

Кровельный Центр «*Кровельный Мастер*»

Кровельные материалы. Продажа, расчёт, доставка, монтаж, техническая консультация.

Мягкая черепица (гибкая черепица) Katepal, Tegola, ИКО; натуральная черепица Braas, Sea Wave; металлочерепица; волновые листы Ондулин; паро- и гидроизоляция Juta; ветрозащита Tyvek; утеплитель Rockwool, Isover; водосток; сайдинг; мансардные окна Velux.

Полный комплекс услуг по устройству кровли (плоские и скатные крыши, жесткая и мягкая кровля): укладка и ремонт всех видов кровель; комплексное решение кровельных задач с применением современных кровельных материалов и технологий; подбор кровельного материала, обеспечивающего максимальный комфорт и тишину в Вашем доме; надстройка мансардных этажей и переоборудование нежилых чердаков в светлые и уютные мансарды.

www.roofmaster.ru

т. (095) 739-97-63

т. (095) 510-77-26

т. (095) 510-77-28

Расчет величины морозного пучения

П.1.1. Расчет морозного пучения на основе табличных значений расчетных параметров

1.1.1. Величину возможного морозного пучения определяют по формуле:

$$I_{\text{пуч}} = I_{\text{пуч.ср}} K_{\text{УГВ}} K_{\text{пл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}} \quad (\text{П.1.1.})$$

где: $I_{\text{пуч.ср}}$ - величина морозного пучения при осредненных условиях, определяемая по графикам рис. П. 1.1 в зависимости от толщины дорожной одежды (включая дополнительные слои основания), группы грунта по степени пучинистости (табл.2.2.) и глубины промерзания ($z_{\text{пр}}$);

$K_{\text{УГВ}}$ - коэффициент, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или поверхностных вод (H_{γ}) (рис.П.1.2.); при 1-й расчетной схеме следует принимать: для супеси тяжелой и пылеватой и суглинка $K_{\text{УГВ}} = 0,53$; для песка и супеси легкой и крупной $K_{\text{УГВ}} = 0,43$;

$K_{\text{пл}}$ - коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя (табл.П.1.1.);

$K_{\text{гр}}$ - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки (табл.П.1.2.);

$K_{\text{нагр}}$ - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания (рис.П.1.3);

$K_{\text{вл}}$ - коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта (табл.П.1.3).

Таблица П.1.1.

Коэффициент уплотнения $K_{\text{упл}}$	$K_{\text{пл}}$	
	песок пылеватый, супесь легкая и пылеватая, суглинки, глины	пески кроме пылеватых, супесь легкая крупная
1,03 - 1,00	0,8	1,0
1,01 - 0,98	1,0	1,0
0,97 - 0,95	1,2	1,1
0,94 - 0,90	1,3	1,2
менее 0,90	1,5	1,3

Таблица П.1.2.

Грунт	$K_{\text{гр}}$
пески	1,0
супеси	1,1
суглинки	1,3
глины	1,5

Таблица П.1.3.

Относительная влажность W/W_T	0,6	0,7	0,8	0,9
$K_{\text{вл}}$	1,0	1,1	1,2	1,3

1.1.2. Если данные натуральных наблюдений отсутствуют, глубину промерзания дорожной конструкции допускается определять по формуле:

$$z_{\text{пр}} = z_{\text{пр(ср)}} \cdot 1,38 \quad (\text{П.1.2.})$$

где: $z_{\text{пр(ср)}}$ - средняя глубина промерзания для данного района, устанавливаемая при помощи карт изолиний (рис.П.1.4).

При глубине промерзания дорожной конструкции $z_{\text{пр}}$ до 2 м $l_{\text{пуч. ср}}$ устанавливают по графикам рис. П.1.1. При $z_{\text{пр}}$ от 2,0 до 3,0 м $l_{\text{пуч. ср}}$ вычисляют по формуле:

$$l_{\text{пуч. ср}} = l_{\text{пуч. ср}2,0} \cdot [a + b \cdot (z_{\text{пр}} - c)] \quad (\text{П.1.3})$$

где: $l_{\text{пуч. ср}2,0}$ - величина морозного пучения при $z_{\text{пр}} = 2,0$ м;

$$a = 1,0; \quad b = 0,16; \quad c = 2,0 \quad \text{при } 2,0 < z_{\text{пр}} < 2,5;$$

$$a = 1,08; \quad b = 0,08; \quad c = 2,5 \quad \text{при } 2,5 < z_{\text{пр}} < 3,0$$

Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения будет превышать допустимую, а при сроке службы более 10 лет будет превышать 85 % от допустимой, необходимо рассмотреть вариант устройства морозозащитного слоя.

П.1.2. Определение величины морозного пучения путем использования коэффициента влагопроводности

1.2.1. В соответствии с данной методикой при прогнозировании величины морозного пучения предусматривается последовательное определение средней осенней влажности грунта рабочего слоя ($W_{\text{оср}}$), характеристики скорости промерзания (α), средней весенней влажности ($W_{\text{веср}}$). При этом учитываются продолжительность периода осеннего влагонакопления ($t_{\text{вл}}$), продолжительность периода промерзания ($t_{\text{пр}}$), расчетное удаление верха земляного полотна от уровня грунтовых (или поверхностных) вод ($h_{\text{в}}$), характеристика суровости зимнего периода (σ), выражаемая суммой градусо-суток отрицательной температуры воздуха. В табл. П.1.4. приведены значения $t_{\text{вл}}$, $t_{\text{пр}}$, и σ для 65 пунктов России. При отсутствии в перечне нужного пункта значение этих характеристик берутся для ближайшего по географическому расположению пункта.

1.2.2. Расчет возможной величины морозного пучения поверхности дорожного покрытия ведут с использованием зависимости:

$$h_{\text{пуч}} = \frac{h_{\text{пр}} \cdot \rho_{\text{сух}}}{d} [1,09 \cdot (W_{\text{ВЕССР}} - W_{\text{НЗ}}) - (W_{\text{ПВ}} - W_{\text{НЗ}})] \quad (\text{П.1.4})$$

где $h_{\text{пр}}$ – глубина промерзания грунта, см; $\rho_{\text{сух}}$ – плотность сухого грунта, г/см³; d – плотность воды, г/см³; $W_{\text{НЗ}}$ – влажность (весовая), соответствующая незамерзающей воде, принимается по виду грунта из табл. 2.8; $W_{\text{ПВ}}$ – влажность (весовая) полной влагоемкости, вычисляемая из соотношения:

$$W_{\text{ПВ}} = \frac{1}{\rho_{\text{сух}}} - \frac{1}{\rho_{\text{м}}} \quad (\text{П.1.5})$$

где: $\rho_{\text{м}}$ - плотность скелетных частиц грунта, находящаяся, как правило, в пределах 2,67 – 2,73.

1.2.3. Полную глубину промерзания грунта $h_{\text{пр}}$ определяют из следующих соотношений:

при отсутствии теплоизоляционных слоев в составе дорожной одежды

$$h_{пр} = \alpha \sqrt{t_{пр}} \cdot 24; \quad (\text{П.1.6})$$

при их наличии

$$h_{пр} = (150,6 + 0,0027 \cdot \sigma) - (13,93 - 0,0067 \cdot \sigma) h_s \cdot \beta \quad (\text{П.1.7})$$

где: σ - сумма градусочасов отрицательной температуры, умноженная на 0,001, определяемая для соответствующего региона из таблицы П.1.4;

h_s - толщина слоя эффективной теплоизоляции (пенопласт, пеноплэкс), см;

$\beta = 1$ при использовании в качестве теплоизоляции пенопласта или пеноплэкса

1.2.4. Величину отношения $W_{веспр} / W_T$, где W_T - влажность грунта земляного полотна на границе текучести в соответствии с данной методикой можно использовать в качестве расчетной относительной влажности при определении прочностных и деформационных характеристик грунта рабочего слоя.

Среднее значение весенней влажности $W_{веспр}$ находят из выражения:

$$W_{веспр} = W_h + (W_{оспр} - W_h) \cdot C \quad (\text{П.1.8})$$

где: W_h - влажность грунта по жидкой фазе в зоне первичного льдовыделения (при температуре грунта $-0,5 \dots -1,0$ °С).

Значения W_h для разных грунтов приведены в таблице 2.8;

C - коэффициент, определяемый по графику рис. 2.5 в зависимости от величины критерия зимнего влагонакопления Z , вычисляемого, в свою очередь, из соотношения:

$$Z = \frac{\alpha}{2\sqrt{K_{вЛ}}} \quad (\text{П.1.9})$$

Характеристику слоя промерзания грунта земляного полотна α определяют из соотношений:

При коэффициенте влагопроводности грунта до $2,0 \text{ см}^2/\text{ч}$:

$$\text{для автомобильных дорог I – II категорий} \quad \alpha = 3,24 + \sigma^{0,079} - 0,05 \cdot h_s \quad (\text{П.1.10})$$

$$\text{для автомобильных дорог III – IV категорий} \quad \alpha = 3,24 + \sigma^{0,079} - 0,013 \cdot h_s \quad (\text{П.1.11})$$

где: h_s - толщина слоя теплоизоляции только из местных материалов (керамзит, керамзитобетон, шлак, золошлаковая смесь, укрепленная цементом и др.);

При коэффициенте влагопроводности грунта $2,1 - 5,0 \text{ см}^2/\text{ч}$:

$$\text{для дорог I – II категорий} \quad \alpha = 1,24 + 0,72 \cdot \ln \sigma - 0,05 \cdot h_s; \quad (\text{П.1.12})$$

$$\text{для дорог III – IV категорий} \quad \alpha = 1,24 + 0,72 \cdot \ln \sigma - 0,013 \cdot h_s. \quad (\text{П.1.13})$$

Грунты, характеризующиеся значением коэффициента влагопроводности более $5,0 \text{ см}^2/\text{ч}$ при неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, как правило, не должны применяться для устройства земляного полотна.

Величину $W_{оспр}$ определяют по формуле:

$$W_{оспр} = W_o + \Delta W_{отн} (W_{пв} - W_o) \quad (\text{П.1.14})$$

где: W_o , - начальная влажность грунта земляного полотна (весовая, доли единицы);

$W_{пв}$ - влажность полной влагоемкости грунта; (весовая в долях единицы);

$\Delta W_{отн}$ - отношение осеннего приращения влажности к максимально возможной величине приращения влажности грунта.

Величину $W_{пв}$ вычисляют из соотношения (П.1.5).

Величину $\Delta W_{\text{отн}}$ устанавливают по номограмме рис. 2.4 в зависимости от параметров F_{OH} и M .

$$F_{\text{OH}} = \frac{K_{\text{ВЛП}} \cdot t_{\text{ВЛ}}}{h_{\text{в}}^2} \quad (\text{П.1.15})$$

Величину параметра M , необходимого для использования номограммы рис.2.4 определяют по формуле

$$M = (160 - h_{\text{ДО}})/h_{\text{в}} \quad (\text{П.1.16})$$

где $h_{\text{ДО}}$ – суммарная толщина слоев дорожной одежды, см;
 $h_{\text{в}}$ – определяется по данным изысканий (обследований).

Таблица П 1.4.

Климатические характеристики регионов России

Условные обозначения: $t_{\text{вл}}$ – продолжительность периода осеннего влагонакопления, часы; $t_{\text{пр}}$ – продолжительность периода промерзания, сутки; σ - сумма градусочасов отрицательной температуры, умноженная на 0,001

Пункт	$t_{\text{вл}}$	$t_{\text{пр}}$	σ
Александровск	840	230	63.30
Архангельск	672	261	55.12
Багдарин	960	310	169.14
Белгород	1392	137	16.22
Белогорка(Ленинградской)	1056	250	36.00
Бисерть(Свердловской)	648	283	73.35
Валдай	1176	234	36.69
Владимир	528	240	44.16
Вологда	1464	199	38.21
Воронеж	1176	124	15.28
Вятка	936	232	55.31
Енисейск	816	262	109.41
Иваново	720	254	48.36
Ивдель (Свердловской)	1296	182	47.17
Ижевск	384	251	58.63
Иркутск	1512	264	98.42
Йошкар-Ола	240	259	59.26
Казань	384	263	53.02
Калининград	1776	245	52.92
Калуга	1320	225	10.44
Кандалакша	768	211	30.38
Кингисепп (Ленинградской)	1272	239	30.21
Киселевск (Кемеровской)	0	262	72.10
Кострома	1464	151	28.27
Курган	480	173	51.76

Курск	1440	139	17.12
Магадан	1872	250	70.00
Мезень	624	274	65.76
Мезень	624	274	65.76
Минусинск	264	261	86.86
Москва	1248	170	28.02
Мурманск	912	255	35.90
Великий Новгород	1680	151	28.03
Нижевартовск	720	275	94.59
Нижний Новгород	1440	182	26.21
Нолинск (Кировск.обл.)	312	254	57.71
Норск(Амурской)	1704	260	132.29
Огурцово (Новосибирской)	192	271	81.52
Оренбург	0	240	56.83
Парабель (Томской)	816	274	91.19
Пермь	0	192	47.00
Пенза	1152	259	50.56
Петербург	1632	160	20.48
Петрозаводск	1128	219	35.39
Порецкое (Чувашия)	480	96	48.81
Псков	1272	189	21.47
Ржев (Тверской)	1008	241	40.10
Родино (Алтайский край)	0	248	70.23
Рыбинск	1152	231	41.40
Рязань	864	193	29.64
Самара	96	206	41.20
Саранск	0	250	49.20
Саратов	168	199	36.30
Смоленск	1536	244	38.26
Сургут	624	281	94.58
Сыктывкар	600	268	69.47
Тамбов	1368	142	23.17
Тимирязевский (Примор.край)	1848	228	71.14
Тула	936	205	29.52
Улан -Уде (Бурятия)	0	238	94.44
Ульяновск	240	256	54.07
Ханты-Мансийск	672	266	85,55
Чекунда (Хабаровский край)	1800	261	141.15
Челябинск	240	173	36.54
Чита	1344	275	129.36
Чишмы (Башкортостан)	192	263	62.28

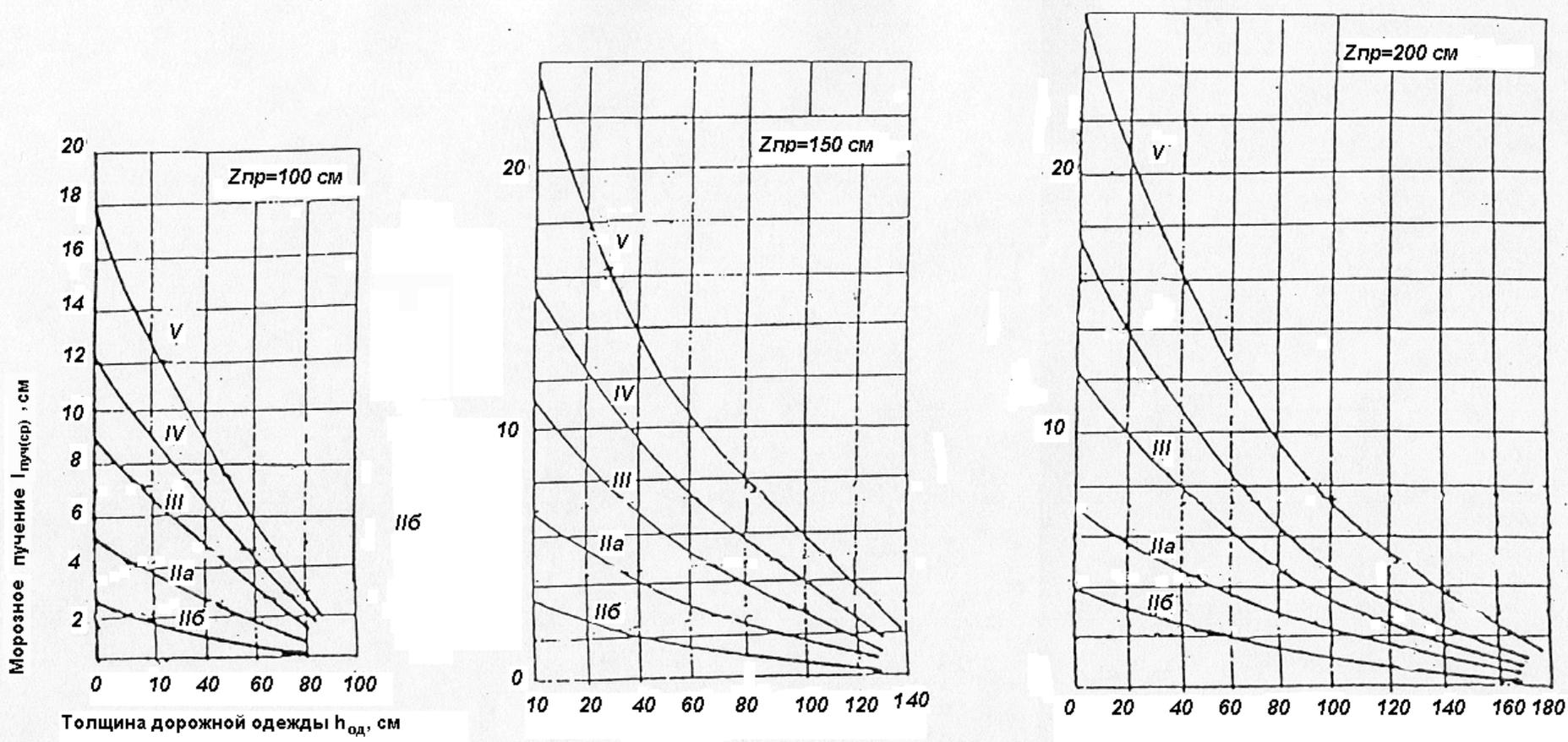


Рис.П.1.1. Графики для определения осредненной величины морозного пучения $I_{пуч.ср}$.

Примечания. 1. Кривую (II – V) выбирают в соответствии с табл.4.2; 2. Кривую IIa выбирают при 2-ой и 3-ей схеме увлажнения рабочего слоя, кривую IIб — при 1-ой схеме увлажнения.

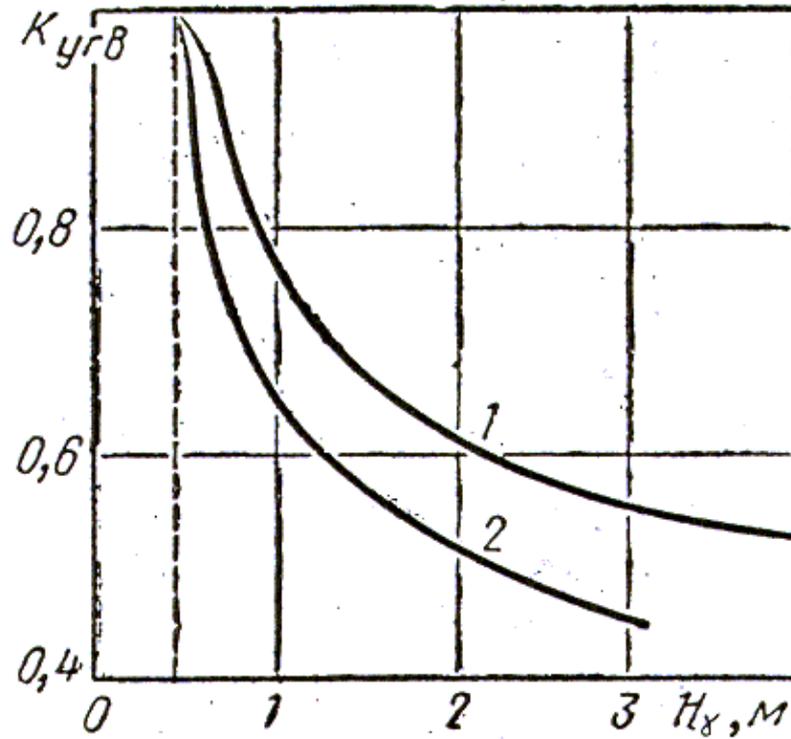


Рис.П.1.2. Зависимость коэффициента $K_{угв}$ от расстояния от низа дорожной одежды до расчетного УГВ или УПВ. 1 – супесь тяжелая и тяжелая пылеватая, суглинок; 2 – песок, супесь легкая и легкая крупная.

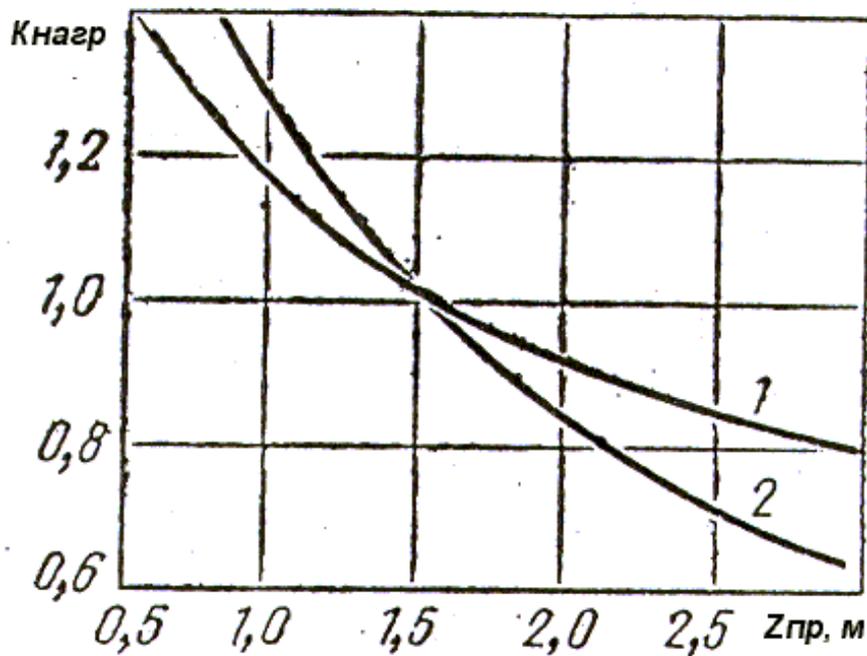


Рис.П.1.3. Зависимость коэффициента $K_{нагр}$ от глубины промерзания $z_{пр}$ от поверхности покрытия. 1 – супесь тяжелая и пылеватая; суглинок; 2 – песок; супесь легкая, крупная

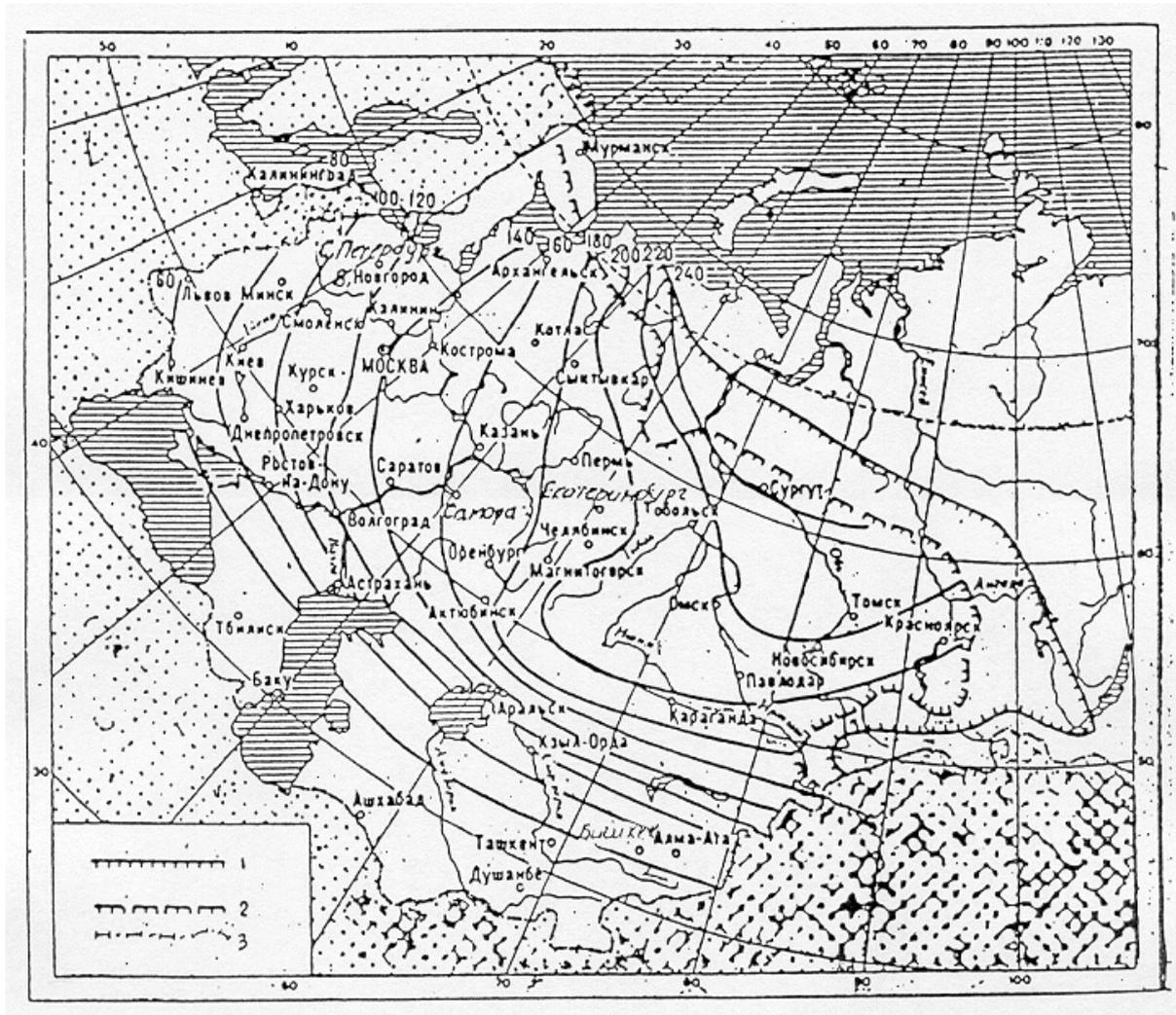


Рис.П.1.4. Карта изолиний глубины промерзания $Z_{пр(ср)}$ грунтов на территории СНГ. 1 – граница сплошного распространения вечномёрзлых грунтов; 2 – то же, островного; 3 – границы стран СНГ.