

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
ТЕПЛОТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕОБЩЕОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО ТЕПЛОТЯНОМУ И ГАЗОВОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ  
(ИНТИСТ)

"ИНТИСТ"

Зам. директора института  
по научной работе, к.т.н.

*Красулин* ..... Красулин

"22" апреля 1967 г.

ПРОШУ ДАТЬ

ПО ТЕПЛОТЯНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ РАЙОНУ ДАТЬ  
РАБОТУ НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ

УЧЕТНОСТЬ

P 619 - 87

Старший инженер Кц - Кочина Г. А.

Москва, 1967 г.

Изложены принципиальные положения по методике составления мелкомасштабных карт специального районирования для целей газо-нефтепроводного строительства.

Приводятся карты ландшафтного, строительного-климатического, инженерно-геологического, проходимости строительной техники, социально-экономического, инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Тюменской области), составленные в масштабе 1:4 000 000. Указаны факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию сооружений, даются рекомендации по инженерным мероприятиям в зависимости от способа прокладки магистральных трубопроводов, возможным сезонам строительства.

Комплект карт позволяет получить полную природную характеристику любого региона Тюменской области, выбор оптимального варианта трасс магистральных трубопроводов на основе технико-экономического сравнения различных вариантов.

Составленные карты могут служить основой для разработки нормативной базы строительства сооружений нефтяной и газовой промышленности и могут быть использованы проектными и строительными организациями Миннефтегазстроя, Мингазпрома, Миннефтепрома, Госстроя СССР, представляют интерес для специалистов других ведомств инженерно-геологической службы, занимающихся вопросами инженерно-геологического обоснования размещения различных сооружений в Западной Сибири.

Карты составлены кандидатами геолого-минералогических наук Д.М.Демидок и Г.С.Горской, мл.н.с.Б.В.Козыревой и ст.инж.Г.А.Кочной. Все замечания и предложения просьба выслать по адресу: ИСБСЗ, Москва, Скружной проезд, 19, ВНИИСТ, ОПН.

## 1. ОБЩИЕ ПОДСАВНИКИ

1.1. Территория Западной Сибири (в пределах Томской области) относится к регионам с особо сложными условиями строительства и характеризуется суровыми климатическими характеристиками, широким распространением многолетнемерзлых грунтов, повсеместным развитием болот, слабой хозяйственной освоенностью.

1.2. Инженерно-геологическая площадная изученность Западной Сибири позволяет в настоящее время составление карт для всего региона масштаба 1 : 1 500 000 и мельче. Карты такого масштаба в соответствии с классификацией, принятой в странах СЭВ, относятся к разряду мелкомасштабных обобщенных.

1.3. Карты инженерно-строительного районирования являются специальными оценочными, которые составляются с учетом требований, предъявляемых к строительству конкретных сооружений, в частности - объектов газонефтепроводного строительства.

1.4. В основе специального районирования должны лежать основные признаки и критерии, определяющие степень пригодности рассматриваемой территории для строительства сооружений конкретного типа.

1.5. Карты инженерно-строительного районирования Западной Сибири по условиям газонефтепроводного строительства составлены в масштабе 1:4 000 000 по картографическим материалам различных организаций, проводивших инженерно-геологические и мерзлотные исследования в рассматриваемом регионе.

1.6. В комплект карт инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Томской области) для газонефте-

**проводного строительства входят:**

- ландшафтного районирования;**
- строительно-климатического;**
- инженерно-геологического;**
- по проходимости строительной техники;**
- социально-экономического;**
- инженерно-строительного районирования**

**Прилагается также исходная карта инженерно-геологических условий, составленная в масштабе 1:1 500 000 по материалам геологического ф-та МГУ.**

**1.7. В качестве критериев для выделения территорий, требующих определенных норм проектирования и строительства, обосновывающих применение различных конструктивных решений и технологических режимов, приняты различные группы факторов (инженерно-геологических, технических, социально-экономических).**

**Специальное районирование проводилось на основе разработанной ВНИИСТом методики инженерно-строительной типизации территории СССР для строительства магистральных трубопроводов (ВНИИСТ В497.83)**

**1.8. Оценка инженерно-геологических условий выделенных инженерно-строительных областей проводилась в соответствии с классификацией природных факторов и технических условий для трубопроводного строительства (ВНИИСТ, Р 380-80), в основу которой положен принцип устойчивости инженерно-геологической среды к воздействию линейных сооружений.**

## 2. ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Территория Западной Сибири представляет собой огромную низменную равнину. Абсолютные отметки поверхности изменяются от нескольких метров (побережья морей) до 70–80 метров и более (возвышенные центральные районы – Белогорский материк, Сибирские Увалы, Полуйская, Таловская возвышенности). Рельеф слабо-расчлененный, относительные превышения на основной части территории до 10 метров, увеличиваясь до 40–50 м и более на участках возвышенностей. В целом морфометрические характеристики рельефа закономерно усложняются от южной части равнины к северной, по мере приближения к основному базису эрозии, и от центральных пониженных районов – к периферийным повышениям.

Рассматриваемая территория относится к районам с избыточным увлажнением, где величина атмосферных осадков значительно превышает величину испарения.

В геологическом строении территории с поверхности до 100 м и более принимают участие в основном четвертичные отложения различного генезиса, представленные песчаными, глинистыми, торфяными и лессовидными грунтами. Разрез подавляющего большинства геолого-генетических комплексов поверхностных отложений представлен переслаиванием различных по дисперсности глинистых и песчаных грунтов. Леса и лессовидные отложения приурочены в основном к южным частям региона, но отдельные достаточно крупные массивы лессов встречаются и в центральных районах в пределах хорошо дренированных приречных участков.

Важнейшей особенностью природной обстановки Западной Сибири, во многом определяющей ее инженерно-геологические условия, является широкое распространение многолетнемерзлых по-

род. Среднегодовая температура их с юга на север понижается от 0 до  $\sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{6}^{\circ}\text{C}$ , мощность увеличивается от нескольких десятков метров (при островном и прерывистом распространении) до 100 м и более (при сплошном распространении).

Рассматриваемая часть Западной Сибири (в пределах Тюменской области) является наиболее заболоченной частью равнины. По общей площади, занимаемой болотами и количеству крупных болотных массивов она не имеет себе равных. Нигде в мире больше не встречаются такие огромные по площади торфяники, покрывающие почти сплошь все водоразделы.

На территории региона широко развиты разнообразные типы физико-геологических процессов: заболачивание, криогенные, посткриогенные, склоновые.

Основной особенностью природных условий Западно-Сибирской низменности является закономерная широтная зональность их изменения. Это касается зонального изменения не только климатических и ботанических условий, но также и геокриологических, гидрогеологических, литологических, развития физико-геологических процессов (рис. 1)

### 3. 1. Карта ландшафтного районирования

На карте ландшафтного районирования (рис. 2) отражены следующие факторы поверхностных условий: залесенность, заболоченность и заозеренность (в % занятой территории), осредненные морфометрические характеристики рельефа\* (глубины вертикального и горизонтального расчленения).

Залесенность территории Тюменской области показана фоновой заливкой. В размещении лесных массивов области отмечается ряд закономерностей. Одной из них является тяготение лесов к долинам рек и придолиням, хорошо дренированным склонам междуречий (50% и более). Срединные части междуречий обычно безлесны и заболочены. Залесенность при сплошной заболоченности колеблется от 5 до 10%. В пределах лесной зоны (таежной подзоны) залесенность вдоль рек изменяется от 20 до 50%, в зоне лесотундры по рекам залесенность составляет до 35-50%, хотя в целом лесотундра практически безлесна, залесенность не превышает 5-10%. Высокий процент залесенности (<sup>более</sup> 50%) наблюдается на территориях со значительной степенью вертикальной (<sup>более</sup> 20м) и горизонтальной ( $\alpha$  <sup>более</sup> 2,4мм) расчлененности (Белгорский материк, Аганский увал, Верхнетазовская и Полуйская возвышенности).

В пределах контуров геоморфологических поверхностей, по которым четко ограничиваются территории с одинаковой залесенностью (в соответствии с условиями обводненности и дренированности),

---

\* углы наклона поверхности при проведении районирования не учитывались, т.к. практически вся территория (за исключением прибрежных обрывов) попадает по классификации в одну градацию ( $< 6^\circ$ )

штриховкой показаны обобщенные морфометрические характеристики — величины вертикальной и горизонтальной расчлененности.

В пределах этих же контуров цифрами приводятся проценты заболоченности и заозеренности.

Степень заболоченности самых северных областей (п-ова Ямал и Гыданский) в основном составляет 10–25%, в целом увеличиваясь в южном направлении. В пределах центральной части Сибирских увалов по степени заболоченности отчетливо выделяются два типа местности. Первый из них характеризуется исключительно сильной заболоченностью (более 50%), заторфованностью и заозеренностью (Сургутское Полесье). По существу этот район представляет собой огромное преимущественно верховое торфяное болото, которое пересекается узкими относительно дренированными линейно ориентированными полосами, расположенными по рекам. Мощность торфа достигает часто 3–5 метров и более, а средняя ее величина превышает повсеместно 2 м.

Ко второму типу местности относятся несколько возвышенные и более дренированные участки, которые обрамляют Сургутское Полесье с периферии. Вся эта территория характеризуется плоским рельефом, и хотя достаточно сильно заболочена, но степень заболоченности в целом ниже по сравнению с первым типом.

Все пространство Тюменской области изобилует озерами, которые как и болота, приурочены к плоским и слабо дренированным поверхностям. Наибольшее количество озер находится в северных районах на полуостровах Ямал и Гыданский, в правобережной части широтного отрезка р. Обь. Сближение озер в регионе связано с плоским рельефом, близким залеганием к поверхности водоупорных горизонтов и широким распространением в северной части равнины многолетней мерзлоты.

При районировании на рассматриваемой территории выделено 17 ландшафтных районов. Ниже приводятся их описание.

- 1 - Плоско-расчлененные заозерные равнины; тундра, заозеренность 5%, заболоченность около 40%; вертикальная расчлененность рельефа ( $h$ ) - 10-50 м, горизонтальная ( $a$ ) - 1,2 - 2,4 км
- 2 - Плоские заозерные равнины; тундра; заозеренность 50%, заболоченность около 45%,  $h$  <sup>меньше</sup> 10 м,  $a$  <sup>больше</sup> 2,4 км.
- 3 - Слаборасчлененные, слабозаболоченные равнины; лесотундра; заболоченность 15-20% (в основном по рекам); заозеренность <sup>меньше</sup> 10%, заболоченность <sup>меньше</sup> 10%,  $h = 10-50$  м,  $a$  <sup>больше</sup> 2,4 км.
- 4 - Плоские заозерные и заболоченные равнины; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность 25%, заболоченность 10-30%  
 $h = 10-50$  м,  $a$  <sup>больше</sup> 2,4 км.
- 5 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и заболоченными понижениями; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность 20-30%, заболоченность <sup>меньше</sup> 10%,  $h = 10-50$  м.,  
 $a = 1,2 - 2,4$  км
- 6 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и заболоченными понижениями; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность <sup>меньше</sup> 10%, заболоченность 30-50%;  $h = 10-50$  м,  $a = 1,2 - 2,4$  км.
- 7 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и понижениями; северная тайга; залесенность 20-50% заозеренность 20-30%, заболоченность 10-30%
- 8 - Слаборасчлененные преимущественно заболоченные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20-50%, заозеренность 40%, заболоченность <sup>больше</sup> 50%,  $h > 10$  м,  $a > 2,4$  км.
- 9 - Плоские сильно заболоченные и заозерные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20-50%; заозеренность 30-40%, заболоченность <sup>больше</sup> 50%;  $h < 10$  м,  $a > 2,4$  км.

- I0 - Заболоченные и заозеренные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20-50%, заозеренность 25%, заболоченность <sup>более</sup> 50%;  $h < 10$  м,  $a > 2,4$  км
- I1 - Слаборасчлененные преимущественно заболоченные равнины; южная тайга, по долинам рек залесенность 20-50%; заболоченность <sup>больше</sup> 50%, заозеренность 20-30%;  $h = 10-50$  м  $a > 2,4$  км.
- I2 - Слаборасчлененные заболоченные равнины; южная тайга; залесенность по долинам рек 20-50%, заозеренность 20-30%, заболоченность 30-50%,  $h = 10-50$  м,  $a > 2,4$  км
- I3 - Слаборасчлененные заболоченные равнины; южная тайга; залесенность по долинам рек 20-50%, заозеренность 20%, заболоченность 10-30%;  $h = 10-50$  м,  $a > 2,4$  км.
- I4 - Возвышенные равнины с разобщенными поднятиями и понижениями; лесостепь; залесенность по долинам рек 20-50%, заболоченность <sup>менее</sup> 10%;  $h = 10-50$  м,  $a = 1,2-2,4$  км
- I5 - Расчлененные возвышенности; тайга; залесенность 20-50%, заболоченность и заозеренность <sup>меньше</sup> 10%,  $h > 50$  м,  $a < 1,2$  км
- I6 - Расчлененные возвышенности; тайга; залесенность <sup>более</sup> 50%, заболоченность и заозеренность 10-30%,  $h > 50$  м,  $a < 1,2$  км
- I7 - Долины рек Обь и Иртыш, залесенность <sup>более</sup> 50%

## 5.2. Карта строительно-климатического районирования

При составлении карты строительно-климатического районирования (рис.3) для целей трубопроводного строительства учитывались климатические факторы, влияющие на все всю технологию строительного процесса: на работу строительных машин и механизмов, сварочных аппаратов и пр, а самое главное - на людей, работающих

круглосуточно при строительстве газо- и нефтепроводов.

В качестве основных климатических критериев, оценивающих суровость климата для людей и механизмов, нами выделены следующие:

- температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- скорость ветра, м/с;
- эффективная температура воздуха, учитывающая совместное влияние отрицательной температуры и скорости ветра,  $^{\circ}\text{C}$ ;\*
- влажность воздуха, %;
- сумма осадков (в виде дождя и снега), мм.

В связи с тем, что оценка возможности работы людей на открытом воздухе и длительность перерывов для отдыха определяется по сочетанию температуры воздуха и ветра, за основной критерий

на карте строительно-климатического районирования взята эффективная температура воздуха в зимний период. Предельная эффективная температура, при которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, устанавливается местным исполнительным комитетом Советов народных депутатов для каждого района, но не ниже <sup>минус</sup>  $45^{\circ}\text{C}$ .

На карте строительно-климатического районирования изолиниями показана продолжительность периодов (в днях) с эффективной температурой <sup>минус</sup>  $45^{\circ}\text{C}$ . По существу, эта величина представляет собой количество активированных дней, когда работы по строительству магистральных трубопроводов должны быть прекращены. В результате районирования выделены 4 строительно-климатические зоны:

---

\* Эффективная температура (степень "жесткости" погоды) определяется температурой воздуха и скоростью движения воздуха: увеличение скорости ветра на 1 м/с соответствует снижению температуры воздуха на  $2^{\circ}\text{C}$ .

I - северная строительно-климатическая зона (число активированных дней <sup>больше</sup> 40);

II - холодная (число активированных дней от 10 до 30);

III - умеренная (число активированных дней от 5 до 10);

IV - теплая (число активированных дней <sup>меньше</sup> 5)

Для расчетов хладоломкости машин и механизмов, работающих на трассах, используется абсолютный минимум температуры воздуха.

Эта характеристика дается по действующим метеостанциям на территории региона (цифры в кружочках).

Изолиниями красного цвета на карте показана максимальная мощность снежного покрова. Снежный покров должен учитываться как фактор, препятствующий продвижению техники при строительстве и как фактор отепляющий, оказывающий влияние на глубину сезонного промерзания грунтов (последнее учитывается при тепловых расчетах трубопровода). Кроме мощности снежного покрова на строительный процесс влияет и такая климатическая характеристика как снегозаносимость (перераспределение снега), которая должна быть учтена при устройстве снегозащитных сооружений на трассе. С этой целью на карте приводятся зоны ветров восьми направлений по действующим метеостанциям.

### 3.3. Карта инженерно-геологического районирования

В соответствии с принципами типизации территории страны по условиям газонефтепроводного строительства (Р 497-63) в пределах Западной Сибири были выделены следующие таксономические инженерно-геологические единицы: провинции - подпровинции - области. В пределах провинций развития многолетнемерзлых пород, развития площадных болот, развития лессовидных грунтов по различию температурного и влажностного режимов выделены инженерно-геологические подпровинции. Дальнейшее подразделение на инженер-

Значительные по площади массивы плоскобугристых торфяников. Мощность торфа не превышает 1,5 - 2 м. На слабозаболоченных участках неоднородные условия протаивания-промерзания.

- 4 - Распространение многолетнемерзлых пород прерывистое (около 70% территории). Мерзлота неустойчивая, двухслойная. Минеральные и торфяные грунты относительно устойчивого температурного режима ( $t_{гр} = \overset{\text{минус}}{-1} + \overset{\text{минус}}{\sqrt{-3}}^{\circ}C$ ). Объемная льдистость грунтов: глинистых - 20-40%, песчаных - 10-20%, торфяные - сильнольдистые. Глубина сезонного протаивания грунтов: суглинистых - 0,7 - 1,0 м, песчаных - 1,3 ÷ 1,7 м, торфяных - 0,4 ÷ 0,5 м.

В восточной части плоскобугристые торфяники на малольдистых песчаных и льдистых глинистых грунтах, в западной части - крупнобугристые торфяники. Мощность торфяной залежки изменяется от 10-15 м до 4-5 м. На слабозаболоченных участках неоднородные условия протаивания-промерзания грунта. В озерных котловинах - термокарст, просадки, пучение. Длительные половодья рек.

- 5 - Вечномерзлые минеральные и торфяные грунты относительно устойчивого температурного режима ( $t_{гр} = \overset{\text{минус}}{-3} + \overset{\text{минус}}{\sqrt{-5}}^{\circ}C$ ) имеют сплошное распространение. Мощность мдп 200-350 м. Льдистость песчаных пород 25-30%, глинистых - 40 ÷ 45%. Глубина сезонного протаивания для супесчаных грунтов 1,3-1,5 м, суглинистых - 0,7 ÷ 1,0 м, торфяных - 0,3 ÷ 0,5 м.

Широкое развитие современного термокарста, миграционные линзы льда в торфяных и минеральных буграх пучения, преобладание плоскобугристых торфяников. Мощность торфяной залежки 1,0 - 1,2 м.

6 - Распространение шпII - островное. мерзлота неустойчивая, двухслойная, мощность от 40-50 м до 100-250 м, развита в пределах торфяников в районах развития оторфованных глинистых пород и темнохвойных сильно замшелых лесов, развитых на глинистых грунтах. температура мерзлых пород  $t = \text{минус}$

$1^{\circ}\text{C}$ . Талые с поверхности (до глубины 10-15 м и более) песчаные и глинистые породы занимают 80% территории. Участки, сложенные тальми глинистыми грунтами, характеризуются сложными условиями: грунты обычно сильно увлажнены, имеют пластичную консистенцию, они сильно сжимаемые.

На территории развиты крупнобугристые и плоскобугристые торфяники на деградирующих вечномерзлых грунтах с неоднородными условиями протаивания-промерзания. широкое развитие современного термокарста, заболоченность, бугры пучения, песчаные раздувы по берегам рек и связанные с ними формы рельефа: дны, бугры, воронки выдувания.

7 - Рельеф этой области полого- и холмисто-увалистый. Талые минеральные грунты с отдельными площадями вечномерзлых маломощных торфяных грунтов неустойчивого температурного режима по террасам рек. температура мерзлых пород  $t = \text{минус}$   $1^{\circ}\text{C}$ , а мощность не превышает 10-30 м. льдистость песчаных пород 25-30%, глинистых - 40-45%.

Талые и немерзлые породы характеризуются значительной увлажненностью. Песчаные породы во многих районах с глубины 1-3 м обычно водонасыщены. Торфяные образования также полностью водонасыщены. Степень увлажненности пород существенно снижается лишь на приречных возвышенных расчлененных и хорошо дренированных территориях.

В целом условия области сложные, что связано, с одной стороны, с широким развитием многолетнемерзлых пород в северной половине области, а с другой - со значительным увлажнением талых пород.

- 8 - характеризуется значительным расчленением рельефа, широко развит линейно-рядовой рельеф. На плоских участках и во впадинах рельефа развиты обширные крупнобугристые болота. Мощность торфяной залежи изменяется от 1 до 4-5 м, причем в 60-70% случаев она колеблется около 2 м.

Многолетнемерзлые породы занимают небольшие площадки и приурочены к бугристым торфяникам и участкам, покрытым замшелыми темнохвойными лесами. Температура мерзлых пород не опускается ниже <sup>минус</sup> 1°C.

Широко развиты склоновые и эрозионные процессы, много оползней, растущих оврагов.

- 9 - характеризуется сильно расчлененным рельефом, глубоким врезовом долин и поэтому лучшей дренированностью территории. Глубина залегания подземных вод на таких участках достигает 10-15 м. Однако на плоских междуречьях глубина залегания часто не превышает 5 м. На плоских же равнинах глубина залегания грунтовых вод уменьшается и часто составляет 1,5-3 м. На высоких речных террасах встречаются крупные массивы болот. Многолетнемерзлые породы развиты лишь к северу от р. Лазы и имеют температуру  $0 \pm$  <sup>минус</sup> 1°C, мощность 30-50 м и приурочены к торфяным массивам.

В пределах области развиты оползни, в основном, активно живущие оползни-блоки. Наиболее крупные из них развиты по правобережью р. Сби и достигают по фронту сотен метров.

- 10 - Основными инженерно-геологическими условиями этой области являются: плоский, нерасчлененный рельеф и плохая дренированность; чрезвычайно сильная заболоченность, заторфованность и заозеренность; преобладание сильно увлажненных песчаных и торфяных грунтов; достаточно широкое распространение  $m_{III}$  в северной части выделенной области, развитых на торфяных грунтах. Южная часть области характеризуется исключительно сильной (70%) заболоченностью (Сургутское Полесье) и представляет собой огромное преимущественно верховое топяное болото. Мощность торфа достигает 3-5 м. В северной части степень заболоченности ниже. Торфяники здесь часто мерзлые, сильнольдистые, плоскобугристые.
- 11 - Характеризуется слабовыпуклым, местами совершенно плоским рельефом. Поверхность сильно заболочена и заозерена (60%). На большей части территории глинистые породы перекрыты торфом, мощность которого от 3 до 6 м. Солонные массивы, как правило, труднопроходимые и непроходимые. Глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 1 м (на болотах) до 2-3 м (на водораздельных слабодренированных участках) и до 5-10 м (на приречных хорошо дренированных участках).
- Наиболее широко развитым геологическим процессом является процесс заболачивания. На подмываемых склонах рек широко развиты оползневые процессы. На приречных участках, сложенных легко размываемыми лессовыми породами, преобладают суффозионно-эрозионные процессы, приводящие к образованию западин, воронок и оврагов.
- 12 - Основными инженерно-геологическими особенностями области являются: исключительно ровный, плоский рельеф, широкое

развитие талых тонкодисперсных суглинистых отложений, сильная заболоченность (80-85%) и заторфованность, причем мощность торфа достигает 0-3 м, в среднем 1,5-2 м. Болота грядово-мочажинные и озерно-грядовые с топями, зарастающими озерами и староречьями. В центральной и восточной части болота развиты на песчаных грунтах с прослоями супесей и суглинков, в западной - на глинах.

длительное половодье на поймах рек и небольшие разливы малых зарегулированных рек.

13 - Это плоская слабоволнистая равнина, сложенная песчано-глинистыми отложениями, среди которых преобладают тяжелые суглинки с влажностью от 0,2 до 0,6 - 0,7 (на водораздельных недренированных участках). Суглинки обладают слабым набуханием и малой водопрочностью.

Глубина залегания подземных вод колеблется от 0 до 3 м, воды, как правило, пресные, не обладают агрессивностью. Близкое к поверхности залегание подземных вод приводит к заболачиваемости территории.

На юге области встречаются лессовидные суглинки, обладающие просадочными свойствами. При оценке территории необходимо учитывать их легкую размываемость, что при хозяйственном освоении этой территории приводит к интенсивному развитию эрозийных процессов. Повсеместным развитием пользуются суффозионно-просадочные процессы.

14 - Включает долины рек Оби и Иртыша. Для долины реки Оби характерны следующие инженерно-геологические особенности:  
1) преобладание в составе аллювиальных отложений поймы, I и II надпойменных террас песчаных пород, составляющих около 80% всех разрезов; 2) близкое залегание к поверхности подземных вод (0-2 м на пойме, 2-3, редко до 5 м на тер-

расах); 3) широкое развитие процесса заболачивания, который привел к образованию огромных заболоченных торфяных массивов, с мощностью торфа более 2 м (2,4 - 2,6 м); 4) слабое развитие эрозийных процессов, которые приурочены непосредственно к при- бровочной части террас.

Для участка севернее устья р. Назым характерно островное рас- пространение III, приуроченных к участкам развития торфяников.

Мощность III менее 100 м, температура их изменяется от 0 до <sup>минус</sup> 2-3 <sup>градусов</sup>.

На поверхности террас широко развиты процессы термокарста, пу- чения грунтов и заболачивания.

Для долины р. Иртыш характерна высокая степень увлажненности пород (степень водонасыщенности их близка к I). Глубина залега- ния подземных вод колеблется от 0 до 5 м.

### 3.4. Карта районирования по <sup>условиям</sup> проходимости строительной техники

На карте районирования по проходимости строительной тех- ники (рис. 3) показана заболоченность, преобладающая мощность торфа, глубины сезонного промерзания-протаивания торфяных отло- жений, количество дней, необходимых для наступления критической глубины промерзания на болотах и озерах, обеспечивающей прохож- дение строительной техники.

Заболоченность на карте показана цветом (от салатого до темно-зеленого) в пределах болотных зон, выделенных в I по отношению к площади выделенной зоны. Вследствие исключитель- но равнинного рельефа междуречных регионов общая заболоченность рассматриваемой территории Западной Сибири находится в тесной

**зависимости от соотношения климатических элементов водного баланса: осадков и испарения.**

**В зоне избыточного увлажнения (норма осадков значительно превышает норму испарения) распространены арктические полигональные плоскобугристые и крупнобугристые болота; в зоне неустойчивого увлажнения (норма осадков близка к норме испарения с суши) - озерные, озерково-грядово-мочажинные, грядово-озерковые, грядово-мочажинные; в зоне недостаточного увлажнения (испаряемость значительно превосходит величину атмосферных осадков) - низинные, засоленные.**

**Если заболоченность определяется соотношением климатических элементов водного бассейна, то заторфованность в значительной степени зависит от температурного режима территории и геоморфологических условий залегания болотных массивов. Средняя скорость торфонакопления увеличивается к югу, достигая максимальных значений в зоне выпуклых олиготрофных болот, далее при продвижении к югу в связи с повышением среднегодовой температуры в условиях сухого климата глубина торфяных отложений начинает несколько убывать. Мощность торфа показана на карте цифрами в кружочках (в м) для каждой выделенной зоны.**

**Большое место в практике трубопроводного строительства занимает вопрос о сезонном промерзании-протаивании торфяной залежи с целью прохождения строительной техники.**

**Процесс промерзания грунта определяется рядом факторов: ходом температур воздуха, высотой снежного покрова, тепловыми и водно-физическими свойствами грунта. На территории Западной**

Сибири, характеризующейся большим разнообразием физико-географических и климатических условий, можно проследить лишь некоторую тенденцию уменьшения глубины промерзания болот (от 1,5 м на севере и до 0,9 м на юге), обусловленную повышением среднегодовой температуры. Глубины промерзания-протаивания болот в естественных условиях получены расчетным путем и представлены в виде дроби, где в числителе показана глубина протаивания, а в знаменателе - глубина промерзания.

Промерзание торфяных отложений начинается с наступлением отрицательной температуры воздуха. В зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, где теплозапасы торфяной залежи малы и обусловлены лишь сезонной аккумуляцией тепла в летний период года, промерзание идет весьма быстро, болота начинают промерзать в конце сентября - первых числах октября. В зоне островного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород подток тепла к нижней границе промерзания из более глубоких слоев замедляет процесс промерзания и уменьшает максимальную глубину сезонного промерзания. Торфяная залежь в этой зоне начинает промерзать в середине - конце октября.

Глубины промерзания расчищенного от снега участка болот рассчитывались по формуле Стефана с допущением, что температура поверхности снега равна температуре воздуха, а подток тепла к промерзающему слою из более глубоких слоев торфяной залежи мал и им можно пренебречь. Из строительной практики известно, что минимальная глубина промерзания, обеспечивающая прохождение строительной техники, должна быть не менее 30 см для болот с травяной растительностью, не менее 40 см для болот с моховой растительностью и не менее 50 см для озер.

считывались аналитическим способом из соотношения:

$$\xi_{кр} = \alpha \sqrt{\tau} \rightarrow \tau = \frac{(\xi_{кр})^2}{\alpha^2},$$

$\xi_{max}$  - максимальная глубина промерзания

где  $\alpha = \frac{\xi_{max}}{\sqrt{\tau_{max}}}$ ,

$\tau_{max}$  - продолжительность морозного периода

$\tau$  - количество дней, необходимых для наступления критической глубины промерзания;

$\xi_{кр}$  - критическая глубина промерзания, равная 0,4 м для болот и 0,8 м для озер.

По максимальным глубинам промерзания болот (в естественных и нарушенных условиях) и озер были построены изоплеты (темпы глубин промерзания) и графическим путем рассчитаны сроки наступления критических глубин промерзания для торфяных отложений и озер для различных регионов Западной Сибири.

Количество дней, необходимых для образования критической глубины промерзания болот ( $\xi_{кр} = 0,4$  м), на карте показано красными кружками: залитые - со снежным покровом, незалитые - без снежного покрова. Черными залитыми кружками на карте показано количество дней, необходимое для образования критической глубины промерзания на озерах. Рядом цифрами в скобках указаны среднееголетние сроки начала промерзания для болот и озер. Линии из черных залитых треугольников обозначает границу критической глубины промерзания озер, южнее которой озера не промораживаются до 0,8 м.

### 3.5. Карта социально-экономического районирования

Создающийся в регионе новый центр нефтегазодобывающей промышленности формируется на очень крупной и своеобразной территории с неблагоприятными пока условиями для жизни людей и производства. Освоение этих районов осложняется не только суровыми природными условиями, малая заселенность, слабое развитие средств сообщения и удаленность от индустриальных и культурных центров создают не меньше трудностей в освоении региона.

Решение этой сложнейшей проблемы зависит как от степени материального, энергетического и транспортного обеспечения, так и социального фактора. При этом самыми сложными вопросами являются вопросы транспорта и обеспечения строек и предприятий трудовыми ресурсами.

Существующие в настоящее время железнодорожные магистрали не снижают напряжения грузоперевозок для обеспечения центральных и северных районов. Основным путем транспортного снабжения этих районов служит р.Сбь, дополняемая малосудоходными притоками, с будущим продолжением до Имбурга и недавно построенная железная дорога Сургут-Уренгой. Из наземных путей на этой территории имеются лишь отдельные небольшие по протяженности внутрипромысловые автомобильные дороги. В этих условиях для перевозок пассажиров и грузов широко применяется авиационный транспорт. Кроме того, коммуникациями также служат автотрассы - очень дорогие и кратковременные дороги.

От решения транспортной проблемы зависит достижение высоких уровней добычи нефти и газа, строительство и эксплуатация систем магистральных трубопроводов, городов, поселков и пр., т.к. доля транспортных расходов в этих районах составляет 50% и более.

Трудоспособное население Тюменской области в основном сосредоточено в южной южной, наиболее благоприятной части области, в северных же районах плотность населения очень низкая (менее 1 чел/км<sup>2</sup>). Проблемы привлечения и закрепления квалифицированных кадров в осваиваемых районах можно решить только комплексно с помощью социально-экономических факторов, создающих реальные преимущества работы здесь по сравнению с работой в центральных районах страны.

Такие социально-экономические факторы как рассредоточенность и отдаленность от экономически развитых промышленных районов, слабое развитие транспорта и связи, ограниченный срок навигации на основных водных артериях, отдаленность от магистральных дорог, слабое развитие или отсутствие

разрабатываемых запасов местных строительных материалов, недостаточное энергоснабжение, текучесть кадров - повышают продолжительность строительства, расход материально-технических ресурсов и денежных средств, т.е. приводят к неучтенному удорожанию строительства (неодинаковому даже в пределах одного региона).

Правильное и обоснованное определение сроков и продолжительности сезонов строительства, назначение промышленных, отраслевых и энергетических баз снабжения, путей подвоза материалов и конструкций, обеспечение рабочей силы и пр., - все эти факторы определяют экономическую возможность завершения строительства в намеченные сроки, а также фактические капитальные затраты.

В качестве критериев социально-экономического районирования территории страны для газонефтепроводного строительства были приняты:

- удаленность от баз материально-технического снабжения и магистральных коммуникаций;
- вид и характеристика дорожной сети;
- энергетическая обеспеченность;
- трудовые ресурсы;
- характер отчуждаемых территорий.

На карте социально-экономического районирования (рис. 6) выделено пять экономических областей, отличающихся уровнем современного хозяйственного освоения:

- I - высокий уровень освоения (южная часть территории);
- II - средний уровень освоения (территории вдоль долин рек Иртыш и Обь, в пределах широтного отрезка последней);
- III - удовлетворительный уровень освоения (долины р. Обь и некоторых ее притоков, севернее г. Ланты-Мансийск);
- IV - низкий уровень освоения (болотно-таежная территория);
- V - неосвоенная область (лесотундровая и тундровая зоны, севернее Полярного круга).

Для характеристики выделенных областей использованы следующие факторы:

- заселенность территории (по плотности населения на I км<sup>2</sup>);
- занятость территории сельскохозяйственными угодьями (в используемой площади);
- лесообеспеченность территории;
- виды транспорта (железные дороги, автодороги, судоходные реки)

Кроме того, на карте приводятся: разрабатываемые и разведанные месторождения газа, нефти, строительных материалов; эксплуатируемые и строящиеся системы магистральных трубопроводов.

## **5.6. Карта инженерно-строительного районирования**

Карта отраслевого инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Тюменской области) является оценочной и входит в комплект составленных карт инженерно-строительного районирования рассматриваемого региона для сооружения газо-нефтепроводных объектов. Оценка выделенных при инженерно-геологическом районировании областей проводилась по совокупности основных факторов природной обстановки, сгруппированных по степени их сложности.

В результате проведенной оценки было выделено шесть инженерно-строительных областей, в пределах которых требования к проектированию и строительству объектов нефтяной и газовой промышленности существенно различны (рис.7).

Ниже приводится краткая характеристика инженерно-строительных областей с указанием факторов (природных и экономических), осложняющих строительство, анализом характера взаимодействия трубопровода с окружающей средой при различных технологических режимах эксплуатации, рекомендации по оптимальным сезонам строительства и инженерным мероприятиям в зависимости от способа прокладки трубопроводов.

I инженерно-строительная область занимает самую южную часть рассматриваемой территории, представляет собой лесостепь с плоско-холмистым рельефом, значительно развитой овражной сетью; вдоль рек прослеживаются леса; заболоченность менее 10%. Территория сложена преимущественно лессами и лессовидными грунтами, проса-

дочными при увлажнении; широко развиты процессы плоскостной и линейной эрозии, оврагообразование, оползание склонов.

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: активированных дней менее 10; число дней с метелями за год менее 30; число дней с осадками за год менее 140; число дней с силой ветра более 15 м/с от 10 до 30; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 40-50 см; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, более 50 в естественных условиях и около 30 - <sup>на</sup> болотах со снятием для ускорения промерзания снежным покровом.

По социально-экономическим условиям область относится к территориям высокой экономической освоенности.

Среди природных факторов, осложняющих строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов следует указать низкую замляющую способность грунтов, неравномерную их просадочность при увлажнении, развитие овражной сети, оползневые склоны; среди социально-экономических - значительную заселенность, промышленную и сельскохозяйственную освоенность территории (от 50 до 70%), что осложняет отчуждение земель под строительство.

Строительство возможно в течение всего года; могут быть применены любые способы прокладки. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов, обязательны:

- подготовка и улучшение основания;
- регулирование водного режима;

- противооползневые мероприятия;
- регулирование теплового взаимодействия трубопровода с окружающей средой;
- рекультивация полосы трассы.

II. Инженерно-строительная область занимает территории вдоль долины р.Иртыш до широтного отрезка р.Обь, представляет собой плоско-холмистые равнины, значительная часть которых занята площадными глубокими болотами (заболоченность 30-50%) с мощной торфяной залежью (более 2 м).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число активированных дней менее 10, с силой ветра более 15 м/с - 10-30 ; число дней с метелями 30-50, с осадками за год 140-160; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 40-50 см; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, 75-80 <sup>на</sup> болотах, более 80 <sup>на</sup> озерах в естественных условиях и 25-30 <sup>на</sup> болотах со снятым снежным покровом.

По социально-экономическим условиям часть области (долина р.Иртыш и Среднее Приобье) относится к районам высокого уровня освоения, остальная территория - к районам низкого уровня освоения.

Среди природных факторов, осложняющих строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов: наличие площадных глубоких непромерзающих болот, продолжительные паводки, приводящие к сезонной обводненности более 50% территории, низкая заземляющая способность грунтов, круглогодичная коррозионная активность окружающей среды. Среди социально-экономических - слабый уровень

промышленного, транспортного и энергетического освоения.

Строительство возможно преимущественно в зимнее время при промерзании болот и применении специальной техники. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;
- закрепление трубопровода на проектных отметках специальными устройствами;
- теплоизоляция трубопровода;
- регулирование теплового взаимодействия трубопровода с окружающей средой;
- регулирование водного режима.

III. Инженерно-строительная область. занимает в основном территории Среднего Приобья и водораздельные площади левых притоков р.Обь в среднем ее течении и представляет собой практически полностью заболоченные (более 50%) пространства с глубокими непромерзающими болотами на водоразделах - бугристые мерзлые торфяники (островная мерзлота с мощностью мерзлых грунтов 10-20 м и среднегодовой температурой близкой к 0°C).

Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию трубопроводов:

наличие площадных глубоких непромерзающих болот; продолжительные паводки, приводящие к затоплению до 80% территории; низкие температуры воздуха зимой, отсутствие заземляющей способности грунтов. В социально-экономическом отношении область освоена слабо.

Строительство возможно только зимнее время при промерзании болот и применении специальной техники. Из инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов, обязательны:

- подготовка и улучшение основания грун<sup>т</sup> трубопроводов и вдольтрассовых технологических проездов;
- теплоизоляция трубопровода;
- закрепление трубопровода на проектных отметках специальными устройствами;
- регулирование водного режима;
- регулирования теплового режима с окружающей средой.

IV. Инженерно-строительная область расположена в пределах низовий р.Обь, Пуровско-Тазовское междуречье, представляет собой плоские заболоченные участки, лесотундры и южной тайги, характеризуется прерывистым распространением многолетнемерзлых пород (высокольдистые торфяники и мерзлые минеральные грунты мощностью до 50 м со среднегодовой температурой от  $\overset{\text{минус}}{\sim}1$  до  $\overset{\text{минус}}{\sim}3^{\circ}\text{C}$ , широко развит комплекс криогенных процессов (термокарст), пучение, новообразование мерзлоты).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число активированных дней за год 20-30, число дней за год с силой ветра более 15 м/сек 10-30 число дней за год с осадками 180-200; число дней за год с метелями 70-90, средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 50-70 см, число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, по-

звляющей прохождение строительной техники более 50 <sup>на</sup> болотах, около 60 <sup>на</sup> озерах в естественных условиях, и около 20 <sup>на</sup> болотах со снятым снежным покровом .

В социально-экономическом отношении область освоена слабо за исключением созданных в последние пятилетки газовых комплексов.

Природные факторы, ~~деложающие~~ осложняющие строительство и эксплуатацию трубопроводов;

- суровые климатические условия, приводящие к потерям рабочего времени;
- наличие высокольдистых просадочных мерзлых грунтов;
- изменчивость физико-механических свойств грунтов при оттаивании;
- площадное развитие криогенных процессов;
- высокая заболоченность и заозеренность.

Строительство возможно в течение всего года в зависимости от региональных и местных условий.

Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- минимальные нарушения естественных условий в полосе трассы;
- подготовка строительной полосы за счет подсыпки;
- организация регулируемого стока поверхностных вод;
- регулирование теплового режима взаимодействия с окружающей средой.

**У Инженерно-строительная область расположена в пределах Сургутского Полесья и представляет собой огромное преимущественно верховое топляное болото, (заболоченность до 70%), мощность торфа 3-5 м; в северной части - островное распространение многолетнемерзлых грунтов, приуроченных к бугристым торфяникам.**

**В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число активированных дней за год 30-40; число дней за год с силой ветра более 15 м/с 10-30; число дней за год с осадками 160-200; число дней за год с метелями 70-90; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 60-70; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, 60-70 на болотах, около 70 -<sup>на</sup> озерах в естественных условиях и 30-35 -<sup>на</sup> болотах со снятым снежным покровом.**

**В социально-экономическом отношении область неосвоена. Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов: суровые климатические условия; наличие глубоких непромерзающих болот; большая мощность торфа и отсутствие грунтов, обладающих заземляющей способностью.**

**Строительство возможно только в зимнее время при промерзании болот и озер и применении специальной техники. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:**

- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;**
- регулирование водного режима;**
- регулирование теплового режима;**
- теплоизоляция трубопровода.**

У1. Инженерно-строительная область расположена в пределах северных полуостровов западной Сибири (Ямальского, Тазовского, Гыданского), представляет собой плоские равнины мохово-лишайниковых тундр с заболоченностью до 40%, характеризуется сплошным распространением высокольдистых многолетнемерзлых грунтов со среднегодовой температурой от <sup>минус</sup>  $-3^{\circ}$  до <sup>минус</sup>  $-7,4^{\circ}$  <sup>минус</sup>  $8^{\circ}\text{C}$  и мощностью более 100 м.

В пределах территории широко распространены подземные льды - жильные и пластовые, мощностью до 10-15 м, последние особенно характерны для Ямала и Гыдана. Широко развиты площадные криогенные процессы: солифлюкция, морозобойное раскиснение, термоэрозия, термокарст, пучение, криопэги (незамерзшие линзы высокоминерализованных вод).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число активированных дней за год более 40, число дней за год с силой ветра более 15 м/с более 30, число дней за год с осадками 180-200; число дней за год с метелями более 30; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, менее 50 на болотах, менее 60 - на озерах в естественных условиях и менее 20 - на болотах со снятым снежным покровом.

В социально-экономическом отношении область неосвоена.

Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов: суровые климатические условия; наличие низкотемпературных высокольдистых многолетнемерзлых грунтов, подземных льдов, криопэгов, площадных криогенных процессов; изменение физико-механических свойств мерзлых грунтов при оттаивании.

**Строительство возможно в течение всего года в зависимости от региональных и местных условий, среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:**

- минимальные нарушения естественных условий в полосе трассы;**
- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;**
- организация регулируемого стока поверхностных вод;**
- регулирование теплового режима взаимодействия сооружения с окружающей средой.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Геокриологический прогноз для Западно-Сибирской газоносной провинции. Наука СО Новосибирск. 1983, 180 с.
2. Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции, Наука СО. Новосибирск. 1983. 196 с.
3. Западная Сибирь. АН СССР. М., 1963 с.
4. Инженерная геология СССР. т.2 Западная Сибирь. МГУ. М-1976 с.
5. Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции. Наука СО. Новосибирск. 1983, 164 с.
6. Рекомендации по инженерно-строительной типизации территории СССР для строительства магистральных трубопроводов. Р 497-83 ВНИИСТ. М., 1983-37 с.
7. Руководство по разработке системы строительно-инженерно-геологической классификации для сооружения трубопроводов. Р 380-80. ВНИИСТ, М., 1980. 38 с.
8. Трофимов В.Т. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты МГУ. М. 1977. 277 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение	.....
1. Общие положения	.....
2. Особенности природных условий Западно-Сибирской равнины	.....
3. Карты инженерно-строительного районирования для газонефте- проводного строительства	.....
4.	
3.1. Карта ландшафтного районирования	.....
3.2. Карта строительно-климатичес- кого районирования	.....
3.3. Карта инженерно-геологического районирования	.....
3.4. Карта районирования по условиям проходимости строительной техники	.....
3.5. Карта социально-экономического районирования	.....
3.6. Карта инженерно-строительного районирования.	.....
Литература	.....

**С П И С О К**  
**подрисовочных подписей.**

- Рис. 1** Карта типизации инженерно-геологических условий.
- Рис. 2** Карта ландшафтного районирования.
- Рис. 3** Карта строительно-климатического районирования.
- Рис. 4** Карта инженерно-геологического районирования.
- Рис. 5** Карта районирования по условиям проходности строительной техники (сроки промерзания болот)
- Рис. 6** Карта социально-экономического районирования.
- Рис. 7** Карта инженерно-строительного районирования.