;

IV — 300 и менее.

**2.4.** Категории магистральных трубопроводов следует принимать по табл. 2.

Таблица 2

Назначение трубопровода	Категория трубопровода при прокладке	
	подземной	надземной и наземной
Для транспортирования природного газа:		
а) диаметром менее 1200 мм	IV	III
б) диаметром 1200 мм и более	III	III
в) в северной строительной-климатической зоне	III	III

Для транспортирования нефти и нефтепродуктов:		
а) диаметром менее 700 мм	IV	III
б) диаметром 700 мм и более	III	III
в) в северной строительной-климатической зоне	III	III

2.5. Категории участков магистральных трубопроводов следует принимать по табл. 3\*.

Таблица 3\*

Назначение участков трубопроводов	Категория участков при прокладке					
	газопроводов			нефтепроводов и нефтепродуктопроводов		
	подземной	наземной	надземной	подземной	наземной	надземной
1	2	3	4	5	6	7
1. Переходы через водные преграды:						
а) судоходные ... при диаметре трубопровода, мм:						
1000 и более	I	-	I	B	-	B
менее 1000	I	-	I	I	-	I
б) несудоходные шириной зеркала воды в межень 25 м и более — в русловой части ... при диаметре трубопровода, мм:						
1000 и более	I	-	I	B	-	I
менее 1000	I	-	I	I	-	I
в) несудоходные шириной зеркала воды в межень до 25 м—в русловой части, ...	I	-	II	I		I
2. Переходы через болота типа:						
а) I	III	III	III	II, III <sup>1</sup>	II, III <sup>1</sup>	II, III <sup>1</sup>
б) II	II	III	III	II	II	III
в) III	I	II	II	B	B	I
3. Переходы через железные и автомобильные дороги (на перегонах):						
а) железные дороги общей сети, включая участки длиной 40 м каждый по обе стороны дороги от осей крайних путей, но не менее 25 м от подошвы насыпи земляного полотна дороги	I	-	I	I	-	I
в) автомобильные дороги I и II категорий, включая участки длиной 25 м каждый по обе стороны дороги от подошвы насыпи или бровки выемки земляного полотна дороги	I	-	I	I	-	I
г) автомобильные дороги II, III-п, IV, IV-п категорий, включая участки длиной 25 м каждый по обе стороны дороги от подошвы насыпи или бровки выемки земляного полотна дороги	I	-	I	III	-	I
д) автомобильные дороги V категории, включая участки длиной 15 м по обе стороны дороги от подошвы насыпи или бровки выемки земляного полотна	III	-	III	III	-	III
4. Трубопроводы в горной местности при укладке:	III	III	-	II	II	-
а) на полках						

б) в тоннелях	-	I	I	-	I	I
7. Трубопроводы, прокладываемые по территории распространения вечномёрзлых грунтов, имеющих при оттаивании относительную осадку свыше 0,1	II	II	II	II	II	II
22. Пересечения (в обе стороны) в пределах расстояний, указанных в поз. 12 табл. 4*, с воздушными линиями электропередачи напряжением, кВ:						
а) 500 и более	I	I	I	I	I	-
б) от 330 до 500	II	II	II	II	II	-
в) до 330	III	III	III	III	III	-
23. Трубопроводы, прокладываемые по подрабатываемым территориям и территориям, подверженным карстовым явлениям	II	II	II	II	II	II
24. Переходы через овраги, балки, рвы и пересыхающие ручьи	III	III	III	III	III	III
<p>Примечания: 1. Категории отдельных участков трубопроводов, аварийное повреждение которых может вызвать перебои в подаче газа, нефти и нефтепродуктов городам и другим крупным потребителям, имеющим большое народнохозяйственное значение, а также загрязнение окружающей среды, при соответствующем обосновании допускается повышать на одну категорию.</p> <p>2. Типы болот следует принимать в соответствии с требованиями СНиП III-42-80*.</p> <p>3. При пересечении трубопроводом массива болот различных типов при соответствующем обосновании допускается принимать категорию всего участка как для наиболее высокой категории на данном массиве болот.</p> <p>4. Испытания участков трубопроводов, прокладываемых через водные преграды с зеркалом воды в межень менее 10 м, предусматривать в составе смонтированного трубопровода в один этап.</p> <p>5*. Действующие трубопроводы, находящиеся в удовлетворительном техническом состоянии (по заключению представителей заказчика строящегося сооружения, эксплуатационной организации и соответствующего органа государственного надзора), при пересечении их проектируемыми трубопроводами, линиями электропередачи, а также подземными коммуникациями, указанными в поз. 20 и 21, и при параллельной прокладке в соответствии с поз. 26*, не подлежат замене трубопроводами более высокой категории.</p> <p>6. Действующие трубопроводы, пересекаемые строящимися железными и автомобильными дорогами, подлежат реконструкции в соответствии с поз. 3.</p> <p>7. Категорию участков трубопроводов, прокладываемых в поймах рек, подлежащих затоплению под водохранилище, следует принимать как для переходов через судоходные водные преграды.</p> <p>8. При небольшой продолжительности подтопления паводковыми водами (менее 20 дн.) и незначительной глубине этого подтопления, позволяющей оперативное проведение в данной местности аварийно-восстановительных работ на трубопроводах в случае их повреждения, выполнение требований поз. 1д для газопроводов не обязательно.</p> <p>9. Категорийность участков трубопроводов на переходах через водохранилища, пруды, озера следует принимать:  для судоходных — по поз. 1а;  для несудоходных — по поз. 1б и 1в.</p> <p>10. Знак «-» в таблице означает, что категория не регламентируется.</p>						

<sup>1</sup> II — для диаметра 700 мм и более, III — для диаметра до 700 мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица

Минимальные расстояния от различных объектов до оси проектируемых трубопроводов (СНиП 2.05.06-85\*)

Объекты, здания и сооружения	Минимальные расстояния, м, от оси											
	газопроводов						нефтепроводов и нефтепродуктопроводов					
	класса											
	I			II			IV	III	II	I		
	условным диаметром, мм											
	300 и менее	св. 300 до 600	св. 600 до 800	св. 800 до 1000	св. 1000 до 1200	св. 1200 до 1400	300 и менее	св. 300	300 и менее	св. 300 до 500	св. 500 до 1000	св. 1000 до 1400
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Города и другие населенные пункты; ... отдельные промышленные и сельскохозяйственные предприятия; тепличные комбинаты и хозяйства; карьеры разработки полезных ископаемых; ...	100	150	200	250	300	350	75	125	75	100	150	200
2. Железные дороги общей сети (на перегонах) и автодороги I-III категорий, параллельно которым прокладывается трубопровод; отдельно стоящие: жилые здания 1—2-этажные; садовые домики, дачи; дома линейных обходчиков; кладбища; сельскохозяйственные фермы и огороженные участки для организованного выпаса скота; полевые станы	75	125	150	200	225	250	75	100	50	50	75	100
3. Отдельно стоящие нежилые и подсобные строения; устья бурящихся и эксплуатируемых нефтяных, газовых и артезианских скважин;	30	50	100	150	175	200	30	50	30	30	30	50
4. Мосты железных дорог промышленных предприятий. автомобильных дорог III, III-п, IV, IV-п категорий с пролетом свыше 20 м (при прокладке нефтепроводов и нефтепродуктопроводов ниже мостов по течению)	75	125	150	200	225	250	75	125	75	100	150	200
11*. Специальные предприятия, сооружения, площадки, охраняемые зоны, склады взрывчатых и взрывоопасных веществ, карьеры полезных ископаемых, добыча на которых производится с применением взрывных работ, склады сжиженных горючих газов	В соответствии с требованиями специальных нормативных документов , утвержденных в установленном порядке , и по согласованию с органами государственного надзора, министерствами и ведомствами, в ведении которых находятся указанные объекты											
12. Воздушные линии электропередачи высокого напряжения, параллельно которым прокладывается трубопровод; воздушные линии электропередачи высокого напряжения, параллельно которым прокладывается трубопровод в стесненных условиях трассы; опоры воздушных линий электропередачи высокого напряжения при пересечении их трубопроводом; открытые и закрытые трансформаторные подстанции и закрытые распределительные	В соответствии с требованиями „Правил устройства электроустановок“, утвержденных Минэнерго СССР											

устройства напряжением 35 кВ и более

\*Примечания :1. Расстояния, указанные в таблице, следует принимать: для городов и других населенных пунктов —от проектной городской черты на расчетный срок 20—25 лет; для отдельных промышленных предприятий, железнодорожных станций, аэродромов, морских и речных портов и пристаней, гидротехнических сооружений, складов горючих и легковоспламеняющихся материалов, артезианских скважин — от границ отведенных им территорий с учетом их развития; для железных дорог — от подошвы насыпи или бровки выемки со стороны трубопровода, но не менее 10 м от границы полосы отвода дороги; для автомобильных дорог—от подошвы насыпи земляного полотна; для всех мостов—от подошвы конусов; для отдельно стоящих зданий и строений — от ближайших выступающих их частей.

2. Под отдельно стоящим зданием или строением следует понимать здание или строение, расположенное вне населенного пункта на расстоянии не менее 50 м от ближайших к нему зданий или сооружений.

4. При соответствующем обосновании допускается сокращать указанные в гр. 3—9 таблицы (за исключением поз. 5, 8, 10, 13—16) и в гр. 2 только для поз. 1—6 расстояния от газопроводов не более, чем на 30 % при условии отнесения участков трубопроводов ко II категории со 100%-ным контролем монтажных сварных соединений рентгеновскими или гамма-лучами и не более, чем на 50 % при отнесении их к категории В, при этом указанные в поз. 3 расстояния допускается сокращать не более, чем на 30 % при условии отнесения участков трубопроводов к категории В.

Указанные в поз. 1, 4 и 10 расстояния для нефтепроводов и нефтепродуктопроводов допускается сокращать не более, чем на 30 % при условии увеличения номинальной (расчетной) толщины стенки труб на такую величину в процентах, на которую сокращается расстояние.

7. При расположении зданий и сооружений на отметках выше отметок нефтепроводов и нефтепродуктопроводов допускается уменьшение указанных в поз. 1, 2, 4 и 10 расстояний до 25 % при условии, что принятые расстояния должны быть не менее 50 м.

9. Для газопроводов, прокладываемых в лесных районах, минимальные расстояния от железных и автомобильных дорог допускается сокращать на 30 %.

11. Указанные в поз. 7 минимальные расстояния от подводных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов допускается уменьшать до 50 % при укладке этих трубопроводов в стальных футлярах.

12. Газопроводы и другие объекты, из которых возможен выброс или утечка газа в атмосферу, должны располагаться за пределами полос воздушных подходов к аэродромам и вертодромам.

13. Знак «-» в таблице означает, что расстояние не регламентируется.

Допустимые радиусы изгиба трубопровода (СНиП III-42-80\*)

Диаметр трубопроводов, мм	Минимально допустимые радиусы упругого изгиба трубопровода, м	Диаметр трубопроводов, мм	Минимально допустимые радиусы упругого изгиба трубопровода, м
1400	1400	600	600
1200	1200	500	500
1000	1000	400	400
800	800	300	300
700	700	200	200

Бланк лабораторного задания

$$T_1 = R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\Theta_1}{2} =$$

$$K_1 = R_1 \cdot \frac{\pi \cdot \Theta_1}{180^\circ} =$$

$$D_1 = 2T - K =$$

$$B_1 = R_1 \left( \operatorname{Sec} \frac{\Theta_1}{2} - 1 \right) =$$

$$ПК_{HK_1} = ПК_{BV_1} - T =$$

$$ПК_{KK_1} = ПК_{HK_1} + K =$$

$$ПК_{CK_1} = ПК_{HK_1} + \frac{K_1}{2} =$$

$$\text{Контроль: } KK_1 = ПК_{BV_1} + T_1 - D_1 =$$

$$P_1 = HK_1 - HT =$$

$$P_2 = HK_2 - KK_1 =$$

$$P_3 = HK_3 - KK_2 =$$

$$S_1 = УГ1 - HT =$$

$$S_2 = УГ2 - УГ1 + D_1 =$$

$$S_3 = УГ3 - УГ2 + D_2 =$$

$$S_4 = KT - УГ3 + D_3 =$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \Theta_n =$$

$$\text{или } \alpha_n = \alpha_{n-1} - \Theta_l =$$

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА  
ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Методические указания к лабораторной работе  
для студентов дневного обучения  
направления 130500 «Нефтегазовое дело» специальности «Проектирование,  
сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Составители: Антропова Наталья Алексеевна  
Шадрина Анастасия Викторовна

Подписано к печати . Формат 60x84/16. Бумага «Классика».  
Печать RISO. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .  
Заказ . Тираж 50 экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.