МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
С С С Р

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

ПОСОБИЕ

ПО ОЦЕНКЕ И УЧЕТУ ИСТОЧНИКОВ ЗАСОРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ВОДНОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

МОСКВА 1966

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
С С С Р

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

Указания

по оценке и учету источников увлажнения и регулированию водного режима земляного полотна автомобильных дорог

МОСКВА 1966

П Р Е Д И С Л О В И Е

Настоящие "Предложения по оценке и учету источников увлажнения и регулированию водного режима земляного полотна автомобильных дорог" являются дальнейшим развитием изданных Министерством транспортного строительства СССР в 1965 г. "Методических указаний по проектированию морозозащитных и дренирующих слоев в основании проезжей части автомобильных дорог" и предназначаются для проектирования земляного полотна в развитие СНиП П-Д.5-62, пункта 5.16.

В "Предложениях" более подробно рассмотрены вопросы, связанные с установлением расчетного уровня подземных вод, расчетной глубины промерзания конструкции, и некоторые другие вопросы, позволяющие более обоснованно проектировать земляное полотно и дорожную одежду в различных местных условиях. Помимо этого, оказалось возможным несколько упростить отдельные расчетные номограммы, а также порядок расчета и тем самым облегчить назначение мероприятий по обеспечению морозоустойчивости и осушению дорожных конструкций.

"Предложения" разработаны сотрудниками Союздорнии и Ленинградского филиала Союздорнии: Л.А.Преферансовой (раздел П), М.Б.Корсунским, Г.В.Волчанским, П.Д.Россовским, В.И.Рувинским (разделы Ш и IУ) и И.А.Золотарем (приложение 3). Общее редактирование осуществлено А.М.Кривисским.

Пожелания по изменению или дополнению "Предложений" просим направлять по адресу: Московская обл., Балашиха-6, Союздорнии.

Директор Союздорнии
канд.техн.наук - В.Михайлов

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Прочность и долговечность дорожной конструкции в значительной степени определяется устойчивостью земляного полотна, зависящей от водно-теплового режима слагающих его грунтов.

Земляное полотно неизбежно подвержено всем тем сезонным воздействиям, которые обусловливаются, с одной стороны, общими климатическими условиями района прохождения трассы, а с другой,- особенностями каждого участка дороги (источники увлажнения, свойства почво-грунтов и др.).

В годовом цикле водно-теплового режима земляного полотна в районах с сезонным промерзанием грунтов[x)] накопление влаги в грунтах начинается осенью за счет увеличения интенсивности атмосферных осадков и уменьшения испарения.

С началом промерзания грунтов земляного полотна влагонакопление продолжается. В этот период источником его является в основном влага, перемещающаяся в замерзающий грунт снизу и с боков. В результате зимнего влагонакопления может происходить значительное разуплотнение и неравномерное пучение грунтов, нарушающее в определенных условиях целость дорожной одежды и ровность ее поверхности, так называемое морозное пучение.

Весной вода, освобождающаяся в большом количестве при оттаивании земляного полотна, насыщает разуплотненный грунт, вследствие чего резко снижается его устойчивость, и под действием повторных нагрузок от движущихся автомобилей дорожная одежда может деформироваться.

Ограничение сезонных изменений состояния грунтов некоторыми допустимыми пределами является задачей правильного проектирования земляного полотна, которое должно вестись с подробным учетом природных особенностей каждого отдельного участка дороги.

В то же время нельзя проектировать земляное полотно в отрыве от назначения конструкции дорожной одежды, ибо только строго совместное решение этих двух вопросов обеспечивает создание безуслов-

---

x) Настоящие "Предложения" не распространяются на районы многолетнемерзлых грунтов, а также на искусственно орошаемые территории южных районов.

ю надежной и наряду с этим наиболее экономичной дорожной конструкции.

2. Для обеспечения устойчивости земляного полотна в районах с сезонным промерзанием грунтов необходимо ограничить величину морозного пучения до допустимой и предусмотреть быстрейший отвод от основания проезжей части воды, освобождающейся при оттаивании мерзлых грунтов. С этой целью на участках, находящихся в неблагоприятных условиях увлажнения, применяют специальные инженерные мероприятия: увеличение высоты насыпи, введение в конструкцию дорожной одежды дополнительных слоев из стабильных материалов (морозозащитные слои), а в необходимых случаях устраивают дренирующие слои из фильтрующих материалов.

Эффективность, экономичность и надежность каждого инженерного мероприятия обеспечиваются соответствующими расчетами с учетом данных о климате местности, условий увлажнения поверхностными и подземными водами, а также интенсивности и глубины промерзания, свойств грунтов земляного полотна и материалов, используемых для устройства дорожной одежды.

В связи с этим вопросам установления основных расчетных характеристик в различных местных условиях в "Предложениях" уделяется возможное при современном уровне знаний внимание.

3. По существующему дорожно-климатическому районированию территория СССР разделена на 5 зон (п.4 СНиП II-Д.5-62). Разделение на зоны проведено по признакам: баланс влаги и тепла (осадки-испарение) и особенности проектирования строительства дорог.

К I дорожно-климатической зоне относится вся территория распространения многолетнемерзлых грунтов. Условия проектирования и строительства автомобильных дорог в этих районах имеют ряд особенностей, регламентированных специальными инструкциями.

II дорожно-климатическая зона выделена по признаку избыточного увлажнения: приток влаги более ее расхода . Сочетание погодно-климатических условий с преимущественно равнинным рельефом местности и высоким на значительной части зоны уровнем подземных вод способствует интенсивному зимнему влагонакоплению в грунтах земляного полотна. Устойчивость земляного полотна в этой зоне обеспечивается специальными мероприятиями по предохранению земляного

полотна от недопустимого морозного пучения и устройством надежного водоотвода.

III дорожно-климатическая зона характеризуется неустойчивым (переменным) увлажнением. Погодно-климатические и природные условия в меньшей степени способствуют зимнему влагонакоплению. Мероприятия по защите земляного полотна от морозного пучения применяются реже и преимущественно в северной части. Особое значение приобретает уплотнение грунтов при возведении земляного полотна.

Для IУ дорожно-климатической зоны характерно недостаточное увлажнение: приток влаги меньше ее расхода на испарение. Особенностью строительства дорог в этой зоне являются условия уплотнения грунтов при их недостаточной влажности и наличие в некоторых районах засоленных грунтов; предусматривать специальные мероприятия по ограничению морозного пучения и по осушению земляного полотна здесь, как правило, нет необходимости.

V дорожно-кличатическая зона имеет свои характерные особенности: засушливый климат, широкое распространение засоленных грунтов и подвижных песков, а также искусственное орошение на значительной части зоны. Все это требует в ряде случаев специальных мероприятий для обеспечения устойчивости земляного полотна.

Горные районы с вертикальной зональностью, прибрежные районы Черного и Каспийского морей выделены в особые внезональные области.

Так как по направлению с запада на восток наблюдается уменьшение осадков и климат становится более континентальным, что вызывает увеличение скорости и глубины промерзания и уменьшение зимнего влагонакопления, предлагается разделить II, III и IУ дорожно-климатические зоны примерно по Уральскому хребту (между 55 и 60^0 восточной долготы) на западную (более влажную) и восточную (более сухую) подзоны.

4. По характеру и степени увлажнения местность разделяется на три типа. В отличие от п.4.6 СНиП II-Д.5-62, в табл.I приводятся более конкретные признаки каждого типа местности.

Условия, когда влиянием подземных вод на увлажнение почвогрунтов можно пренебречь, зависят от глубины залегания уровня воды перед началом промерзания, характера грунтов и расчетной глубины промерзания земляного полотна. Ниже приводятся для раз-

ных грунтов приблизительные расстояния, которые нужно добавлять к расчетной глубине промерзания[x], чтобы получить так называемую "безопасную" глубину залегания подземных вод в осенний период:

глины, суглинки тяжелые и суглинки тяжелые пылеватые - 2,5м;
суглинки легкие пылеватые, супеси пылеватые и тяжелые пылеватые - I,5м;
супеси легкие и легкие крупные, пески пылеватые - I,0 м.

Таблица I

Характеристика местности по условиям увлажнения

Условия увлажнения		Признаки увлажнения
I тип	Участки с нормальными условиями увлажнения (сухие места)	Поверхностный сток обеспечен. Подземные воды не оказывают влияния на увлажнение почво-грунтов. Почвы без признаков заболачивания
2 тип	Участки с повышенным увлажнением в отдельные периоды года (сырые места)	Поверхностный сток не обеспечен (слабо расчлененные широкие водораздельные плато, равнины, низины). Подземные воды не оказывают влияния на увлажнение почво-грунтов. Почвы с признаками поверхностного заболачивания
3 тип	Участки с постоянным повышенным увлажнением (мокрые места)	Подземные воды оказывают влияние на увлажнение почво-грунтов независимо от условий поверхностного стока (пониженные равнины, котловины, склоны, поймы рек и ручьев). Почвы с признаками заболачивания и болотные почвы

II. РАСЧЕТНЫЙ УРОВЕНЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И МЕТОДЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

5. Основным источником поступления влаги в земляное полотно в районах с сезонным промерзанием грунтов при 3-м типе местности по характеру увлажнения являются подземные воды первого от поверхности водоносного слоя.

---

x) Определение расчетной глубины промерзания см. в приложении 2.

В подземных водах следует различать грунтовые воды и верховодку.

Грунтовые воды существуют постоянно; они содержатся в различных по возрасту и составу горных породах, подстилаемых первым от поверхности земли водоупорным слоем. Нижняя часть водоносного слоя, где поры грунта полностью заполнены водой, называется зоной насыщения. Слои грунта, отделяющие зону насыщения от поверхности земли и содержащие в порах наряду с водой воздух, носят название зоны аэрации.

В нижней части зоны аэрации, непосредственно примыкая к зоне насыщения, располагается капиллярная кайма, поры которой частично заполнены водой, поднимающейся по капиллярам от грунтовых вод. Влага, находящаяся в капиллярной кайме, гидравлически связана с грунтовыми водами. С изменением уровня грунтовых вод происходит соответствующее перемещение капиллярной каймы, скорость которого несколько отстает от скорости передвижения уровня грунтовых вод.

Под верховодкой понимаются все разнообразные виды капельножидких вод (капиллярные, а иногда гравитационные), находящиеся выше уровня грунтовых вод и капиллярной каймы и удерживаемые капиллярными силами на менее водопроницаемых слоях или на линзах водоупорных слоев ограниченного размера. Верховодка - явление сезонное; она не имеет постоянного уровня и в различные периоды года находится на разной глубине от поверхности земли. В песках и глинах верховодка, как правило, не встречается. Наиболее благоприятны для образования верховодки суглинки, тяжелые супеси и лессовидные породы, в которых она может существовать продолжительное время. Преимущественным местом образования верховодки являются равнинные участки с плохо обеспеченным поверхностным стоком, блюдца, западины, бессточные котловины. Своим происхождением верховодка обязана главным образом инфильтрации атмосферных осадков и влаге, освобождающейся при оттаивании мерзлых грунтов.

6. Режимом грунтовых вод называется совокупность явлений, связанных с изменением состояния грунтовых вод во времени (колебания уровня, изменения дебита, скорости движения, химического состава).

Режим грунтовых вод определяется рядом условий, главнейшими из которых являются:

- условия питания - соотношение между выпадающими осадками, величинами испарения и поверхностного стока;

- мощность и состав грунтов зоны аэрации. Чем больше мощность и водопроницаемость грунтов зоны аэрации, тем меньше высота подъема и амплитуда колебаний уровня.

Различают следующие виды колебаний уровня грунтовых вод:

1) эпизодические колебания, вызываемые интенсивным выпадением атмосферных осадков, а также зимними оттепелями. Амплитуда колебаний значительная, но непродолжительная;

2) сезонные колебания, обусловливаемые распределением осадков и испарения в годовом разрезе; они характеризуются довольно правильной периодичностью и значительной амплитудой;

3) годовые колебания, определяемые различной величиной осадков и испарения за отдельные годы. Амплитуды их обычно меньше, чем при сезонных колебаниях;

4) многолетние колебания, связанные с изменением климата;

5) вековые колебания уровня, соответствующие по своему ритму вековым колебаниям солнечной активности; ритмичность колебаний уровня грунтовых вод наиболее четко выражена периодичностью 10-12 лет (одиннадцатилетний ритм).

Годовой цикл колебаний уровня грунтовых вод в районах с сезонным промерзанием имеет чаще всего следующую закономерность. Весенний подъем уровня происходит с началом снеготаяния и достигает своего максимума после полного оттаивания всего промерзшего слоя. Максимальное положение уровня грунтовых вод непродолжительно, после чего начинается весенне-летний спад его. Выпадение атмосферных осадков может вызвать кратковременное повышение горизонта грунтовых вод или замедление его понижения. Осенью, с наступлением затяжных дождей, уровень грунтовых вод повышается, достигая в некоторых случаях значительной величины. С началом промерзания грунтов наблюдается понижение уровня вплоть до достижения его наинизшего положения в конце зимы. Оттепели во второй половине зимы могут вызвать кратковременные подъемы уровня.

Температура грунтовых вод, в отличие от верховодки, которая замерзает, всегда положительная. Амплитуда колебаний ее тем меньше, чем глуб-

же залегают грунтовые воды от поверхности земли; максимум температуры наблюдается осенью, перед началом дождей, минимум – во время весеннего снеготаяния.

Режим верховодки, обычно залегающей вблизи поверхности земли, в значительной степени зависит от погодных условий и поэтому очень неустойчив. Чаще всего верховодка образуется весной, в период наибольшей инфильтрации талых вод. К концу лета, особенно при продолжительных засухах, верховодка может совсем исчезнуть. Осенние дожди пополняют запасы верховодки, а в некоторых случаях вызывают ее появление.

7. В настоящее время в режиме грунтовых вод выделяют типы, подтипы, классы и подклассы. На территории этим подразделениям соответствуют провинции, зоны, области и районы /I/. В основу этого разделения положена средняя многолетняя годовая температура воздуха, определяющая условия питания подземных вод. По этому признаку выделено три типа режима, характеризующиеся различными условиями питания. Соответственно выделенным типам режима территория СССР разделена на три провинции (табл.2, рис.I).

Таблица 2

Типы режимов грунтовых вод

Тип режима по условиям питания	Наименование провинции	Характеристика провинций
Кратковременное, преимущественно летнее питание	А	Средняя многолетняя годовая температура воздуха отрицательная. Территория с распространением многолетнемерзлых грунтов
Сезонное, преимущественно весеннее и осеннее питание	Б	Средняя годовая многолетняя температура воздуха положительная; в холодный период средняя многолетняя месячная температура воздуха отрицательная
Круглогодичное, преимущественно зимнее питание	В	Положительная многолетняя среднемесячная температура воздуха в самый холодный период. Территория, где прерывистые грунтов наблюдается в отдельные го

Тип режима сезонного питания (провинция Б)[x] по признаку возможной величины питания подземных вод, определяемой разностью между атмосферными осадками, испарением и стоком, разделен на три подтипа: I) обильного питания; 2) умеренного питания и 3) скудного питания.

По этому признаку провинция Б разделяется на три зоны (рис.I, 2, табл.3): I) зону обильного питания (4); 2) зону умеренного питания (5); 3) зону скудного питания (6).

Таблица 3

Зоны и подтипы режима грунтовых вод

Наименование зон	Характеристика подтипа режима
Обильного питания	Обязательный предвесенний годовой минимум; два подъема - весенний и осенний. Летний спад уровня ослаблен кратковременными подъемами за счет выпадения осадков. Весенний подъем равен годовой амплитуде I-I,5 м; начало подъема на севере зоны - май, на юге - первая половина апреля
Умеренного питания	Четкий весенний минимум в марте или апреле. Плавный летний спад. Осенний подъем выражен менее четко, сроки его наступления смещены ближе к зиме. Годовой минимум неустойчив; возможен осенью и в конце зимы; годовая амплитуда I,8-2,5 м
Скудного питания	Весенний подъем выражен слабо (февраль-март). Годовой минимум - осенью; летний спад определяет годовую амплитуду 0,7 - 0,9 м

В зависимости от степени дренированности территории в подтипах режима выделены классы, а зоны разделены на области. В слабо дренированных областях подъем и спад уровня происходит плавно; в сильно дренированных - колебания уровня более резкие, но амплитуда колебаний меньше.

х) Поскольку настоящие "Предложения" разработаны для районов с сезонным промерзанием грунтов (П,Ш,IУ и частично У дорожно-климатические зоны), что примерно соответствует провинции Б, из дальнейшего рассмотрения исключены провинции А и В.

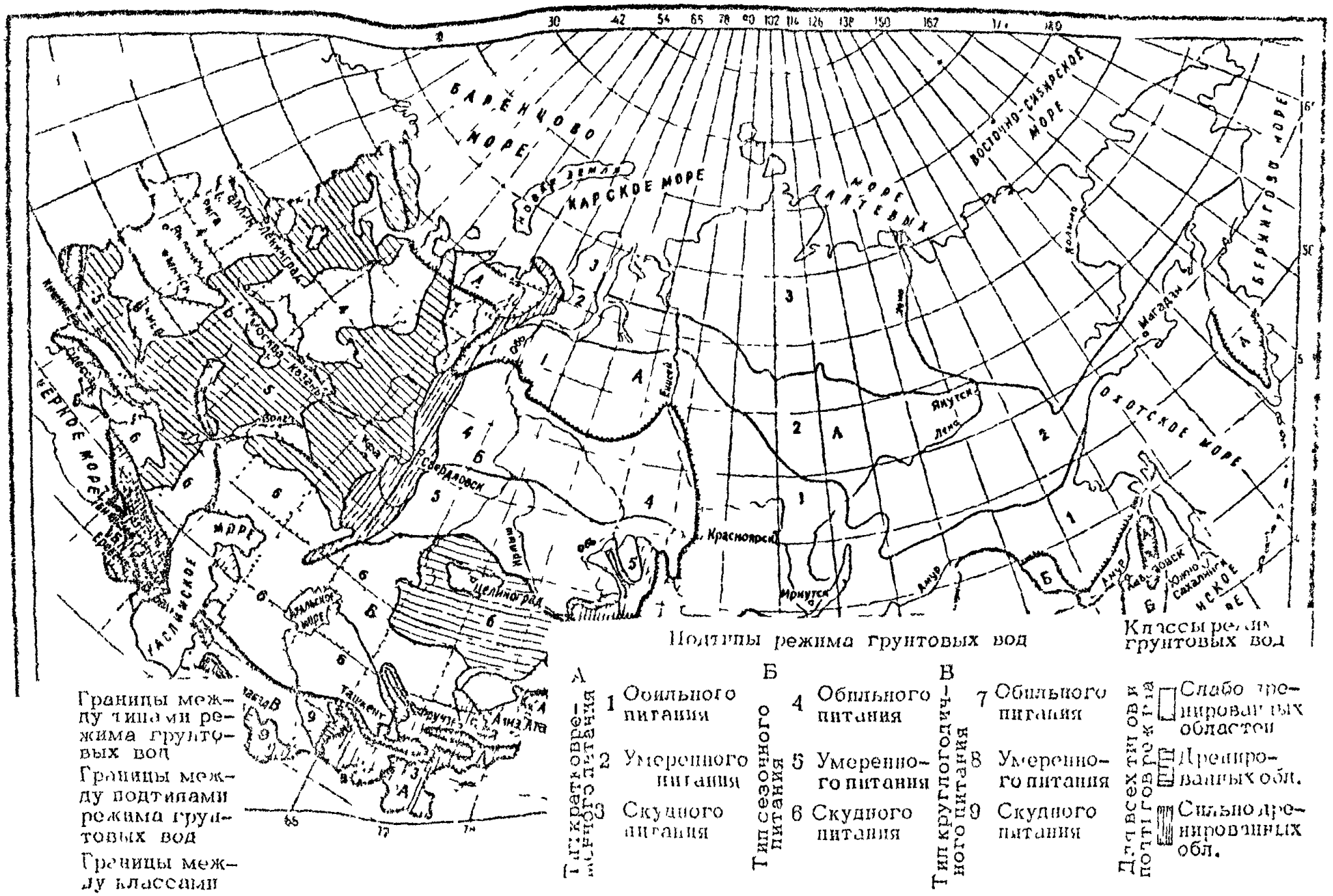


Рис. 1. Карта районирования территории СССР по типам, подтипам и классам режима грунтовых вод (заимствована из книги А.Г. Кононяницева, В.С. Ковалевского, С.М. Семерова "Естественный режим подземных вод и его закономерности". М., Госгеолтехиздат, 1963)

на состояние дорожной конструкции. При неглубоком залегании под-

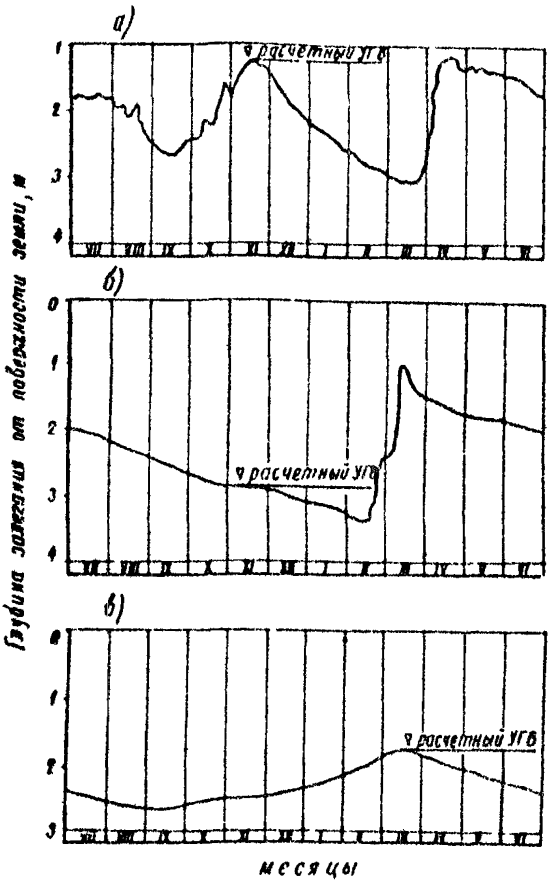


Рис.2. Типовые графики годового цикла колебаний уровня грунтовых вод:
а- зона обильного питания;
б- зона умеренного питания;
в- зона скудного питания

8. Наиболее распространенной причиной увлажнения земляного полотна в районах с сезонным промерзанием при близком к поверхности земли залегании подземных вод является капиллярное поднятие в сочетании с перемещением пленочной влаги в процессе промерзания грунта.

Интенсивность этих процессов зависит от взаимного положения границы промерзания и капиллярной каймы в грунте в период, когда промерзает земляное полотно. Зимнее влагонакопление в грунтах, склонных к пучинообразованию, может достигать весьма значительных величин при расположении капиллярной каймы в зоне промерзания. Вследствие наличия гидравлической связи с подземными водами, влага капиллярной каймы, перемещающаяся в зону промерзания, быстро восстанавливается.

Многочисленными исследованиями и полевыми наблюдениями за водно-тепловым режимом земляного полотна установлено, что весенний подъем уровня подземных вод не влияет сколько-нибудь ощутимо на состояние дорожной конструкции. При неглубоком залегании под-

земных вод весенний подъем имеет пикообразный характер и продолжительность его не превышает обычно I0-I5 дней. За такой короткий срок, особенно в хорошо уплотненных связных грунтах, высота капиллярного поднятия крайне невелика. Отсюда следует, что состояние весной дорожной конструкции будет определяться в подавляющем большинстве случаев величиной зимнего влагонакопления.

Таким образом, исходя из анализа годового цикла водно-теплового режима земляного полотна, наиболее опасным для устойчивости дорожной конструкции следует считать положение уровня подземных вод перед началом промерзания. Поэтому за расчетный уровень подземных вод при проектировании автомобильных дорог в районах с сезонным промерзанием грунтов предлагается принимать его наивысшее многолетнее положение перед началом промерзания грунта, что для значительной территории II дорожно-климатической зоны соответствует многолетнему осеннему максимуму.

9. В настоящее время еще не разработаны надежные методы, которые давали бы возможность на основании ограниченного количества признаков устанавливать положение расчетного уровня подземных вод в различных природных условиях.

В связи с этим на практике приходится учитывать все многообразие природных факторов, чтобы установить наиболее близкое к действительному положение расчетного уровня.

Перед началом изысканий уточняют климатические, почвенно-грунтовые, гидрогеологические особенности местности и выясняют, какой подтип режима грунтовых вод распространен на этой территории (рис.I и 2).

В процессе изысканий нужно очень внимательно изучать почвы, рельеф местности и растительность, определяющие характер гидрогеологического режима.

Разведочные выработки размещаются в соответствии с "Указаниями по инженерно-геологическим обследованиям при изысканиях автомобильных дорог" (М.Союздорпроект,1963). Глубина выработки назначается в зависимости от расчетной глубины промерзания и разновидности грунтов таким образом , чтобы она не менее чем на 0,5 м превышала так называемую "безопасную" глубину расчетного уровня подземных вод (см.п.4).

За уровень подземных вод в выработке принимается его положение, установившееся в связных грунтах в течение 6-8 часов после вскрытия водоносного горизонта. Следует определить тип вскрытых вод: грунтовые воды или верховодка.

I0. Когда в районе изысканий отсутствуют станции или посты, ведущие наблюдения за уровнем подземных вод, расчетный уровень последних устанавливается на основании замеров в процессе изысканий с подробным учетом при этом всех природных факторов, характеризующих условия увлажнения местности.

Положение грунтовых вод перед промерзанием (осенний максимум), принимаемое за расчетный уровень, не имеет отчетливо выраженных признаков и определяется через максимальный уровень в годичном цикле (рис.2) с введением соответствующих поправок.

Что касается верховодки, уровень которой крайне неустойчив, причем колебания уровня здесь могут в несколько раз превосходить таковые для грунтовых вод, за расчетный приходится принимать поверхность земли.

При установлении расчетного уровня на основании визуальных признаков следует также иметь в виду разработанный ВСЕГИНГЕО прогноз многолетних колебаний уровня грунтовых вод, основывающийся на связи этого явления с одиннадцатилетней периодичностью изменения солнечной активности. В соответствии с этим прогнозом в ближайшее время ожидается существенный подъем уровня грунтовых вод, максимальное положение которого предполагается в 1966-1972 гг.

II. Одним из важных признаков характера увлажнения местности является почвенный покров.

Каждой естественноисторической зоне соответствует свой зональный тип почв, который развивается в нормальных для данной зоны условиях увлажнения[x]. Так, зональными почвами лесной зоны (П дорожно-климатической зоны) являются подзолистые почвы, для лесостепной (Ш дорожно-климатической зоны) - серые лесные почвы и степной (IУ дорожно-климатической зоны) - черноземы. Все зональные почвы характеризуют I-й тип местности по степени увлажнения. Если же почвы получают увлажнение сверх нормального, за счет подземных или поверхностных вод, то характер почв меняется.

x) Под нормальными условиями увлажнения понимаются такие, при которых влага поступает в почву только за счет атмосферных осадков в количестве, не превышающем их сумму, характерную для климата данной местности.

Признаками длительного увлажнения сверх нормального являются оглеение и оторфянение почвы, наблюдающиеся главным образом во II дорожно-климатической зоне. Оглеение - это сложный физико-химический процесс, вызванный длительным избытком влаги при затрудненном доступе кислорода воздуха, в результате чего происходит образование закисных соединений железа, которые окрашивают почву в характерные зеленовато-голубоватые сизые цвета. Обычно оглеение наблюдается только в связных грунтах; в песках признаками избыточного увлажнения служат ортзандовые прослойки.

Следует различать, за счет какой воды образовалось оглеение. При увлажнении поверхностными водами отдельные пятна оглеения наблюдаются в горизонте A_2, а при увлажнении грунтовыми водами - в горизонте B, причем верхние горизонты A сохраняют в этом случае все признаки подзолистых почв.

Торфяные прослойки обычно образуются в горизонте $A_0 - A_1$ и служат признаком избыточного увлажнения поверхностными водами.

По внешнему виду оглеение представляет собой отдельные, обычно вытянутые пятна различной величины, карманы, потеки сизовато-зеленовато-голубоватого цвета. В болотных почвах грунтового заболачивания в иллювиальном горизонте образуется сплошной слой глея. Иногда встречаются ржавые пятна и потеки.

Оглеение и ржавые пятна следует считать признаками длительного стояния подземных вод. Поэтому верхнюю границу оглеения рекомендуется принимать за многолетнее максимальное их положение.

При болотных почвах грунтового заболачивания за расчетный уровень грунтовых вод принимается поверхность земли.

В III и IУ дорожно-климатических зонах показателем избыточного увлажнения грунтовыми водами являются солончаки.

Почвы, в водном режиме которых принимают участие подземные воды, обычно встречаются на плохо дренированных равнинах, в пониженных местах, западинах, котловинах, нижних частях склонов.

I2. Максимальное положение уровня подземных вод можно установить по характеру растительных сообществ при наличии соответствующих справочников-определителей /3/. Обычно в таких справочниках глубина залегания подземных вод дается в виде пределов (от и до). С учетом имеющегося прогноза о повышении уровня в отдельные годы при установлении максимального уровня по характеру раститель-

ных сообществ рекомендуется ориентироваться на наименьшие приводимые в справочнике расстояния от поверхности земли.

Для установления максимального уровня подземных вод существенное значение имеют сведения, собираемые у местного населения, о максимальном уровне воды в питьевых колодцах. Обычно на срубах колодцев имеются следы максимального стояния уровня. Следует выяснить также, появляются ли грунтовые воды в погребах и подвалах.

I3. После визуального установления наивысшего уровня грунтовых вод определяют расчетный уровень.

По карте районирования СССР (рис.I) устанавливают зону питания. Затем по типовому графику годового цикла колебания уровня грунтовых вод для соответствующей зоны (рис.2)[x)] находят разницу между уровнем, замеренным на трассе, и соответствующим ему по времени уровнем на графике.

Прибавляя или отнимая эту величину от расчетного уровня на графике, получают условную глубину H' залегания грунтовых вод на трассе перед промерзанием. По этой глубине и характеру грунтов устанавливают величину поправки, на которую нужно уменьшить максимальный уровень, определенный визуально, чтобы получить его расчетное положение. При условной глубине уровня H' менее Iм, независимо от характера грунтов и условий питания, а также в зоне обильного и скудного питания, при связных грунтах, когда H' до 3 м, за расчетный уровень принимают его максимальное положение. В зоне умеренного питания при H' от I до 3 м расчетный уровень принимается ниже максимального:

в связных грунтах - на 1,5 м;
в несвязных - на I м;
в зоне обильного питания в несвязных грунтах - на 0,5 м.

I4. В тех случаях, когда в районе изысканий в сходных природных условиях имеются станции или посты, на которых ведутся длительные наблюдения за глубиной залегания грунтовых вод, расчетный уровень может быть определен по формуле Вильда

$$H_{расч} = \frac{H_{зам}}{H_{скв.\,зам}} H_{скв\,расч}, \qquad (I)$$

где $H_{расч}$ - расчетный уровень грунтовых вод на трассе;

x) Графики составлены для наиболее часто встречающихся глубин залегания уровня грунтовых вод [illegible] -3 .

$H_{зам}$ – расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод, замеренное в выработке на трассе;

$H_{скв\ изм}$ – то же, в тот же день в скважине, для которой имеется ряд наблюдений;

$H_{скв\ расч}$ – расчетный уровень грунтовых вод (перед промерзанием) по данным многолетних наблюдений.

Расчетную величину $H_{скв\ расч}$ определяют статистически.

Когда станция располагает рядом наблюдений за уровнем грунтовых вод не менее чем за 10 лет, то $H_{скв\ расч}$ определяют по формуле

$$H_{скв\ расч} = H_{скв\ ср} - t\sigma \ , \qquad (2)$$

где $H_{скв\ ср}$ – средний уровень грунтовых вод перед промерзанием за n лет наблюдений;

σ – среднее квадратическое отклонение (стандарт) этой величины;

t – нормированное отклонение расстояния до уровня грунтовых вод от среднего при заданной обеспеченности (вероятности).

Для дорог с усовершенствованными покрытиями, для которых период между капитальными ремонтами дорожной одежды равен примерно 20 годам, расчеты ведут с 5%-ной обеспеченностью (95%-ной вероятностью). В этом случае величину t в зависимости от $(n-1)$ находят в табл.I приложения 2[x]).

Среднее квадратическое отклонение определяют по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (H_{скв\ i} - H_{скв\ ср})^2}{n}} \ , \qquad (3)$$

где $H_{скв\ i}$ – уровень грунтовых вод перед промерзанием за i-ый год;

n – число лет наблюдений.

Примеры определения расчетного уровня приведены в приложении 1.

III. ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

15. Как уже указывалось, в процессе промерзания дорожной конструкции в определенных условиях может происходить интенсивное перемещение влаги из нижних сильно увлажненных слоев грунта в

x) При иной заданной обеспеченности величину t можно найти в книге /4 , табл.VI, стр. 424/.

верхние. В верхней части земляного полотна образуются кристаллы и линзы льда, грунт разуплотняется, вследствие чего происходит вспучивание дорожной конструкции. Не говоря уже о том, что при оттаивании избыточно насыщенного влагой грунта резко снижается его устойчивость и возникают весенние деформации на дорогах, само зимнее пучение, происходящее обычно неравномерно, может вызвать разрушение дорожной одежды и образование недопустимых неровностей на проезжей части.

Поэтому на участках, находящихся в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, предусматривают специальные инженерные мероприятия для того, чтобы зимнее вспучивание не превышало допустимых пределов.

Установлено, что неравномерность зимнего вспучивания не проявляется сколько-нибудь существенно, если общая величина поднятия проезжей части в процессе зимнего промерзания составляет:

на дорогах с цементобетонным покрытием – не более 2 см;
асфальтобетонным покрытием – не более 4 см;
облегченными усовершенствованными покрытиями – не более 6 см.

Такие дорожные конструкции могут считаться достаточно морозоустойчивыми.

16. Указанные выше требования удовлетворяются, когда дорога проектируется в местности с очень малой глубиной промерзания (IУ и У климатические зоны), либо в местности, где отсутствует систематическое увлажнение подземными и поверхностными водами (I-й тип), а также в любых условиях водно-теплового режима, если земляное полотно на всю глубину промерзания сложено достаточно морозоустойчивыми грунтами.

Если земляное полотно сооружается из склонных к пучению грунтов (табл.4) в гидрогеологических условиях, типичных для 2-го и 3-го типов местности по степени увлажнения (см.табл.I), и толщина дорожной одежды, требующаяся по условию прочности, не превышает приблизительно 2/3 от глубины промерзания, то для предохранения дорожной конструкции от чрезмерного вспучивания необходимы специальные мероприятия.

17. Требуемая морозоустойчивость конструкций может быть достигнута за счет увеличения высоты насыпи (расстояния от поверхности покрытия до горизонта подземных вод или поверхности земли), сооружения насыпи из более стабильных грунтов, а также за счет

устройства морозозащитных слоев из материалов, не изменяющих существенно объема при промерзании во влажном состоянии (так называемых "стабильных" материалов).

То или иное мероприятие, либо оптимальное их сочетание выбирают на основании технико-экономического сравнения равноценных по условиям морозоустойчивости вариантов. Вариантное проектирование, как правило, необходимо во II и отчасти III климатических зонах при неблагоприятных условиях увлажнения (2-й и 3-й типы местности).

18. Для устройства морозозащитных слоев используются обычно местные зернистые материалы: гравий, ракушка, песок, щебень, а также металлургические и топливные шлаки. Если в материале содержится не более 10% частиц мельче 0,1 мм и коэффициент фильтрации уплотненного материала не ниже 1 м/сутки, то такие материалы обычно не склонны к льдонакоплению и практически не изменяют объема при промерзании во влажном состоянии.

Материалы, не удовлетворяющие указанным требованиям, а также легкие супесчаные грунты можно использовать только после специального испытания их на морозоустойчивость /2/. Полученный в результате испытания коэффициент пучения материала (грунта) учитывается при расчете конструкции на морозоустойчивость.

Морозозащитные слои можно устраивать также из грунтов, укрепленных вяжущими, гидрофобизирующими добавками, либо из грунтов, изолированных от влаги.

Для устройства морозозащитного слоя нельзя применять неморозостойкие материалы, в результате распада которых образуется глинистая фракция (например, глинистые сланцы).

Материалы для устройства морозозащитного слоя выбирают на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов с учетом местных условий, необходимой толщины слоя, требований к надежности и долговечности проектируемой конструкции и условий строительства.

19. Морозозащитные слои устраивают чаще всего на всю ширину земляного полотна (рис.3), особенно если применяются фильтрующие материалы.

жен быть рассчитан также и на своевременный отвод поступающей воды. Устройство морозозащитного слоя из укрепленного грунта, грунта, изолированного от поступления влаги, или из других практически водонепроницаемых материалов может оказаться рациональным только на ширину проезжей части. При этом, чтобы смягчить неравномерность вспучивания, слой стабильного материала уширяется с глубиной. Конструкции морозозащитных слоев приведены в "Методических указаниях" /2/.

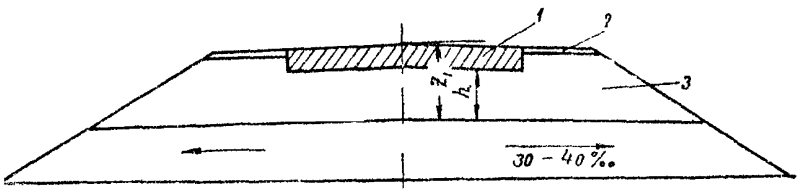


Рис.3. Морозозащитный слой из фильтрующих материалов:
1- дорожная одежда; 2- укрепление обочин;
3- морозозащитный слой
z_1 - общая толщина слоев из стабильного материала;
h - толщина морозозащитного слоя

20. Мероприятия, обеспечивающие морозоустойчивость дорожной конструкции, обосновываются расчетом. Расчеты производятся для характерных участков дороги, имеющих одинаковое покрытие, близкие погодно-климатические и грунтово-гидрогеологические условия, один и тот же тип земляного полотна и одинаковую обеспеченность местными строительными материалами.

Расчет дорожной конструкции на морозоустойчивость сводится к удовлетворению неравенства

$$(l_{пуч} + l_{м.з}) \leq l_{пуч.д}, \qquad (4)$$

где $l_{пуч.д}$ - допускаемая величина зимнего вспучивания дорожной конструкции;

$l_{пуч}$ - расчетное пучение грунта земляного полотна;

$l_{м.з}$ - ожидаемое пучение материала морозозащитного слоя.

При устройстве морозозащитного слоя из материалов, удовлетворяющих требованиям п.18, величина $l_{м.з}$ в расчет не вводится. В остальных случаях ожидаемое пучение морозозащитного слоя устанавливается на основании результатов испытания материала на морозоустойчивость.

21. Ожидаемое зимнее вспучивание земляного полотна зависит от интенсивности влагонакопления в грунте в процессе промерзания.

Величина $\ell_{пуч}$ обусловливается свойствами и мощностью слоя промерзающего грунта, гидрогеологическими условиями, скоростью промерзания, длительностью зимнего периода и др. Величина вспучивания земляного полотна в условиях 3-го типа увлажнения местности может быть вычислена на основании следующей зависимости[x]:

$$\ell_{пуч} = \frac{\beta z}{\alpha_0}\left(H_0 - Z_0\right)\left\{\left(2{,}8\,\frac{1-Z_0}{H_0-Z_0}-1\right)exp\left[2{,}8\left(\frac{1-Z_0}{H_0-Z_0}-1\right)\right]+exp\left(-2{,}8\right)\right\}, \qquad (5)$$

где $\ell_{пуч}$ – ожидаемое пучение грунта земляного полотна, см;

β – комплексная характеристика свойств грунта земляного полотна, определяющих влагонакопление при промерзании (табл.4);

$$H_0 = \frac{H}{l}; \quad Z_0 = \frac{Z_1}{l};$$

H – глубина залегания расчетного уровня подземных вод (см.раздел II), считая от поверхности покрытия по оси проезжей части (рис.4), см;

Z_1 – общая толщина одежды и морозозащитного слоя, см;

Z – расчетная глубина промерзания дорожной конструкции, считая от поверхности покрытия по оси проезжей части (см.приложение 2), см;

α_0 – показатель, учитывающий особенности климатических условий, $см^2$/сутки;

$$\alpha_0 = \frac{l^2}{2T_3} = \frac{l}{2}V_{пр}\ ^{xx)}, \qquad (6)$$

$V_{пр}$ – средняя скорость промерзания, см/сутки;

T_3 – расчетная продолжительность зимнего периода, сутки.

Величина климатического показателя α_0 может быть принята по карте изолиний α_0 (см.рис.14 "Указаний" /2/).

За расчетную длительность зимнего периода принимают: для Европейской части СССР – количество суток с момента наступления осенью среднесуточных температур воздуха ниже -5^0С до наступления весной периода с устойчивой температурой воздуха выше 0^0С;

---

x) Формула (5) получена М.Б.Корсунским.

xx) Формула (6) Н.А.Пузакова.

для Зауральской части СССР, где климат более континентален и выше скорость промерзания, – с момента понижения температуры воздуха до $-10^{0}C$ в начале зимы до наступления устойчивой температуры воздуха $0^{0}C$ весной.

Таблица 4

Характеристики свойств грунтов

Наименование грунта	Расчетная величина показателя B, характеризующего свойства грунта, см/сутки	Степень пучинистости
Глины, суглинки легкие и тяжелые (непылеватые), супеси (не пылеватые), пески пылеватые	3	Слабопучинистые
Суглинки тяжелые пылеватые	3,5	Пучинистые
Супеси пылеватые, суглинки легкие пылеватые	4–4,5	Сильнопучинистые
Супеси тяжелые пылеватые	5	Очень сильнопучинистые

Примечание. Значения показателя B получены расчетным путем по формуле (5) на основании фактических данных о величине пучения дорожных конструкций на эксплуатируемых дорогах при известных значениях z_1, H и d_0

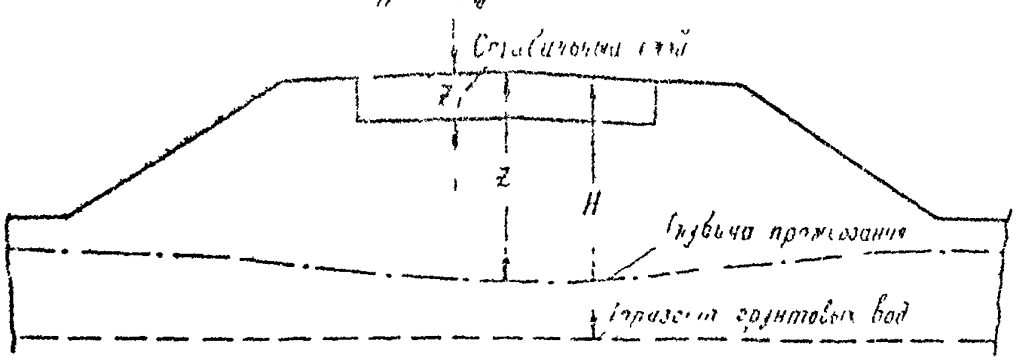


Рис.4. Схема к расчету величины пучения:
z_1 – общая толщина слоев из стабильного материала;
H – глубина залегания грунтовых вод;
z – глубина промерзания

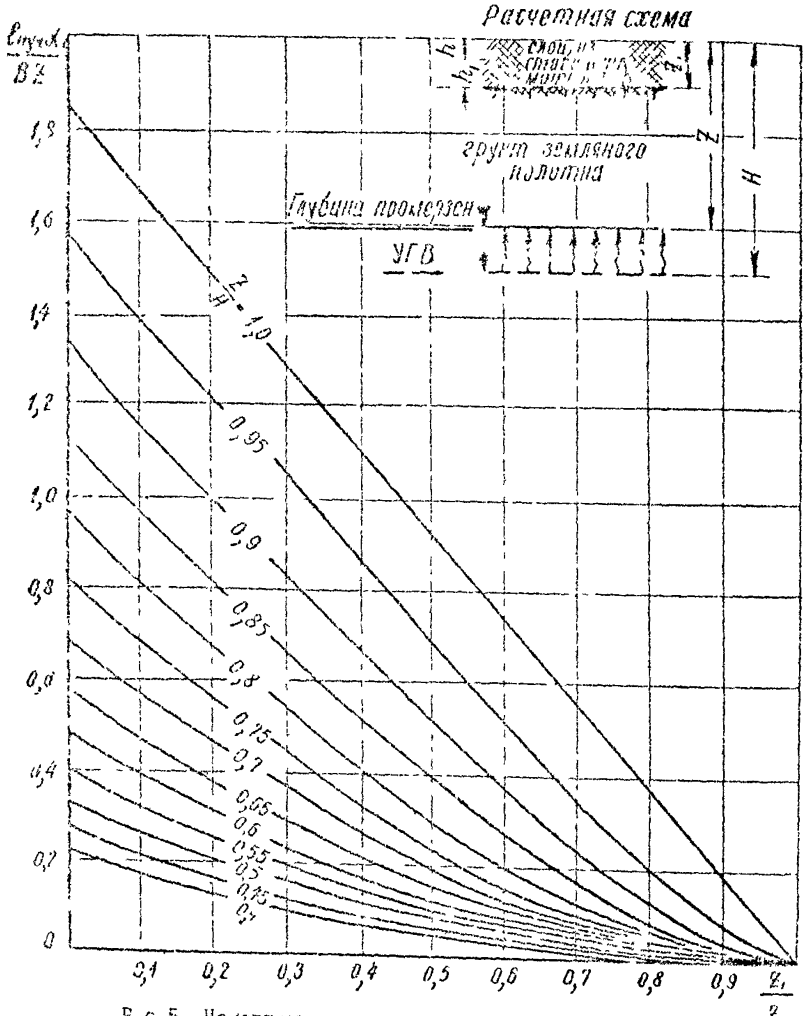


Рис.5. Номограмма для расчета конструкций на морозоустойчивость

Для упрощения расчетов по формуле (5) составлена номограмма (рис.5), с помощью которой можно установить величину ожидаемого пучения $l_{пуч}$ при известных значениях параметров l, l_1, H, B и α_0.

С помощью этой номограммы нетрудно найти и величину любого другого параметра, входящего в формулу (5). По горизонтальной оси на номограмме отложены отношения толщины стабильного слоя к расчетной глубине промерзания $\frac{l_1}{l}$, а по вертикальной оси – значения $\frac{l_{пуч}\alpha_0}{Bl}$.

Толщину стабильного слоя l_1 определяют следующим образом: вычисляют величину $\frac{l_{пуч}\alpha_0}{Bl}$, находят ее значение на вертикальной оси, проводят горизонтальную линию до пересечения с кривой, соответствующей $\frac{l}{H}$ и, перенося эту точку на горизонтальную ось, получают значение $\frac{l_1}{l}$.

Аналогично может быть найдено возвышение конструкции над расчетным уровнем грунтовых вод H. Когда морозозащитный слой отсутствует, l_1 равно толщине одежды, рассчитанной по условиям прочности.

В особо сложных грунтовых и гидрогеологических условиях, когда это необходимо по местным особенностям, используется метод расчета морозоустойчивости, предложенный Н.А.Золотарем (приложение 3), более подробно учитывающий погодно-климатические факторы и теплотехнические свойства материалов.

22. При 2-м типе местности по условиям увлажнения во II и III климатических зонах толщина морозозащитного слоя назначается по табл.5. При этом должно быть обеспечено возвышение низа дорожной одежды над поверхностью земли, требуемое по табл.16 СНиП II-Д.5-62 (п.4.7).

Во всех случаях возвышение покрытия над поверхностью земли не должно быть меньше, чем это требуется по условиям незаносимости снегом.

В целях существенного улучшения водно-теплового режима земляного полотна в условиях 2-го типа увлажнения местности на участках, где в отдельные периоды года возможен длительный застой воды на поверхности земли, целесообразно устраивать бермы или уменьшать крутизну откосов насыпи.

Расчеты, подтвержденные результатами экспериментов в лаборатории, а также отдельными наблюдениями на дорогах[x], позволяют наметить такое наименьшее расстояние от края проезжей части до бровки бермы или уреза воды на затапливаемом откосе (табл.6), при котором вода, застаивающаяся рядом с дорогой осенью и весной, практически не влияет на режим влажности основания проезжей части. Расстояния определены в зависимости от грунтово-гидрологических условий, оцениваемых показателем интенсивности впитывания[xx], величина которого устанавливается при проектной плотности земляного полотна и для грунта с ненарушенной структурой в основании насыпи. Большее из этих значений принимается за расчетное.

IУ. ОСУШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ

23. Специальные мероприятия по осушению необходимы в случаях, когда количество воды, поступающей в основание проезжей части в отдельные периоды, больше, чем может разместиться в порах конструктивных слоев одежды и подстилающего грунта без снижения способности сопротивляться нагрузкам от движущихся автомобилей.

Прежде, мероприятия по осушению следует предусматривать:

1) на участках с земляным полотном из слабофильтрующих грунтов во всех случаях, когда можно ожидать в отдельные периоды года увлажнения грунта до полной влагоемкости (при близком залегании подземных вод, на длительно подтапливаемых участках и т.д.);

2) в районах с большим количеством осадков на участках, где возможно скопление в основании проезжей части воды, проникающей

---

x) Исследования выполнены В.И.Рубинским.

xx) Под показателем интенсивности впитывания имеется в виду отношение количества влаги, проникающей в единицу времени (мм/мин) в данный грунт, к количеству проникающей влаги в грунт, принятый за эталон. В данном случае за эталон принята мелкая супесь с объемным весом скелета 1,80 г/см^3 и весовой влажностью 10%. Показатель интенсивности впитывания (С) рассчитывается по формуле (7) - см.п.27.

Таблица 5

Необходимая толщина слоев из стабильных материалов в условиях 2-го типа увлажнения местности

Грунты земляного полотна	Климатическая зона	Общая толщина слоев из стабильных материалов (включая одежду), см	
		цементобетонное покрытие	асфальтобетонное покрытие
Сугдинки пылеватые и супеси пылеватые	II	90	60
	III	80	50
Сугдинки и супеси (непылеватые) и пылеватые пески	II	70	х)
	III	55	х)

Примечания: 1. Для одежд с усовершенствованными облегченными покрытиями, а также в случаях, помеченных в таблице знаком х), толщина дорожной одежды, определяемая расчетом на прочность, обеспечивает и необходимую морозоустойчивость дорожной конструкции.

2. Толщины в табл.5 даны для материалов морозозащитных слоев с коэффициентом пучения, не превышающим 1% (приложение I к /2/). На дорогах с асфальтобетонными, а также с усовершенствованными облегченными покрытиями могут быть использованы материалы с более высоким коэффициентом пучения (но не более 3%). В этих случаях к толщинам стабильных слоев, приведенным в таблице, следует добавлять 10 см на каждый процент коэффициента пучения материала сверх 1%.

Таблица 6

Наименьшее расстояние от края проезжей части до уреза воды

Показатель интенсивности впитывания грунтов земляного полотна или естественного основания насыпи С	Наименьшее расстояние крат проезжей части до бровки бермы или уреза воды, м
до 0,5	3,5
до 1,0	5,0
до 1,5	6,0

Примечание. Приводимые расстояния даны для западных районов II и III климатических зон; в восточных районах они могут быть уменьшены на 1,0 м.

с поверхности (участки с затяжными продольными уклонами, при сравнительно легко водопроницаемых покрытиях и грунтах обочин, участки, прилегающие к газонам, и т.д.).

Осушение конструкции осуществляется обычно путем укладки в основание проезжей части дренирующего слой из фильтрующих материалов с обеспечением выпуска из него воды.

Толщину дренирующего слоя и необходимый коэффициент фильтрации дренирующего материала устанавливают расчетом в зависимости от количества поступающей в основание воды, способа отвода ее и других факторов.

24. Дренирующие слои в основании проезжей части устраивают из песка, гравия, шлака и других фильтрующих местных материалов.

Необходимый в каждом отдельном случае коэффициент фильтрации материала дренирующего слоя устанавливается расчетом. Однако не следует применять материалы, коэффициент фильтрации которых в уплотненном состоянии менее I м/сутки.

В районах II и III климатических зон материалы для дренирующего слоя должны быть морозоустойчивыми. Кроме того, к материалам предъявляются требования в отношении прочности, так как дренирующие слои, как и другие элементы конструкции, воспринимают напряжения от временных нагрузок и участвуют в передаче и распределении их на подстилающий грунт.

25. Из дренирующего слоя обеспечивается надежный отвод воды. Для этого укладывают сплошной слой из фильтрующего материала под обочинами, либо устраивают продольные или поперечные дрены. Конструкции устройства для отвода из дренирующего слоя в различных случаях приводятся в "Методических указаниях" /2/.

26. Проектирование мероприятий по осушению ведется в следующем порядке:

- разбивают дорогу на участки с учетом характера продольного профиля, погодно-климатических, грунтово-гидрогеологических условий, особенностей конструкции одежды и обеспеченности материалами для дренирующего слоя; на каждом участке намечают расчетное сечение, где количество поступающей в основание воды достигает максимальной величины;

- определяют количество воды, поступающей в основание проезжей части за сутки в расчетный период;

- рассчитывают необходимую толщину дренирующего слоя, при которой в данных условиях обеспечивается размещение и своевременный отвод поступающей в основание воды.

Если материалы для дренирующего слоя обладают различными коэффициентами фильтрации, а также в случаях, когда могут быть запроектированы устройства разных типов для отвода воды из дренирующего слоя, разрабатывают несколько вариантов и на основании технико-экономического сравнения выбирают наиболее рациональный.

27. Дренирующий слой рассчитывается в соответствии с "Методическими указаниями" /2/, но с учетом следующих изменений:

I. При определении количества воды, проникающей в основание проезжей части с поверхности дороги ($q_з$), можно пользоваться табл.7, где эти величины приводятся в зависимости от количества выпадающих осадков, их продолжительности и показателя интенсивности впитывания C x).

Таблица 7

Количество воды от атмосферных осадков $q_з$, поступающее в основание проезжей части

Произведение средней многолетней суммы осадков на их продолжительность за первый весенний месяц, мм·час	Показатель интенсивности впитывания, С	$q_з$ м³/сутки на I пог.м дороги при двухполосной проезжей части
I000–2000	0,6 и более	0,0I0
	0,4	0,005
2000–3000	0,8 и более	0,020
	0,6	0,0I5
	0,4	0,0I0
	0,2	0,005
3000–4000	0,8 и более	0,035
	0,6	0,030
	0,4	0,020
	0,2	0,0I0
4000–5000	0,8 и более	0,050
	0,6	0,045
	0,4	0,035
	0,2	0,020
	0,I	0,005

x) Таблица 7 и формула (7) предложены В.И.Рувинским.

Показатель интенсивности впитывания определяют по формуле

$$C = 6000 \frac{\sqrt[3]{K}}{W_T^2} \left(1 - \sqrt{\frac{W_{опт}}{W_{п.в}}}\right) + 30K \quad , \qquad (7)$$

где K – коэффициент фильтрации грунта, м/сутки, определяемый в лаборатории на приборе Φ-1м;

W_T – влажность грунта, соответствующая границе текучести, %.

$W_{опт}$ – оптимальная влажность грунте, %;

$W_{п.в}$ – полная влагоемкость, %, определяемая по пробе грунта, подвергавшейся испытанию на фильтрацию.

Ориентировочные значения С можно получить также по графику рис.6 в зависимости от плотности и оптимальной влажности грунта.

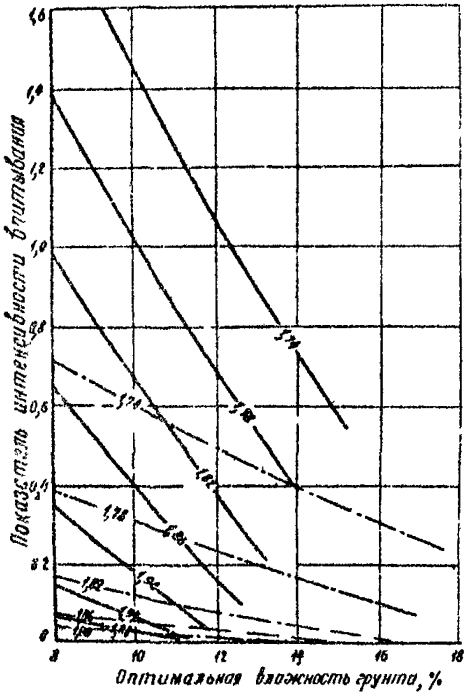


Рис.6. График для определения показателя интенсивности впитывания:
—— легкая супесь; —·—·— тяжелый пылеватый суглинок.
Цифры на кривых – объемный вес скелета грунта, г/см³

Общее количество воды, поступающей за сутки на I пог.м дороги в основание проезжей части на участках с однообразными продольными уклонами, определяют в соответствии с Указаниями"/2/ по формуле

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \ , \ м^3 \qquad (8)$$

где q_1 – количество воды, освобождающееся при оттаивании переувлажненного грунта под проезжей частью;

q_2 – то же, при оттаивании грунта под обочинами;

q_3 – количество воды, проникающее с поверхности дороги в основание от атмосферных осадков.

При вогнутых переломах продольного профиля количество воды, поступающей за сутки в основание, может быть определено по формуле

$$q_{вогн} = qK' \ , \ м^3/пог.м, \qquad (9)$$

где K' – коэффициент, учитывающий накопление воды у перелома продольного профиля.

Величину коэффициента K' находят по номограмме рис.7 в зависимости от отношений $\frac{i_1 - i_2}{i_2}$ (кривые на номограмме) и $\frac{K_\phi i_2}{n}$ (горизонтальная ось), где K_ϕ – коэффициент фильтрации уплотненного до стандартной плотности материала дренирующего слоя, м/сутки; n – пористость материала в долях единицы; i_1 и i_2 – продольные уклоны участков выше и ниже перелома продольного профиля[x]).

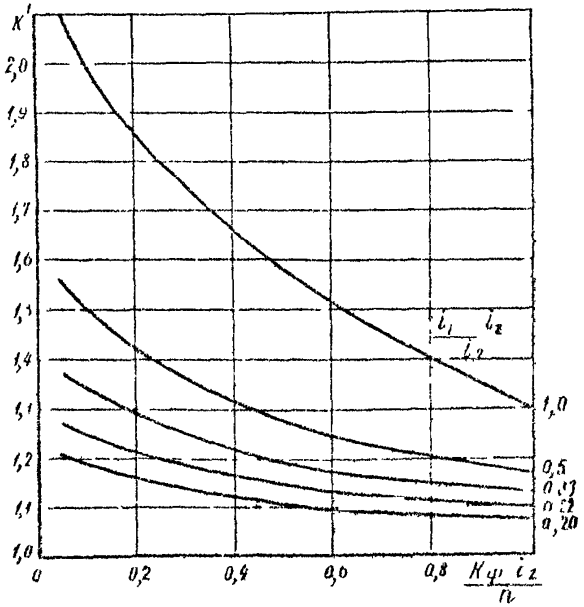
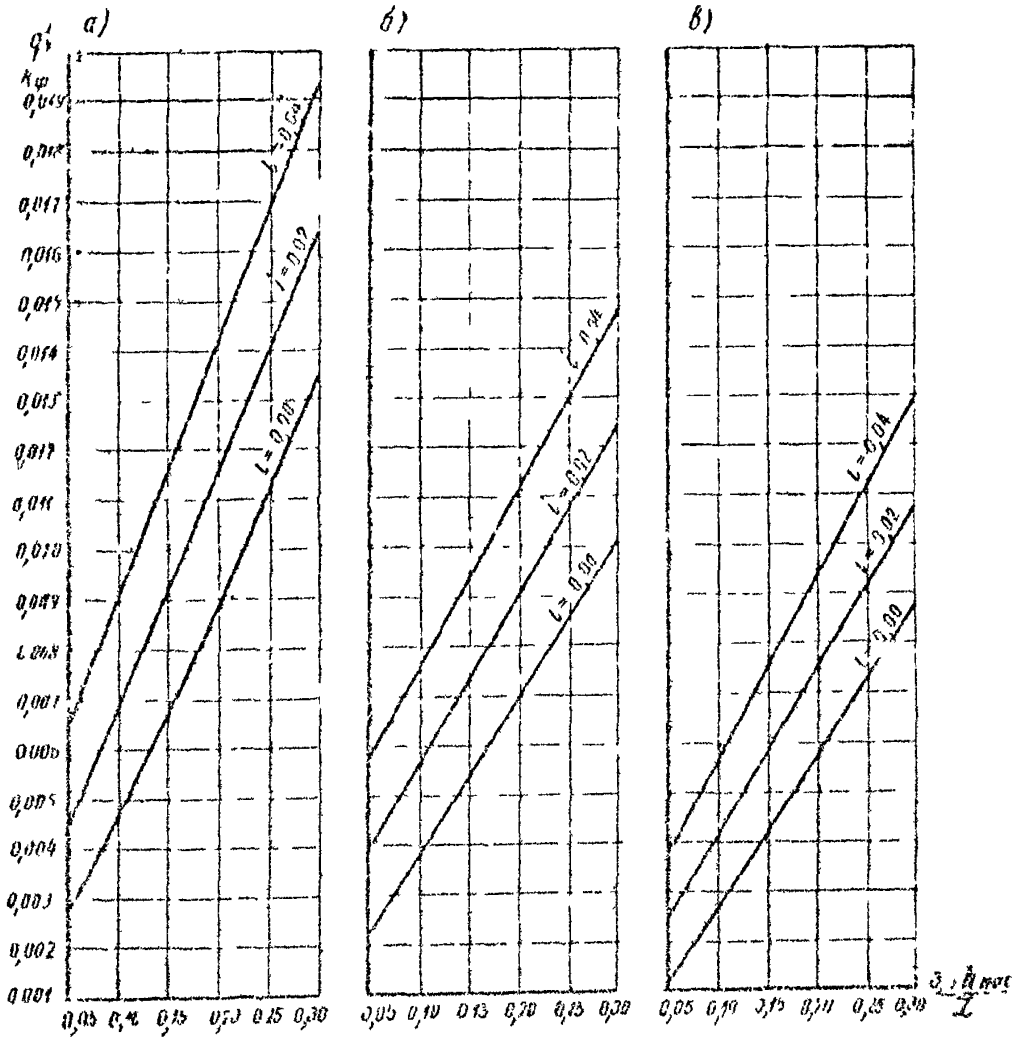


Рис.7.Номограмма для расчета коэффициента накопления воды в дренирующем слое в местах вогнутых переломов продольного профиля

2. Опыт проектирования показал, что толщина дренирующего слоя из материала с коэффициентом фильтрации $K_\phi \leq 4$ м/сутки, удовлетворяющая требованию своевременного отвода воды, обеспечивает и временное размещение воды в период, когда водоотводящие устройства не работают; толщина дренирующего слоя из материала с $K_\phi >$ >4 м/сутки, рассчитанная по условию временного размещения воды, обычно обеспечивает отвод воды после оттаивания дрен. Поэтому расчет толщины дренирующего слоя ведется в зависимости от величины K_ϕ.

а) При использовании материала с $K_\phi \leq 4$ /сутки расчет следует вести с помощью номограммы рис.8 из своевременный отвод воды, поступающей за сутки.

x) Номограмма (рис.7) построена для продольных уклонов одинакового направления.



Высота уровня воды в начале потока

Рис.8. Номограмма для расчета дренажного слоя:
а - мелкий песок; б - песок средней крупности;
в - крупный песок.

Сначала определяют отношение $\frac{q'}{K_\phi}$, где $q' = 0{,}5q$, найденного по формуле (8), или $q' = 0{,}5q_{болт}$, найденного по формуле (9), - при двухскатном поперечном профиле проезжей части и $q' = q$ (или $q' = q_{болт}$) - при односкатном. Затем для данного отношения $\frac{q'}{K_\phi}$ (вертикальная ось) с учетом поперечного уклона грунтового основания i (кривые на номограмме) определяют толщину слоя дренирующего материала, полностью насыщенного водой $h_{нас}$ (горизонтальная ось).

Номограмма построена для пути фильтрации воды в дренирующем слое $\mathcal{L} = 3{,}5 \div 3{,}75$. Это соответствует случаю, когда приемная часть дрен находится у краев двухскатной проезжей части шириной 7,0-7,5м. При иной ширине проезжей части, а также при устройстве сплошного дренирующего слоя под обочинами, когда путь фильтрации равен $\mathcal{L}_1$, величину $h_{нас}$ находят из равенства $h_{нас} = \frac{h_{нас}\,\mathcal{L}_1}{3{,}5}$ м, где $h_{нас}$ определяют по номограмме рис.8.

Полная толщина дренирующего слоя должна составлять:

$$h_п = h_{нас} + h_{зап},$$

где $h_{зап}$ - дополнительная толщина слоя, зависящая от капиллярных свойств материала, может быть принята равной 0,1 м для крупнозернистых материалов и 0,15 м - для песков средней крупности и мелких.

б) При достаточно высоких фильтрационных свойствах материала (K_ϕ — 4,0 м/сутки) полную толщину дренирующего слоя, исходя из необходимости обеспечить временное размещение воды, находят из выражения

$$h_п = h_{нас} + h_{зап} = \frac{1}{1 - \varphi_{зим}}\left(\frac{Q}{б_п} + h_{зап} - h_{к\,зап}\right), \qquad (10)$$

где $\varphi_{зим}$ - коэффициент заполнения пор в материале дренирующего слоя зимней влагой к моменту начала оттаивания, принимается по табл.8;

Q - количество изливающейся воды в дренирующем слое за время запаздывания ($t_{зап}$) начала работы дрен, в м³ на 1 пог.м.

$$Q = qt_{зап} \quad \text{или} \quad Q_{болт} = q_{болт}\, t_{зап} \qquad (11)$$

Время запаздывания ($t_{зап}$) в условиях II климатической зоны составляет 4-6 суток, в условиях III климатической зоны - 3-4 суток (большие значения для мелких песков); при крупнопористых материалах (крупные однозернистые пески, незагрязненные гравии и т.п.) и трубчатых дренах $t_{зап} = 0$.

n – пористость материала в долях единицы;

$h_{к\,зап}$ – приведенная высота капиллярной воды в этое запаса над уровнем свободной воды ($h_{кап}$), принимаемая для крупных песков – 0,06 м, для песков средней крупности и мелких – 0,11 м.

Таблица 8

Значения коэффициента заполнения пор $\gamma_{зап}$

Толщина дренирующего слоя, см	Пористость материала в долях единицы			
	0,40	0,36	0,32	0,28
	Значения коэффициента $\gamma_{зап}$			
до 20	0,42	0,50	0,59	0,71
20–40	0,36	0,42	0,51	0,60
более 40	0,42	0,37	0,45	0,54

Примечание. Данные приведены для II климатической зоны, в III климатической зоне величину $\gamma_{зап}$ можно принимать равной 0,8 от указанных в таблице значений.

Увеличенная толщина дренирующего слоя при вогнутых переломах профиля, определенная по номограмме рис.8 или по формуле (10), с учетом $\gamma_{зап}$ назначается на участке протяжением 20–30 м (меньшие значения для мелких песков) вниз по уклону от точки перелома продольного профиля. Далее толщину слоя следует постепенно уменьшать до сопряжения с участками, где дренирующий слой рассчитывается без учета продольного притока.

Когда толщина дренирующего слоя рассчитывается по изложенному методу, отпадает необходимость пользоваться номограммами /2, рис.18 и 19, пп. 33–36/.

Приложение I

ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ДОРОЖНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

В год проведения изысканий I2 августа в северо-западной части II дорожно-климатической зоны на одном из участков трассы были обнаружены грунтовые воды в пылеватых супесях на глубине $H_{зам}$ = 2,02 м от поверхности земли. Требуется определить расчетный уровень грунтовых вод на данном участке с 5%-ной обеспеченностью (вероятность 95%).

I- й случай. Вблизи трассы в сходных природных условиях находится гидрогеологическая станция, на которой в течение n = 22 лет проводятся систематические наблюдения за изменением уровня грунтовых вод. В наблюдательной скважине уровень грунтовых вод I2/VIII г о д а изысканий находился на глубине $H_{скваж.зам.}$ = 2,8I м от поверхности земли.

Расчетный уровень грунтовых вод на трассе определяем по формуле (I) разд. II, п. I4:

$$H_{расч.} = \frac{H_{зам}}{H_{скваж.зам.}} \times H_{скваж.расч.} =$$

$$= \frac{2,02}{2,81} \times H_{скваж.расч.} = 0,72\ H_{скваж.расч.},$$

где $H_{скваж.расч.}$ – расчетный (перед промерзанием) уровень грунтовых вод в скважине.
Расчетный уровень в скважине определяем по формуле (2), разд.II, п.I4:

$$H_{скваж.расч.} = H_{скваж.ср.} - t\sigma ,$$

где $H_{скваж.ср.}$ – средний уровень в скважине за декаду, в которую входит средняя многолетняя дата наступления среднесуточных температур воздуха -5^0, за n лет наблюдений[x];

σ – среднее квадратическое отклонение этой величины определяем по формуле (3)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (H_{скв\,i} - H_{скв\,ср})^2}{n-1}},$$

где $H_{скваж.i}$ – средний уровень грунтовых вод за декаду наступления среднесуточных температур воздуха ниже -5^0 в i -ом год;

x) Время наступления среднесуточных температур воздуха ниже -5^0 принято за начало промерзания грунта. Эти даты имеются в климатических справочниках.

n – число лет наблюдений;

t – нормированное отклонение $H_{скваж.i}$ от $H_{скваж.ср.}$ при заданной 5%-ной обеспеченности; определяется по табл. I приложения 2.

Исходные данные и результаты расчета величин $H_{скваж.ср.}$ и σ приведены в следующей таблице:

Годы	$H_{скваж.i}$, м	$H_{скваж.i}$ – м $H_{скваж.ср.}$,	$(H_{скв.i} - H_{скв.ср.})^2$, м
I	2,58	0,I2	0,0I4
2	3,33	0,87	0,755
3	3,56	I,I0	I,2I0
4	3,08	0,62	0,384
n=22	2,09	–0,37	0,I37
Итого	54I,2	+7,82	
	$H_{скваж.ср.}$=2,46м	–7,79	Σ = 4,6I

$$\sigma = \sqrt{\frac{4,61}{21}} = 0,47$$

Таким образом, получаем:

$$H_{скваж.расч.} = 2,46 - 2,08 \cdot 0,47 = I,48 \text{ м},$$

откуда

$$H_{расч.} = 0,72 \cdot I,48 = I,07 \text{ м}.$$

Так может быть установлен расчетный уровень грунтовых вод при наличии ряда наблюдений за I0 лет и выше. При меньшем ряде наблюдений установление расчетного уровня таким способом может привести к значительным ошибкам.

2-й случай. Вблизи трассы в населенном пункте имеется питьевой колодец. I2/УШ уровень воды в колодце находился на глубине 2,8I м от поверхности земли, а на трассе-на глубине 2,02 м. На срубе колодца на глубине I,85 м от поверхности земли заметны следы, характеризующие наивысшее положение уровня.

Определяем расчетный (перед промерзанием) уровень грунтовых трассе по формуле (I).

[illegible] определения $H_{расч.}$ колодца наносим на типово график для [illegible] (рис.2) положение уровня воды в колодце [illegible]

время изысканий и находим разность между этим уровнем и положением кривой для I2/УШ ($\Delta \cong 2,8I - 2,0 = 0,8I$ м). Затем от точки, характеризующей расчетный уровень на типовом графике, откладываем вниз перпендикулярно к оси абсцисс величину Δ и находим, что уровень в колодце перед промерзанием соответствует глубине $\sim 2,3$ м, т.е. интервалу глубин от I,0 до 3,0 м. Для этого интервала поправка, уточняющая наивысший уровень воды в колодце перед промерзанием, не вводится.

В этом случае расчетный (перед промерзанием) уровень грунтовых вод равен:

$$H_{расч.} = \frac{2,02}{2,8I} \cdot I,85 = I,33 \text{ м}$$

3-й случай. При отсутствии вблизи трассы гидрогеологической станции и питьевых колодцев расчетный уровень грунтовых вод определяется визуально: по почвам, растительности, рельефу.

Характерным признаком длительного стояния грунтовых вод является оглеение почвы, верхнюю границу которого принимают за наивысший уровень.

Допустим, что на участке трассы, для которого определяют расчетный уровень, в шурфах на глубине I,2 м от поверхности земли было обнаружено оглеение. Сравнивая замеренный на трассе уровень воды (см.2- й случай) с уровнем на то же число и перед промерзанием на типовом графике (рис.2), устанавливаем, что перед промерзанием уровень на трассе будет находиться в интервале глубин I-3 м. В этом случае упомянутая выше поправка не вводится (см.п.13), и за расчетный уровень принимаем верхнюю границу оглеения.

При наличии болотных почв грунтового заболачивания за расчетный уровень принимают поверхность земли.

Положение грунтовых вод можно определить и по характеру растительности; для этого требуются специальные [illegible] определители /3/.

Приложение 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ

1. При определении зимнего влагонакопления и величины пучения дорожной конструкции за расчетную принимают наибольшую вероятную глубину промерзания за период между капитальными ремонтами дорожной одежды.

Когда не имеется данных о глубине промерзания в районе проектирования, приходится пользоваться картой нормативных глубин промерзания грунтов на территории СССР в СНиП II-А. 6-62 /2, рис. 13/. В этом случае для получения расчетной глубины промерзания дорожной конструкции следует к значениям нормативных глубин, полученным по карте, добавлять для районов Европейской части СССР около 40 см и для Зауральской части - приблизительно 60 см.

2. При наличии данных наблюдений за глубиной промерзания грунта в течение нескольких лет или хотя бы за один год, а также данных о средней величине суммы градусо-суток отрицательной температуры воздуха за этот же период, расчетную глубину промерзания дорожной конструкции можно получить по формуле Лейбензона-Лукьянова

$$Z_p = \gamma Z_з \sqrt{\frac{\theta_p}{\theta_з}}, \qquad (1)$$

где $Z_з$ – средняя глубина промерзания грунта за ряд лет (или хотя бы за один год) по данным непосредственных наблюдений;

$\theta_з$ – средняя за годы наблюдений над глубиной промерзания сумма градусо-суток с отрицательными температурами воздуха (холода);

θ_p – расчетная сумма градусо-суток холода;

γ 1,2 – коэффициент перехода от глубины промерзания грунта, определенной на оголенном от снега и дерна участке, к глубине промерзания дорожной конструкции (введен авторами "Предложений").

3. Расчетную сумму градусо-суток холода определяют статистически, на основании данных систематических наблюдений за температурой воздуха.

$$\theta_p = \theta_{ср} + t\sigma \quad , \qquad (2)$$

где $\theta_{ср}$ – средняя сумма градусо-суток холода за период наблюдений;

σ – среднее квадратическое отклонение (стандарт) этой величины;

t – нормированное отклонение суммы градусо-суток холода от средней $\theta_{ср}$ при принятой обеспеченности (вероятности).

Для дорог с усовершенствованными покрытиями, для которых период между капитальными ремонтами одежды равен приблизительно 20 **годам**, расчеты ведут с 5%-ной обеспеченностью (95%-ной вероятностью).

Среднее квадратическое отклонение определяют по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\theta_i - \theta_{ср})^2}{n-1}} \quad , \qquad (3)$$

где θ_i – сумма градусо-суток холода за i-ый год наблюдений;

n – число лет наблюдений.

Нормированное отклонение t при 5%-ной обеспеченности в зависимости от величины $(n-1)$ определяют по табл. 1[x].

Таблица 1

$n-1$	t	$n-1$	t	$n-1$	t
9	2,26	17	2,11	25	2,06
10	2,23	18	2,10	26	2,06
11	2,20	19	2,09	27	2,05
12	2,18	20	2,09	28	2,05
13	2,16	21	2,08	29	2,05
14	2,14	22	2,07	30	2,04
15	2,13	23	2,07	40	2,02
16	2,12	24	2,06	60	2,00

x) При иной заданной обеспеченности величины t могут быть взяты из книги /4, табл.VI, стр 424/.

4. Пример расчета.

Проектируется дорога с усовершенствованным покрытием. Имеются данные о глубине промерзания грунта на оголенной поверхности (Z_f = 140 см) и о сумме градусо-суток холода (Q = 1330) за 1962/63 г. Ближайшая метеостанция располагает данными о ежегодных суммах градусо-суток холода за период 20 лет - с 1944/45 по 1963/64 гг.

Расчетную глубину промерзания находят следующим образом.

а) Составляют таблицу для определения среднего квадратического отклонения:

№ пп	Годы наблюдений за температурой воздуха	Суммы градусо-суток холода θ_i x)	Отклонение ($\theta_i - \theta_{ср}$)	Квадрат отклонения $(\theta_i - \theta_{ср})^2$
1	1944/45	23,0	- 5,0	25,0
2	1945/46	34,0	+ 6,0	36,0
18	1961/62	24,5	- 3,5	12,3
19	1962/63	44,0	+16,0	256,0
n =20	1963/64	28,0	0	0
Итого		559,0	-84,5 +84,1	2418,4

В графу 2 вписывают календарные годы, для которых имеются данные наблюдений. Отсутствие наблюдений за отдельные годы, но не более 20%, считают допустимым. В графу 3 вписывают соответствующие им суммы градусо-суток холода с округлением до 0,5. В итоге подсчитывается сумма (в этом примере $\sum \theta_i$ = 559).

Для получения отклонений (графа 4) предварительно вычисляется $\theta_{ср}$ по формуле $\theta_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \theta_i}{n}$, где $\sum_{i=1}^{n} \theta_i$ - итог графы 3.

Таким образом, $\theta_{ср} = \frac{559}{20} = 28$. Вычитают из каждого значения графы 3 величину $\theta_{ср}$ и записывают в графу 4. Например: 23,0 - 28,0 =-5,0 (см. строку 1 таблицы) и т.д.

---

x) Здесь и далее все значения θ_i и $\theta_{ср}$ разделены на 30 (во избежание действий с большими числами).

Например, $\theta_{1962/63} = \frac{1330}{30} = 44$ градусо суток.

В итоге подсчитывают алгебраическую сумму отклонений, которая должна быть равна нулю. Некоторые расхождения объясняются округлением $\theta_{ср}$.

В графу 5 записывают возведенные в квадрат величины графы 4. В итоге подсчитывается сумма $\left[\Sigma\left(\theta_t - \theta_{ср}\right)^2 = 2418{,}4\right]$.

б) По формуле (3) вычисляют среднее квадратическое отклонение (стандарт):

$$\sigma = 30\sqrt{\frac{\sum\left(\theta_t - \theta_{ср}\right)^2}{n\ t}} = 30\ \sqrt{\frac{2418{,}4}{20-1}} = 30 \cdot 11{,}28 = 338{,}2 .$$

в) При принятой 5%-ной обеспеченности и $(n - 1) = 19$ находят по табл I нормированное отклонение сумм градусо-суток холода θ_t от среднегодовой $\theta_{ср}$. Оно равно $t = 2{,}09$.

г) Находят значение первого члена в формуле (2). Для этого можно было бы воспользоваться уже полученным в этом примере значением $\theta_{ср} = 28$. Но, учитывая, что в Климатическом атласе СССР имеются данные о среднемесячных многолетних (за 50-70 лет) температурах воздуха, целесообразнее воспользоваться ими.

Для этого выписывают из атласа среднемесячные многолетние значения температур зимних месяцев.

Для нашего примера они равны:

ноябрь	–	$(-1{,}0)^0$C
декабрь	–	$(-5{,}5)^0$C
январь	–	$(-8{,}0)^0$C
евраль	–	$(-8{,}2)^0$C
арт	–	$(-5{,}0)^0$C
Итого		$(-29{,}7)^0$C.

Расчетная сумма градусо-суток холода по формуле (2) равна:

$$\theta_p = \theta_{ср} + t\sigma = 29{,}7 \cdot 30 + 2{,}09 \cdot 338{,}2 = 890 + 706 = 1596.$$

е) Расчетную глубину промерзания находят по формуле (1)

$$Z_p = 1{,}2 \cdot 140\sqrt{\frac{1596}{1330}} = 1{,}2 \cdot 140 \cdot 1{,}097 = 185 \text{ см}.$$

Приложение 3

РАСЧЕТ ОЖИДАЕМОГО ЗИМНЕГО ВСПУЧИВАНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

(метод, предложенный И.А.Золотарем)

I. Расчет ожидаемого зимнего вспучивания проезжей части ($\ell_{пуч}$) производится на основании следующей зависимости:

$$\ell_{пуч} = h \frac{\gamma_1}{\Delta_0}\left[1{,}09\left(W_{ср}^{зим} - W_{нз}\right)\left(W_{пв} - W_{нз}\right)\right], \qquad (I)$$

где h – глубина промерзания грунта земляного полотна, определяемая на основе теплотехнического расчета дорожной конструкции (см.ниже п.4);

γ_1 – объемный вес скелета талого грунта перед промерзанием;

Δ_0 – объемный вес воды;

$W_{ср}^{зим}$ – средняя зимняя влажность грунта активной зоны, величина слоя H_a которой определяется в зависимости от категории дороги по табл.1:

Таблица I

Категории дороги	I	II	III	IУ-У
Значение H_a ,см	50	75	90	I00

$W_{пв}$ – влажность, соответствующая полному заполнению пор грунта водой;

$W_{нз}$ – количество незамерзающей влаги в грунте. Принимается для каждого вида грунта по рис.I при температуре $\theta = 1/2\,\theta_{min}^{в}$ ($\theta_{min}^{в}$ – среднемесячная температура воздуха самого холодного зимнего месяца для самой суровой зимы, которая бывает раз в 5 лет).

2. Среднюю зимнюю влажность находят по формуле

$$W_{ср}^{зим} = W_h + \left(W_{ср}^{ос} - W_h\right)C, \qquad (2)$$

где W_h – влажность (по жидкой фазе) грунта в зоне льдовыделения (при температуре $-0{,}5 \div -1{,}0^{\circ}C$), см. табл.2.

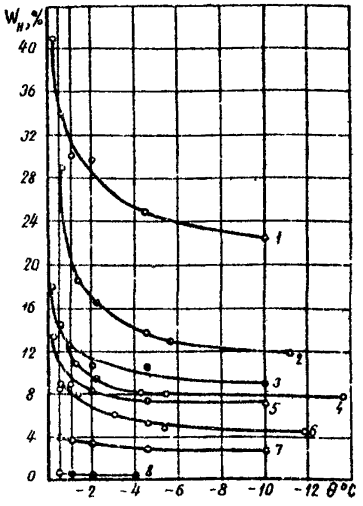


Рис.I.Содержание незамерзающей воды в грунтах(по данным З.А.Нерсесовой,О.С.Конновой и В.О.Орлова):
I-юрская глин ; 2-глина пылеватая ленточная;
3-суглинок тяжелый покровный; 4-суглинок легкий пылеватый; 5 и 6 - тяжелая пылеватая супесь;
7-пылеватый песок;
8-песок кварцевый

Таблица 2

Вид грунта	Значения влажности W_h
Песок пылеватый	0,03÷0,04
Супесь тяжелая пылеватая	0,09÷0,10
Суглинок легкий пылеватый	0,12÷0,13
Суглинок тяжелый пылеватый	0,13÷0,14
Глина пылеватая	0,19÷0,21

W_{cp}^{oc} - средняя влажность грунта земляного полотна упомянутого выше слоя H_a к концу периода осеннего влагонакопления (см.ниже п.3);

c - коэффициент, определяемый по графику рис.2.

Для определения коэффициента C необходимо найти критерий $F_{oз} = \frac{\alpha}{2\sqrt{K_t}}$, в который, кроме коэффициента влагопроводности K_t, входит еще характеристика скорости углубления границы льдовыделения

$$\alpha = \frac{h}{\sqrt{t_з}}, \qquad (3)$$

где h - глубина промерзания грунта земляного полотна за время $t_з$ (см.ниже п.4).

3. Среднюю осеннюю влажность грунта активной зоны определяют по формуле

$$W_{cp}^{oc} = W_o + \frac{\Delta W_{cp}}{\Delta W_{пв}} \left(W_{пв} - W_o \right), \qquad (4)$$

W_o - начальная влажность (до периода осеннего увлажнения)

принимается равной оптимальной по стандартному уплотнению.

$\frac{\Delta W_{ср.}}{\Delta W_{п.в.}} = \frac{W_{ко}^{ос} - W_o}{W_{пв} - W_o}$ определяют по номограмме рис.3 и 4 в зависимости от отношения $H_п / H_в$ и критерия

$$F_{он} = \frac{K_1 \tau_{вл}}{H_в^2}, \qquad (5)$$

где $H_в$ – расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод, см;

K_1 – коэффициент влагопроводности, $см^2$/час (см.п.5 этого приложения);

$\tau_{вл}$ – продолжительность периода осеннего увлажнения в часах (начало периода осеннего влагонакопления принимается с установлением температуры воздуха ниже +10°С и конец – при переходе через 0°С).

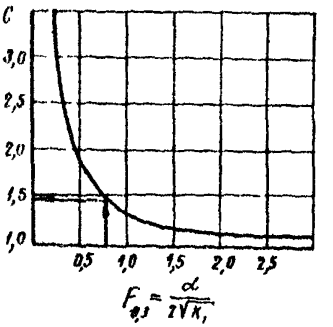


Рис.2. График для определения средней влажности промерзшего грунта земляного полотна при глубоком залегании подземных вод

4. Вычисление глубины промерзания дорожной конструкции производится в следующем порядке.

а) Определяют теплофизические характеристики слоев дорожной конструкции Q, $C_м$ и $\lambda_м$. **Вычисление скрытой теплоты льдообразования** Q материала любого слоя производится на основании следующей зависимости:

$$Q = \gamma_{ск} \left(W_{ср.}^{ос} - W_{нз} \right) L, \qquad (6)$$

где $\gamma_{ск}$ – объемный вес материала покрытия; для материала остальных слоев – объемный вес скелета материала перед промерзанием при требуемой плотности;

L – теплота льдообразования, 80 ккал/кг.

Значения $W_{ср}^{ос}$ и $W_{нз}$ для грунтов были даны выше. Для материала покрытия $W_{ф}^{ос}$ и $W_{нз}$ принимаются на основе данных наблюдений.

Объемную теплоемкость мерзлого материала $C_м$ вычисляют по следующей зависимости:

$$C_м = \gamma_{ск} \left[C_{ск} + C_л \left(W_{ср}^{ос} - W_{нз} \right) + C_в W_{нз} \right], \qquad (7)$$

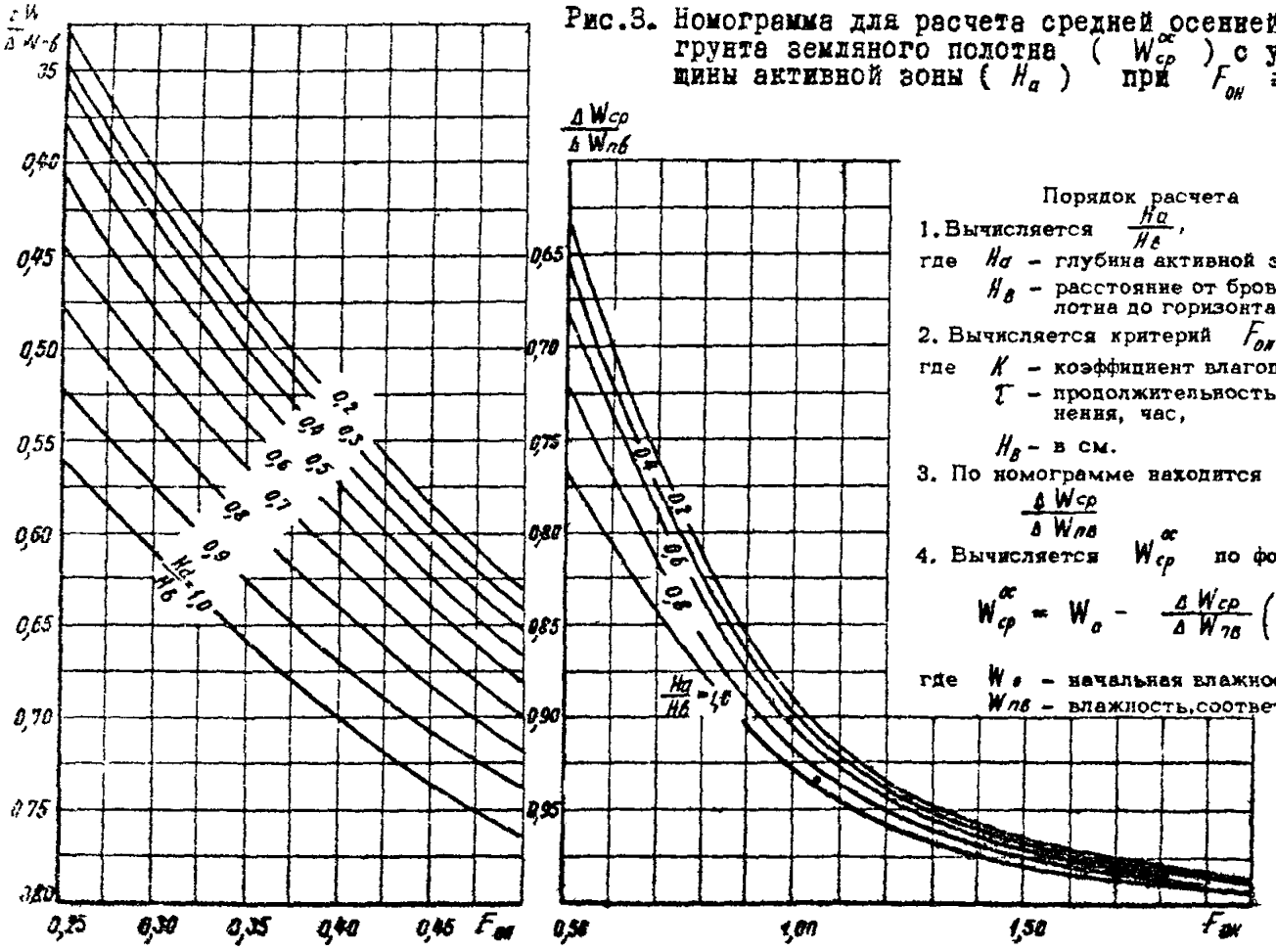


Рис.3. Номограмма для расчета средней осенней влажности грунта земляного полотна ($W_{ср}^{ос}$) с учетом толщины активной зоны (H_a) при $F_{он} \geq 0,25$

Порядок расчета

1. Вычисляется $\frac{H_a}{H_в}$,

где H_a – глубина активной зоны,

$H_в$ – расстояние от бровки земляного полотна до горизонта воды.

2. Вычисляется критерий $F_{он} = \frac{K_1 T}{H_в^2}$,

где K – коэффициент влагопроводности, $см^2$ час,

T – продолжительность периода увлажнения, час,

$H_в$ – в см.

3. По номограмме находится $\frac{\Delta W_{ср}}{\Delta W_{пв}}$

4. Вычисляется $W_{ср}^{ос}$ по формуле

$$W_{ср}^{ос} = W_o - \frac{\Delta W_{ср}}{\Delta W_{пв}} \left(W_{пв} - W_o \right),$$

где W_o – начальная влажность (оптимальная);

$W_{пв}$ – влажность, соответствующая полной влагоемкости

где $C_{ск}$, $C_л$ и $C_в$ – соответственно удельные теплоемкости скелета грунта, льда и воды.

Для грунтов $C_{см}$ =0,17 ккал/кг°С; для щебня и гравия $C_{ск}$ =0,20 ккал/кг°С; для льда $C_л$ =0,5 ккал/кг°С и для незамерзающей воды $C_в$ =1,0 ккал/кг°С.

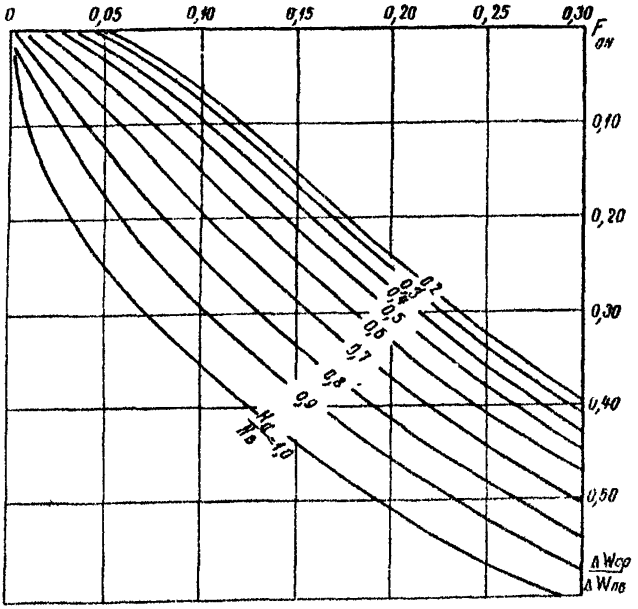


Рис.4. Номограмма для расчета средней осенней влажности грунта земляного полотна ($W_{ср}$) с учетом толщины активной зоны ($H_д$) при $F_{он}$ = 0,25

Коэффициент теплопроводности мерзлых материалов $\lambda_м$ может быть установлен как экспериментально, так и по справочным данным. Для грунтов различной влажности его можно ориентировочно принять по графикам (рис.5).

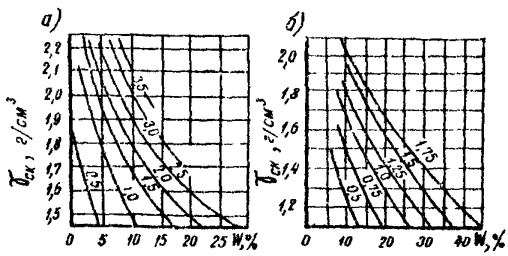


Рис.5. Графики для определения коэффициентов теплопроводности мерзлых грунтов:
а– для грунтов с содержанием частиц не мельче 0,05 мм менее 50%; б– для грунтов с содержанием частиц мельче 0,05 мм более 50%

б. Вычисляют вспомогательные величины E и H.

Для всех слоев дорожной конструкции величины E и H вычисляются на основе следующих зависимостей:

$$E = \frac{Q}{\theta_{min}^{\delta} C_м}; \qquad (8)$$

$$H = \sqrt{\frac{\lambda_м \tau_{пр}}{C_м}}, \qquad (9)$$

где $\tau_{пр}$ – продолжительность периода промерзания в часах.

в. Для определяемых характеристик E_1 и H_1 верхнего слоя (асфальтобетона), имеющего толщину h_1, по номограммам (рис.6) устанавливается время его промерзания τ_1.

г. По величине τ_1 и характеристикам E_2 и H_2 второго слоя дорожной конструкции определяется эквивалентная толщина первого слоя $h_{1,2}$ в материале второго слоя (пакеляж).

д. По характеристикам E_2 и H_2 второго слоя устанавливается с помощью номограмм рис.6 суммарное время промерзания τ_2 обоих слоев на глубину $h_1 + h_{1,2}$. Этот процесс повторяется столько раз, сколько слоев имеется в составе дорожной одежды, и заканчивается расчетом времени промерзания τ_3 грунта на критическую глубину $h_{кр}$ с учетом всех вышележащих слоев.

В случае, когда критическая глубина промерзания больше полной глубины промерзания за зимний период, весь порядок расчетов

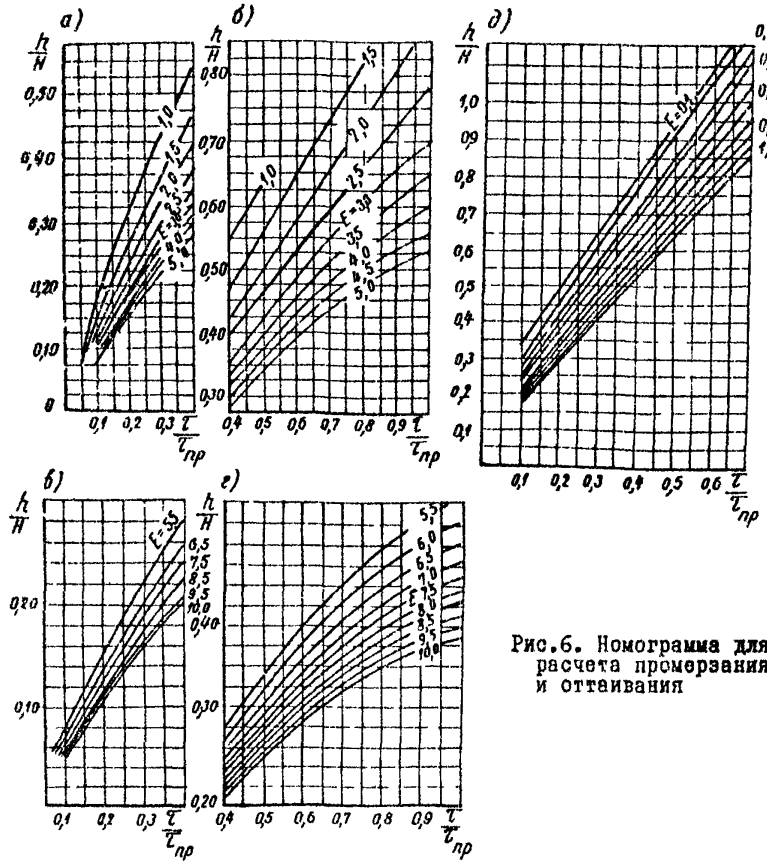


Рис.6. Номограмма для расчета промерзания и оттаивания

сохраняется таким же, как и в предыдущем случае, за исключением последнего этапа расчетов. Если в предыдущем случае расчет заканчивается определением времени промерзания $\tau_з$, необходимого для достижения критической глубины промерзания, то здесь, наоборот, необходимо с помощью тех же номограмм (рис.6) найти глубину промерзания за время, равное уже полной продолжительности периода промерзания $(\tau_{пр})$.

Период промерзания дорожной конструкции начинается при устойчивом переходе среднесуточной температуры воздуха через 0^0С осенью и заканчивается весной переходом также через 0^0С, причем используются метеоданные для наиболее суровой зимы, встречающейся раз в 5 лет.

Значения критической глубины промерзания по Н.А.Пузакову приводятся в табл.3.

Таблица 3

Вид грунта	Критическая глубина промерзания, $h_{кр}$ см
Пески легкие и супеси	80-90
Пылеватые супеси и суглинки	90-120
Суглинки тяжелые	100-140
Глины	120-160

5. Коэффициент влагопроводности K_1 определяют следующим образом. Взятые в процессе изысканий пробы грунта высушивают и измельчают в фарфоровой ступке. Далее приготавливают замес грунта при оптимальной влажности (W) и устанавливают его на сутки в эксикатор. На следующие сутки в предварительно взвешенных стальных тонкостенных формах (толщина стенки 3-5 мм, внутренний диаметр 50-70 мм, высота форм 12-15 см) (рис.7) на прессе или формующей установке приготавливают три образца высотой 100-120 мм. Образцы уплотняются до фиксированной отметки, обусловливающей достижение грунтом требуемой плотности. Далее цилиндры тщательно взвешивают и устанавливают в поддон.

Над верхней поверхностью образцов в процессе всего испытания поддерживается небольшой слой воды и засекают время начала водонасыщения. Нижняя часть образца закрывается двумя кружками фильтровальной бумаги. Во избежание набухания на поверхность образца дается пригрузка из расчета 0,05-0,1 кг/см^2 через решетку или круглую пластинку с отверстиями для доступа воды к поверхности образца. Наиболее целесообразно такие испытания проводить на специальном приборе конструкции Ленгипротранса.

Через 3-5 часов испытание прекращается.

Признаком достаточного увлажнения является впитывание каждым образцом 10-15 г воды. Образец в форме взвешивают и по разности весов до и после испытания устанавливают количество впитавшейся воды Р.

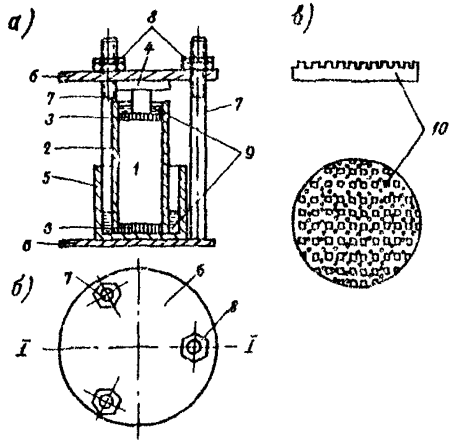


Рис.7. Прибор для испытания образцов грунта на водонасыщение при температуре, близкой к 0^{0}С:
а- разрез прибора по I-I; б- вид в плане; в- деталь днища формы;
I- грунтовый цилиндр; 2-стенка формы; 3-днища формы (вкладные); 4-упор; 5- металлический сосуд для воды; 6- пластины зажима; 7-стойки зажима; 8-гайки с контргайками; 9- вода; 10-прорези с отверстиями в днищах для прохода воды

Коэффициент влагопроводности в $см^2/час$ находят из зависимости:

$$K_1 = \frac{1}{\pi t}\left[\frac{2p(100+W)}{d^2 \gamma_{бл}(W_{пб}-W)}\right]^2, \qquad (2)$$

где t – время водонасыщения, час;

p – количество впитавшейся в образец воды, г;

d – внутренний диаметр формы, см;

$\gamma_{бл}$ – исходный объемный вес грунтового цилиндра при начальной влажности W, $г/см^3$;

$W_{пб}$ – влажность поверхностного слоя грунта, %.

Значение K_1 вычисляется для каждого образца и для дальнейших расчетов принимается среднее из трех испытаний.

Отличие определения K_1 для существующих дорог состоит в том, что испытание ведется на образцах ненарушенной структуры, взятых на обследованных участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коноплянцев А.А., Ковалевский В.С., Семенов С.М. Естественный режим подземных вод и его закономерности. М., Госгеолтехиздат, 1963.

2. Методические указания по проектированию морозозащитных и дренирующих слоев в основании проезжей части автомобильных дорог. М., Оргтрансстрой, 1965.

3. Справочник-определитель литологического состава поверхностных отложений и глубины залегания подземных вод, под редакцией Верейского Н.Г. и Востокова Е.А. М., Сельхозгиз, 1963.

4. Длин А.М. Математическая статистика в технике. М. Изд-во "Советская наука", 1958.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Предисловие 2

I. Общие положения 3

П. Расчетный уровень подземных вод и методы его определения. 6

Ш. Обеспечение морозоустойчивости конструкций . . 16

IУ. Осушение конструкции. 24

Приложения 33

Д Л Я З А М Е Т О К

Ответственный за выпуск
инж. О.А.Ильина

Редактор Л.В.Королева Корректор И.А.Губцова

Подписано к печати 25.X.66 Объем 2,9 п.л. Заказ I38
Л I2I265 Цена 20 коп. Тираж I50

Ротапринт Союздорнии
Московская обл., Балашиха 6

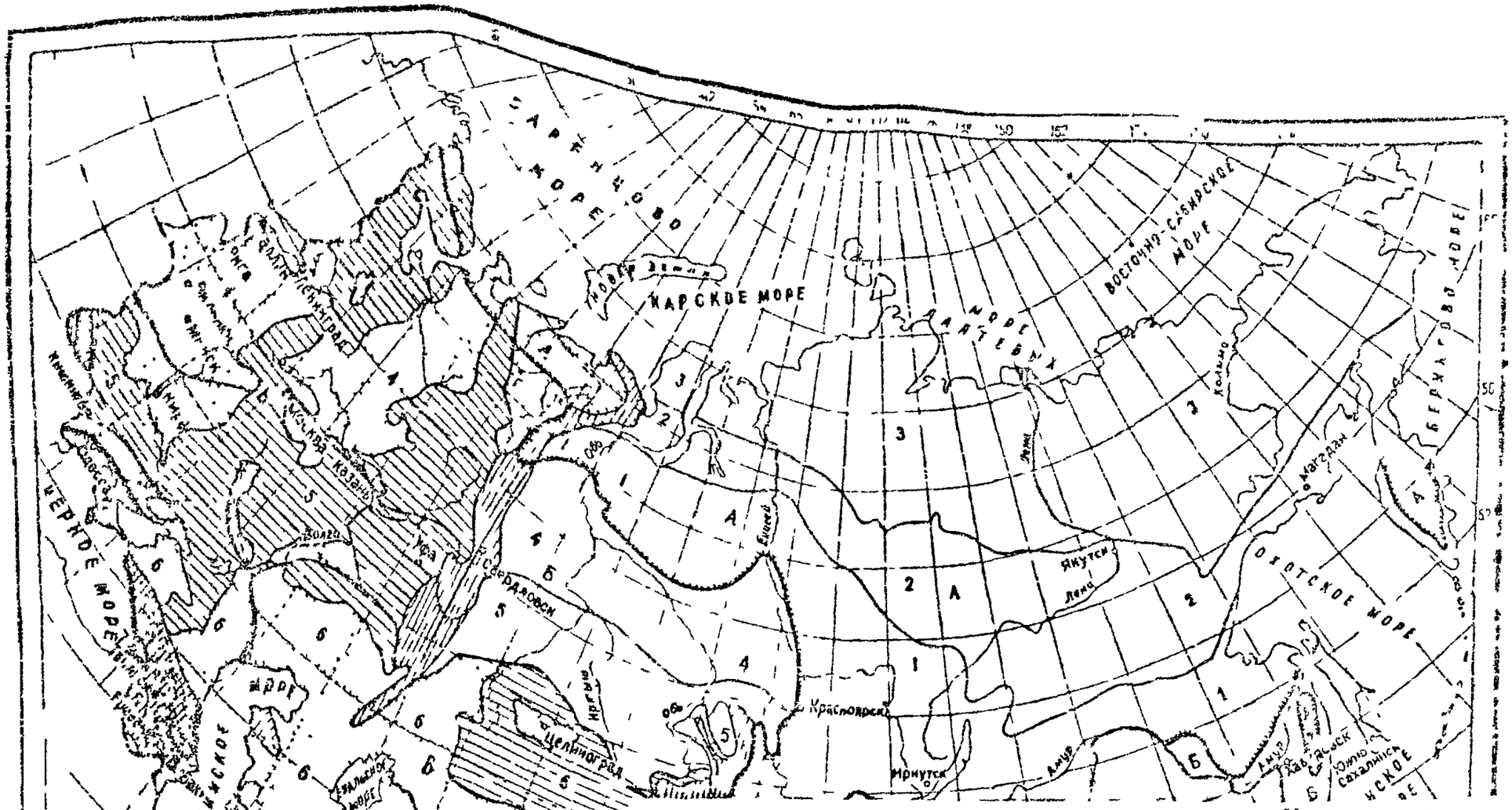


Рис. 1. Карта районирования территории СССР по типам, подтипам и классам режима грунтовых вод (составлена В.А. Кононяшевой, В.С. Ковалевского, С.М. Семенова "Естественные ресурсы пресных подземных вод СССР". М., Госгеолтехиздат, 1963)

Таблица 3

λ_0	0,025								0,05								0,10								0,20								λ_0
m \ ξ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	m
0,10	0,0020	0,0021	0,0022	0,0023	0,0024	0,0024	0,0024	0,0025	0,0040	0,0044	0,0046	0,0050	0,0048	0,0049	0,0050	0,0052	0,0084	0,0090	0,0095	0,0098	0,0100	0,0102	0,0105	0,0108	0,0177	0,0193	0,0204	0,0213	0,0219	0,0225	0,0232	0,0242	0,10
	0,0196	0,0209	0,0218	0,0224	0,0229	0,0233	0,0234	0,0245	0,0390	0,0417	0,0435	0,0448	0,0458	0,0466	0,0477	0,0491	0,0771	0,0826	0,0864	0,0891	0,0912	0,0928	0,0951	0,0980	0,1500	0,1620	0,1690	0,1750	0,1800	0,1830	0,1880	0,1950	
	0,3150	0,3370	0,3510	0,3610	0,3690	0,3760	0,3840	0,3950	0,3150	0,3370	0,3520	0,3630	0,3710	0,3770	0,3860	0,3970	0,3150	0,3380	0,3530	0,3650	0,3740	0,3800	0,3900	0,4020	0,3140	0,3390	0,3570	0,3700	0,3800	0,3880	0,3990	0,4140	
	0,8080	0,8630	0,9000	0,9270	0,9410	0,9630	0,9850	1,0130	0,8040	0,8600	0,8980	0,9250	0,9450	0,9610	0,9850	1,0130	0,7960	0,8530	0,8920	0,9200	0,9420	0,9580	0,9830	1,0130	0,7790	0,8390	0,8800	0,9100	0,9330	0,9520	0,9790	1,0130	
0,20	0,0031	0,0036	0,0038	0,0040	0,0042	0,0044	0,0046	0,0048	0,0063	0,0071	0,0077	0,0082	0,0086	0,0089	0,0093	0,0099	0,0128	0,0145	0,0158	0,0168	0,0177	0,0183	0,0193	0,0207	0,0264	0,0303	0,0330	0,0357	0,0377	0,0393	0,0420	0,0456	0,20
	0,0154	0,0173	0,0187	0,0198	0,0206	0,0213	0,0223	0,0236	0,0306	0,0344	0,0372	0,0394	0,0411	0,0424	0,0445	0,0472	0,0603	0,0679	0,0735	0,0778	0,0813	0,0841	0,0884	0,0939	0,1160	0,1310	0,1420	0,1510	0,1580	0,1640	0,1730	0,1850	
	0,3110	0,3490	0,3780	0,3990	0,4160	0,4300	0,4510	0,4770	0,3100	0,3490	0,3780	0,4000	0,4180	0,4320	0,4530	0,4810	0,3090	0,3490	0,3790	0,4020	0,4200	0,4360	0,4590	0,4890	0,3070	0,3480	0,3800	0,4050	0,4260	0,4430	0,4700	0,5070	
	0,6560	0,7370	0,7960	0,8410	0,8760	0,9060	0,9490	1,0040	0,6510	0,7320	0,7920	0,8370	0,8730	0,9020	0,9470	1,0030	0,6420	0,7230	0,7830	0,8290	0,8660	0,8960	0,9420	1,0020	0,6230	0,7030	0,7630	0,8110	0,8490	0,8810	0,9310	0,9970	
0,30	0,0038	0,0044	0,0049	0,0053	0,0056	0,0059	0,0063	0,0069	0,0076	0,0089	0,0099	0,0107	0,0113	0,0119	0,0128	0,0140	0,0152	0,0179	0,0200	0,0218	0,0232	0,0244	0,0264	0,0292	0,0309	0,0366	0,0412	0,0451	0,0485	0,0514	0,0562	0,0632	0,30
	0,0124	0,0145	0,0160	0,0173	0,0184	0,0192	0,0206	0,0224	0,0249	0,0287	0,0319	0,0344	0,0365	0,0382	0,0410	0,0447	0,0484	0,0564	0,0627	0,0677	0,0719	0,0754	0,0811	0,0887	0,0934	0,1080	0,1200	0,1300	0,1390	0,1460	0,1570	0,1740	
	0,3000	0,3500	0,3890	0,4200	0,4450	0,4670	0,5000	0,5450	0,3000	0,3500	0,3890	0,4200	0,4460	0,4580	0,5030	0,5490	0,2980	0,3480	0,3880	0,4210	0,4480	0,4710	0,5080	0,5580	0,2940	0,3460	0,3870	0,4220	0,4510	0,4760	0,5170	0,5770	
	0,5430	0,6330	0,7020	0,7580	0,8030	0,8410	0,9010	0,9810	0,5390	0,6280	0,6970	0,7530	0,7990	0,8370	0,8980	0,9790	0,5300	0,6180	0,6870	0,7430	0,7890	0,8280	0,8900	0,9750	0,5130	0,5980	0,6660	0,7220	0,7680	0,8080	0,8730	0,9650	
0,40	0,0041	0,0050	0,0056	0,0062	0,0067	0,0070	0,0077	0,0086	0,0083	0,0100	0,0113	0,0124	0,0134	0,0142	0,0156	0,0175	0,0166	0,0200	0,0228	0,0251	0,0272	0,0290	0,0319	0,0362	0,0333	0,0403	0,0463	0,0514	0,0559	0,0599	0,0668	0,0778	0,40
	0,0102	0,0122	0,0138	0,0152	0,0163	0,0173	0,0189	0,0211	0,0203	0,0242	0,0275	0,0301	0,0324	0,0344	0,0376	0,4200	0,0399	0,0476	0,0539	0,0592	0,0637	0,0676	0,0740	0,0831	0,0769	0,0916	0,1030	0,1130	0,1220	0,1300	0,1430	0,1610	
	0,2880	0,3450	0,3910	0,4300	0,4620	0,4910	0,5390	0,5890	0,2870	0,3440	0,3910	0,4300	0,4630	0,4910	0,5380	0,6040	0,2860	0,3430	0,3900	0,4290	0,4630	0,4930	0,5420	0,6120	0,2820	0,3390	0,3870	0,4280	0,4640	0,4950	0,5480	0,6290	
	0,4600	0,5490	0,6220	0,6830	0,7350	0,7790	0,8500	0,9500	0,4560	0,5450	0,6180	0,6780	0,7290	0,7730	0,8450	0,9470	0,4490	0,5360	0,6080	0,6680	0,7190	0,7630	0,8360	0,9400	0,4350	0,5180	0,5880	0,6470	0,6970	0,7420	0,8160	0,9250	
0,50	0,0044	0,0053	0,0061	0,0068	0,0074	0,0079	0,0088	0,0101	0,0087	0,0106	0,0122	0,0136	0,0149	0,0159	0,0178	0,0205	0,0173	0,0212	0,0246	0,0275	0,0300	0,0323	0,0362	0,0420	0,0347	0,0426	0,0495	0,0557	0,0611	0,0661	0,0747	0,0884	0,50
	0,0086	0,0105	0,0120	0,0134	0,0146	0,0156	0,0173	0,0198	0,0170	0,0208	0,0239	0,0266	0,0289	0,0309	0,0343	0,0393	0,0336	0,0408	0,0469	0,0521	0,0567	0,0607	0,0675	0,0776	0,0649	0,0786	0,0902	0,1000	0,1090	0,1160	0,1300	0,1500	
	0,2770	0,3380	0,3890	0,4330	0,4720	0,5050	0,5610	0,6420	0,2760	0,3370	0,3880	0,4330	0,4710	0,5050	0,5620	0,6460	0,2740	0,3350	0,3870	0,4310	0,4710	0,5060	0,5650	0,6830	0,2700	0,3310	0,3830	0,4280	0,4690	0,5050	0,5680	0,6670	
	0,3970	0,4839	0,5570	0,6190	0,6730	0,7210	0,7990	0,9140	0,3940	0,4790	0,5520	0,6140	0,6680	0,7150	0,7940	0,9100	0,3880	0,4720	0,5430	0,6040	0,6570	0,7050	0,7840	0,9020	0,3760	0,4570	0,5250	0,5840	0,6360	0,6830	0,7620	0,8840	
0,75	0,0045	0,0057	0,0067	0,0077	0,0085	0,0093	0,0106	0,0127	0,0091	0,0114	0,0134	0,0153	0,0170	0,0186	0,0214	0,0257	0,0180	0,0227	0,0269	0,0307	0,0342	0,0374	0,0431	0,0523	0,0359	0,0452	0,0537	0,0614	0,0686	0,0752	0,0872	0,1070	0,75
	0,0060	0,0075	0,0089	0,0101	0,0112	0,0122	0,0140	0,0167	0,0119	0,0149	0,0176	0,0200	0,0222	0,0242	0,0277	0,0332	0,0235	0,0294	0,0346	0,0394	0,0436	0,0475	0,0543	0,0651	0,0457	0,0569	0,0668	0,0757	0,0838	0,0911	0,1040	0,1250	
	0,2530	0,3190	0,3770	0,4290	0,4760	0,5190	0,5940	0,7130	0,2530	0,3170	0,3750	0,4280	0,4750	0,5180	0,5940	0,7150	0,2510	0,3150	0,3730	0,4250	0,4730	0,5160	0,5940	0,7180	0,2480	0,3110	0,3690	0,4210	0,4680	0,5120	0,5920	0,7240	
	0,2950	0,3700	0,4370	0,4980	0,5520	0,6020	0,6880	0,8240	0,2930	0,3680	0,4340	0,4940	0,5480	0,5970	0,6830	0,8190	0,2890	0,3620	0,4270	0,4860	0,5390	0,5870	0,6720	0,8080	0,2820	0,3520	0,4140	0,4710	0,5220	0,5680	0,6510	0,7880	
1,00	0,0046	0,0058	0,0070	0,0081	0,0091	0,0099	0,0116	0,0144	0,0091	0,0116	0,0139	0,0161	0,0181	0,0195	0,0233	0,0290	0,0181	0,0231	0,0278	0,0321	0,0361	0,0399	0,0468	0,0585	0,0360	0,0460	0,0552	0,0639	0,0720	0,0797	0,0938	0,1180	1,00
	0,0045	0,0058	0,0069	0,0080	0,0090	0,0099	0,0115	0,0142	0,0090	0,0114	0,0137	0,0158	0,0177	0,0195	0,0228	0,0282	0,0178	0,0226	0,0276	0,0311	0,0349	0,0384	0,0447	0,0552	0,0347	0,0439	0,0523	0,0600	0,0672	0,0738	0,0858	0,1050	
	0,2360	0,3020	0,3620	0,4180	0,4700	0,5190	0,6050	0,7490	0,2360	0,3010	0,3610	0,4170	0,4690	0,5170	0,6040	0,7500	0,2340	0,2990	0,3590	0,4140	0,4660	0,5140	0,6020	0,7510	0,2320	0,2960	0,3540	0,4090	0,4610	0,5090	0,5980	0,7510	
	0,2360	0,3010	0,3610	0,4160	0,4680	0,5150	0,6010	0,7440	0,2340	0,2990	0,3590	0,4130	0,4640	0,5110	0,5970	0,7380	0,2320	0,2950	0,3540	0,4070	0,4570	0,5040	0,5870	0,7280	0,2270	0,2880	0,3440	0,3960	0,4440	0,4880	0,5690	0,7070	
1,50	0,0045	0,0058	0,0071	0,0083	0,0094	0,0105	0,0126	0,0162	0,0089	0,0115	0,0141	0,0165	0,0188	0,0210	0,0251	0,0324	0,0178	0,0231	0,0281	0,0329	0,0375	0,0419	0,0502	0,0650	0,0353	0,0458	0,0558	0,0654	0,0745	0,0833	0,0998	0,1290	1,50
	0,0030	0,0038	0,0050	0,0055	0,0062	0,0069	0,0063	0,0107	0,0059	0,0077	0,0093	0,0109	0,0124	0,0138	0,0165	0,0211	0,0117	0,0151	0,0184	0,0215	0,0244	0,0272	0,0324	0,0415	0,0230	0,0296	0,0359	0,0417	0,0473	0,0526	0,0624	0,0797	
	0,2140	0,2780	0,3390	0,3970	0,4520	0,5050	0,6040	0,7780	0,2140	0,2770	0,3380	0,3960	0,4510	0,3042	0,6020	0,7760	0,2130	0,2760	0,3360	0,3940	0,4480	0,5010	0,5990	0,7740	0,2110	0,2730	0,3330	0,3890	0,4430	0,4950	0,5930	0,7690	
	0,1720	0,2240	0,2720	0,3190	0,3630	0,4050	0,4840	0,6230	0,1710	0,2230	0,2710	0,3170	0,3610	0,4030	0,4810	0,6180	0,1700	0,2210	0,2680	0,3130	0,3560	0,3970	0,4740	0,6100	0,1680	0,2170	0,2630	0,3070	0,3480	0,3880	0,4620	0,5930	
0,10	0,0281	0,0311	0,0332	0,0349	0,0362	0,0373	0,0390	0,0411	0,0397	0,0445	0,0481	0,0510	0,0543	0,0553	0,0585	0,0628	0,0523	0,0595	0,0652	0,0699	0,0738	0,0773	0,0829	0,0912									
	0,2190	0,2370	0,2490	0,2580	0,2660	0,2710	0,2800	0,2910	0,2840	0,3070	0,3240	0,3370	0,3480	0,3560	0,3690	0,3850	0,3430	0,3730	0,3940	0,4110	0,4240	0,4360	0,4530	0,4770									
	0,3130	0,3410	0,3600	0,3750	0,3870	0,3960	0,4100	0,4280	0,3120	0,3420	0,3640	0,3800	0,3940	0,4050	0,4230	0,4960	0,3110	0,3420	0,3670	0,3860	0,4020	0,4160	0,4380	0,4680									
	0,7610	0,8220	0,8650	0,8980	0,9230	0,9430	0,9740	1,0130	0,7400	0,8030	0,8480	0,8830	0,9100	0,9320	0,9670	1,0110	0,7190	0,7820	0,8280	0,8640	0,8940	0,9180	0,9560	1,0090									
0,20	0,0406	0,0470	0,0522	0,0565	0,0601	0,0632	0,0683	0,0757	0,0554	0,0648	0,0726	0,0793	0,0851	0,0901	0,0986	0,1120	0,0706	0,0834	0,0943	0,1030	0,1120	0,1200	0,1330	0,1550									
	0,1680	0,1900	0,2070	0,2200	0,2310	0,2400	0,2540	0,2740	0,2160	0,2440	0,2660	0,2840	0,2980	0,3100	0,3300	0,3590	0,2610	0,2940	0,3200	0,3410	0,3590	0,3750	0,4000	0,4370									
	0,3040	0,3470	0,3810	0,4080	0,4310	0,4510	0,4820	0,5270	0,3010	0,3450	0,3810	0,4110	0,4360	0,4580	0,4950	0,5490	0,2970	0,3430	0,3810	0,4120	0,4400	0,4650	0,5070	0,5730									
	0,6030	0,6820	0,7430	0,7910	0,8310	0,8640	0,9170	0,9910	0,5830	0,6610	0,7200	0,7690	0,8100	0,8440	0,9000	0,9810	0,5640	0,6390	0,6970	0,7460	0,7860	0,8220	0,8800	0,9680									
0,30	0,0468	0,0558	0,0634	0,0699	0,0756	0,0807	0,0893	0,1020	0,0629	0,0756	0,0864	0,0959	0,1040	0,1120	0,1250	0,1470	0,0791	0,0956	0,1100	0,1220	0,1340	0,1450	0,1640	0,1980									
	0,1350	0,1570	0,1740	0,1890	0,2010	0,2120	0,2290	0,2540	0,1730	0,2010	0,2230	0,2420	0,2580	0,2420	0,2950	0,3290	0,2080	0,2410	0,2680	0,2900	0,3090	0,3260	0,3540	0,3980									
	0,2910	0,3430	0,3860	0,4220	0,4530	0,4810	0,5270	0,5960	0,2870	0,3390	0,3890	0,4210	0,4540	0,4840	0,5350	0,6160	0,2830	0,3360	0,3810	0,4200	0,4550	0,4860	0,5420	0,6350									
	0,4970	0,5790	0,6450	0,7000	0,7470	0,7870	0,8540	0,9520	0,4800	0,5530	0,6240	0,6770	0,7240	0,7640	0,8320	0,9350	0,4650	0,5400	0,6020	0,6550	0,7000	0,7400	0,8080	0,9150									
0,40	0,0501	0,0609	0,0703	0,0785	0,0859	0,0926	0,1040	0,1230	0,0669	0,0817	0,0947	0,1060	0,1160	0,1260	0,1440	0,1730	0,0836	0,1020	0,1190	0,1340	0,1480	0,1610	0,1850	0,2280									
	0,1110	0,1320	0,1490	0,1640	0,1760	0,1880	0,2060	0,2350	0,1430	0,1690	0,1910	0,2100	0,2260	0,2400	0,2640	0,3020	0,1720	0,2040	0,2290	0,2510	0,2700	0,2870	0,3170	0,3630									
	0,2780	0,3350	0,3840	0,4260	0,4630	0,4960	0,5540	0,6450	0,2740	0,3310	0,3800	0,4230	0,4620	0,4970	0,5590	0,6600	0,2710	0,3270	0,3760	0,4200	0,4590	0,4960	0,5610	0,6730									
	0,4210	0,5010	0,5680	0,6250	0,6750	0,7190	0,7930	0,9070	0,4080	0,4850	0,5490	0,6040	0,6530	0,6960	0,7700	0,8860	0,3960	0,4690	0,5310	0,5840	0,6310	0,6720	0,7450	0,8630									
0,50	0,0519	0,0640	0,0747	0,0843	0,0930	0,1010	0,1150	0,1380	0,0690	0,0854	0,1000	0,1130	0,1250	0,1360	0,1570	0,1920	0,0860	0,1060	0,1250	0,1420	0,1580	0,1720	0,2000	0,2490									
	0,0941	0,1130	0,1300	0,1440	0,1560	0,1680	0,1870	0,2170	0,1210	0,1450	0,1660	0,1840	0,2000	0,2140	0,2390	0,2780	0,1460	0,1750	0,2000	0,2210	0,2400	0,2560	0,2860	0,3320									
	0,2670	0,3270	0,3790	0,4250	0,4660	0,5040	0,5710	0,6790	0,2630	0,3230	0,3750	0,4210	0,4630	0,5020	0,5720	0,6900	0,2600	0,3180	0,3700	0,4170	0,4600	0,5000	0,5720	0,6980									
	0,3650	0,4420	0,5080	0,5650	0,6150	0,6610	0,7390	0,8630	0,3550	0,4280	0,4910	0,5460	0,5950	0,6390	0,7160	0,8400	0,3450	0,4150	0,4750	0,5280	0,5750	0,6170	0,6920	0,8150									
0,75	0,0535	0,0675	0,0803	0,0920	0,1020	0,1130	0,1320	0,1640	0,0709	0,0895	0,1060	0,1220	0,1370	0,1510	0,1770	0,2230	0,0881	0,1110	0,1320	0,1520	0,1710	0,1880	0,2220	0,2830									
	0,0666	0,0826	0,0967	0,1090	0,1200	0,1310	0,1490	0,1790	0,0864	0,1060	0,1240	0,1400	0,1540	0,1670	0,1910	0,2290	0,1050	0,1290	0,1500	0,1680	0,1850	0,2010	0,2280	0,2740									
	0,2450	0,3070	0,3640	0,4160	0,4640	0,5080	0,5890	0,7280	0,2420	0,3030	0,3590	0,4110	0,4590	0,5030	0,5860	0,7300	0,2390	0,3000	0,3550	0,4060	0,4530	0,4980	0,5810	0,7300									
	0,2750	0,3430	0,4020	0,4560	0,5050	0,5500	0,6300	0,7640	0,2690	0,3330	0,3910	0,4420	0,4890	0,5320	0,6100	0,7410	0,2630	0,3250	0,3800	0,4290	0,4740	0,5150	0,5900	0,7180									
1,00	0,0536	0,0685	0,0823	0,0953	0,1070	0,1190	0,1400	0,1790	0,0710	0,0907	0,1090	0,1260	0,1420	0,1580	0,1870	0,2400	0,0881	0,1120	0,1350	0,1560	0,1770	0,1960	0,2330	0,3020									
	0,0509	0,0641	0,0760	0,0870	0,0971	0,1060	0,1230	0,1520	0,0663	0,0831	0,0983	0,1120	0,1240	0,1360	0,1570	0,1940	0,0810	0,1010	0,1190	0,1350	0,1500	0,1640	0,1890	0,2320									
	0,2290	0,2920	0,3500	0,4040	0,4550	0,5030	0,5920	0,7500	0,2270	0,2890	0,3460	0,3990	0,4500	0,4980	0,5870	0,7470	0,2240	0,2850	0,3420	0,3950	0,4450	0,4920	0,5810	0,7440									
	0,2230	0,2820	0,3360	0,3850	0,4310	0,4740	0,5520	0,6860	0,2190	0,2750	0,3270	0,3750	0,4190	0,4600	0,5350	0,6650	0,2140	0,2690	0,3190	0,3650	0,4070	0,4470	0,5190	0,6450									
1,50	0,0527	0,0683	0,0831	0,0973	0,1100	0,1240	0,1480	0,1940	0,0698	0,0904	0,1100	0,1280	0,1460	0,1640	0,1970	0,2580	0,0867	0,1120	0,1360	0,1590	0,1820	0,2030	0,2440	0,3220									
	0,0339	0,0435	0,0525	0,0609	0,0688	0,0763	0,0903	0,1140	0,0445	0,0568	0,0683	0,0790	0,0891	0,0186	0,1160	0,1470	0,0546	0,0696	0,0834	0,0962	0,1080	0,1190	0,1400	0,1760									
	0,2090	0,2710	0,3290	0,3850	0,4380	0,4890	0,5860	0,7630	0,2080	0,2680	0,3260	0,3810	0,4330	0,4840	0,5800	0,7570	0,2060	0,2660	0,3280	0,3770	0,4280	0,4780	0,5740	0,7500									
	0,1650	0,2130	0,2580	0,3000	0,3400	0,3780	0,4490	0,5770	0,1630	0,2090	0,2530	0,2940	0,3320	0,3690	0,4380	0,5610	0,1610	0,2060	0,2480	0,2880	0,3250	0,3610	0,4270	0,5470									
m \ ξ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70									
λ_0	0,30								0,40								0,50																

$\mu = 0,3$

Цифры в клетке обозначают

$\lambda_г$

$\lambda_в$

P_x

P_z

Таблица 4

λ_o	η	0,025								0,05								0,10								0,20							
		0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70
0,10		0,0016	0,0018	0,0019	0,0020	0,0021	0,0021	0,0022	0,0023	0,0033	0,0036	0,0039	0,0041	0,0042	0,0043	0,0046	0,0047	0,0068	0,0075	0,0080	0,0084	0,0087	0,0090	0,0094	0,0099	0,0140	0,0157	0,0169	0,0179	0,0187	0,0193	0,0203	0,0215
		0,0151	0,0177	0,0188	0,0197	0,0203	0,0208	0,0216	0,0226	0,0320	0,0352	0,0375	0,0392	0,0405	0,0416	0,0431	0,0451	0,0632	0,0697	0,0743	0,0777	0,0804	0,0825	0,0857	0,0898	0,1230	0,1350	0,1450	0,1520	0,1570	0,1620	0,1680	0,1770
		0,3550	0,3910	0,4160	0,4350	0,4490	0,4610	0,4780	0,4990	0,3540	0,3900	0,4160	0,4350	0,4490	0,4610	0,4780	0,5000	0,3520	0,3880	0,4140	0,4340	0,4490	0,4610	0,4790	0,5020	0,3470	0,3840	0,4110	0,4320	0,4480	0,4610	0,4810	0,5070
		0,6740	0,7420	0,7890	0,8250	0,8520	0,8740	0,9060	0,9460	0,6700	0,7388	0,7860	0,8220	0,8490	0,8710	0,9040	0,9450	0,6630	0,7310	0,7796	0,8150	0,8430	0,8660	0,9000	0,9420	0,6470	0,7150	0,7640	0,8010	0,8300	0,8540	0,8900	0,9360
0,20		0,0024	0,0028	0,0030	0,0033	0,0035	0,0036	0,0039	0,0042	0,0048	0,0056	0,0062	0,0066	0,0070	0,0073	0,0078	0,0085	0,0097	0,0112	0,0125	0,0135	0,0143	0,0150	0,0161	0,0176	0,0196	0,0231	0,0258	0,0280	0,0299	0,0315	0,0341	0,0378
		0,0118	0,0136	0,0150	0,0161	0,0170	0,0178	0,0189	0,0205	0,0234	0,0271	0,0299	0,0321	0,0339	0,0354	0,0377	0,0409	0,0462	0,0534	0,0589	0,0633	0,0670	0,0700	0,0747	0,0811	0,0896	0,1030	0,1140	0,1230	0,1300	0,1360	0,1460	0,1590
		0,3080	0,3560	0,3930	0,4220	0,4460	0,4660	0,4960	0,5370	0,3070	0,3550	0,3920	0,4220	0,4460	0,4660	0,4970	0,5380	0,3040	0,3530	0,3900	0,4200	0,4450	0,4650	0,4980	0,5410	0,3000	0,3480	0,3860	0,4170	0,4430	0,4640	0,4990	0,5410
		0,5150	0,5950	0,6570	0,7060	0,7450	0,7780	0,8290	0,8970	0,5120	0,5920	0,6530	0,7020	0,7420	0,7750	0,8260	0,8950	0,5090	0,5840	0,6450	0,6940	0,7340	0,7670	0,8200	0,8900	0,4920	0,5690	0,6300	0,6780	0,7190	0,7520	0,8060	0,8800
0,30		0,0028	0,0033	0,0038	0,0042	0,0044	0,0047	0,0051	0,0057	0,00562	0,0067	0,0076	0,0084	0,0090	0,0095	0,0103	0,0116	0,0112	0,0135	0,0153	0,0169	0,0182	0,0193	0,0212	0,0238	0,0227	0,0273	0,0312	0,0345	0,0374	0,0399	0,0441	0,0504
		0,0093	0,0100	0,0124	0,0136	0,0146	0,0154	0,0168	0,0187	0,0183	0,0219	0,0247	0,0270	0,0290	0,0307	0,0334	0,0372	0,0982	0,0431	0,0487	0,0533	0,0572	0,0606	0,0660	0,0737	0,0704	0,0836	0,0943	0,1030	0,1100	0,1170	0,1280	0,1430
		0,2790	0,3320	0,3750	0,4110	0,4410	0,4670	0,5080	0,5660	0,2730	0,3310	0,3740	0,4100	0,4410	0,4670	0,5090	0,5670	0,2760	0,3290	0,3720	0,4090	0,4390	0,4660	0,5090	0,5700	0,2720	0,3250	0,3680	0,4050	0,4370	0,4640	0,5090	0,5750
		0,4210	0,5010	0,5660	0,6200	0,6650	0,7040	0,7660	0,8520	0,4180	0,4980	0,5630	0,6160	0,6620	0,7000	0,7630	0,8500	0,4130	0,4920	0,5560	0,6090	0,6540	0,6930	0,7560	0,8440	0,4030	0,4790	0,5420	0,5940	0,6390	0,6770	0,7410	0,8320
0,40		0,0031	0,0037	0,0043	0,0048	0,0052	0,0055	0,0061	0,0070	0,0061	0,0075	0,0086	0,0096	0,0103	0,0111	0,0123	0,0141	0,0122	0,0149	0,0172	0,0192	0,0209	0,0225	0,0251	0,0289	0,0246	0,0301	0,0349	0,0390	0,0427	0,0460	0,0517	0,00603
		0,0076	0,0092	0,0105	0,0117	0,0127	0,0136	0,0150	0,0171	0,0150	0,0183	0,0210	0,0233	0,0253	0,0270	0,0299	0,0341	0,0297	0,0360	0,0414	0,0459	0,0498	0,0533	0,0590	0,0674	0,0579	0,0700	0,0802	0,0889	0,0965	0,1030	0,1140	0,1310
		0,2590	0,3150	0,3620	0,4020	0,4360	0,4660	0,5160	0,5890	0,2580	0,3140	0,3610	0,4010	0,4360	0,4660	0,5160	0,5900	0,2560	0,3120	0,3590	0,3990	0,4340	0,4650	0,5160	0,5920	0,2530	0,3080	0,3550	0,3950	0,4310	0,4620	0,5160	0,5970
		0,3580	0,4360	0,5010	0,5560	0,6030	0,6440	0,7140	0,8150	0,3560	0,4330	0,4980	0,5520	0,6000	0,6410	0,7100	0,8100	0,3520	0,4280	0,4910	0,5460	0,5930	0,6340	0,7030	0,8040	0,3450	0,4180	0,4790	0,5320	0,5790	0,6190	0,6880	0,7910
0,50		0,0032	0,0040	0,0046	0,0052	0,0057	0,0062	0,0069	0,0080	0,0065	0,0080	0,0093	0,0104	0,0114	0,0123	0,0139	0,0162	0,0129	0,0159	0,0186	0,0209	0,0230	0,0249	0,0281	0,0330	0,0258	0,0320	0,0374	0,0423	0,0467	0,0506	0,0575	0,0684
		0,0061	0,0079	0,0092	0,0103	0,0112	0,0121	0,0136	0,0158	0,0127	0,0157	0,0182	0,0204	0,0224	0,0241	0,0270	0,0314	0,0251	0,0309	0,0359	0,0403	0,0441	0,0475	0,0533	0,0620	0,0491	0,0602	0,0697	0,0780	0,0854	0,0919	0,1030	0,1200
		0,2440	0,3010	0,3510	0,3940	0,4310	0,4650	0,5220	0,6070	0,2440	0,3010	0,3500	0,3940	0,4310	0,4640	0,5210	0,6080	0,2420	0,2990	0,3480	0,3910	0,4290	0,4630	0,5210	0,6090	0,2390	0,2950	0,3440	0,3870	0,4250	0,4600	0,5190	0,6130
		0,3140	0,3880	0,4510	0,5060	0,5540	0,5970	0,6700	0,7780	0,3150	0,3860	0,4480	0,5030	0,5510	0,5940	0,6660	0,7750	0,3100	0,3810	0,4420	0,4970	0,5450	0,5870	0,6590	0,7690	0,3030	0,3730	0,4330	0,4850	0,5320	0,5750	0,6450	0,7560
0,75		0,0035	0,0044	0,0052	0,0059	0,0066	0,0072	0,0083	0,0100	0,0069	0,0087	0,0103	0,0118	0,0132	0,0144	0,0166	0,0201	0,0138	0,0174	0,0207	0,0237	0,0264	0,0290	0,0334	0,0407	0,0275	0,0348	0,0414	0,0475	0,0531	0,0583	0,0676	0,0831
		0,0046	0,0058	0,0069	0,0078	0,0087	0,0095	0,0109	0,0131	0,0092	0,0115	0,0138	0,0155	0,0173	0,0189	0,0217	0,0261	0,0181	0,0227	0,0269	0,0307	0,0341	0,0372	0,0427	0,0515	0,0354	0,0444	0,0524	0,0596	0,0661	0,0721	0,0827	0,0997
		0,2210	0,2790	0,3310	0,3780	0,4210	0,4600	0,5280	0,6370	0,2210	0,2780	0,3300	0,3770	0,4200	0,4530	0,5280	0,6380	0,2190	0,2770	0,3280	0,3750	0,4180	0,4570	0,5270	0,6390	0,2170	0,2740	0,3250	0,3710	0,4140	0,4530	0,5240	0,6400
		0,2460	0,3100	0,3680	0,4200	0,4670	0,5110	0,5870	0,7070	0,2450	0,3090	0,3660	0,4180	0,4650	0,5080	0,5840	0,7040	0,2430	0,3060	0,3620	0,4130	0,4600	0,5030	0,5770	0,6980	0,2390	0,3000	0,3550	0,4050	0,4500	0,4910	0,5650	0,6860
1,00		0,0036	0,0046	0,0055	0,0063	0,0071	0,0079	0,0092	0,0113	0,0072	0,0091	0,0109	0,0126	0,0142	0,0157	0,0183	0,0228	0,0142	0,0182	0,0219	0,0253	0,0285	0,0314	0,0368	0,0459	0,0284	0,0363	0,0457	0,0505	0,0569	0,0629	0,0740	0,0929
		0,0036	0,0046	0,0055	0,0063	0,0071	0,0078	0,0091	0,0112	0,0071	0,0091	0,0108	0,0125	0,0140	0,0154	0,0180	0,0222	0,0146	0,0179	0,0214	0,0247	0,0277	0,0305	0,0355	0,0438	0,0276	0,0351	0,0419	0,0481	0,0538	0,0592	0,0689	0,0850
		0,2070	0,2650	0,3180	0,3670	0,4120	0,4540	0,5300	0,6560	0,2070	0,2640	0,3170	0,3660	0,4110	0,4530	0,5300	0,6560	0,2060	0,2630	0,3150	0,3640	0,4090	0,4510	0,5280	0,6560	0,2040	0,2600	0,3120	0,3610	0,4060	0,4480	0,5250	0,6560
		0,2070	0,2640	0,3170	0,3660	0,4110	0,4530	0,5290	0,6530	0,2060	0,2630	0,3160	0,3640	0,4090	0,4510	0,5260	0,6510	0,2050	0,2610	0,3130	0,3610	0,4050	0,4460	0,5210	0,6450	0,2020	0,2570	0,3070	0,3540	0,3970	0,4370	0,5110	0,6340
1,50		0,0037	0,0048	0,0058	0,0068	0,0077	0,0086	0,0102	0,0130	0,0074	0,0095	0,0115	0,0135	0,0153	0,0171	0,0204	0,0261	0,0146	0,0190	0,0231	0,0270	0,0307	0,0342	0,0408	0,0523	0,0292	0,0378	0,0460	0,0538	0,0612	0,0682	0,0815	0,1050
		0,0024	0,0032	0,0038	0,0045	0,0051	0,0057	0,0068	0,0088	0,0049	0,0063	0,0077	0,0089	0,0101	0,0113	0,0134	0,0171	0,0097	0,0125	0,0151	0,0176	0,0200	0,0223	0,0264	0,0337	0,0191	0,0246	0,0297	0,0346	0,0392	0,0436	0,0516	0,0655
		0,1910	0,2480	0,3010	0,3520	0,4000	0,4450	0,5300	0,6770	0,1910	0,2470	0,3000	0,3510	0,3990	0,4440	0,5290	0,6760	0,1900	0,2460	0,2990	0,3490	0,3970	0,4420	0,5270	0,6750	0,1890	0,2440	0,2970	0,3470	0,3940	0,4390	0,5290	0,6730
		0,1640	0,2120	0,2580	0,3010	0,3420	0,3810	0,4540	0,5790	0,1630	0,2120	0,2570	0,3000	0,3410	0,3800	0,4520	0,5770	0,1630	0,2100	0,2560	0,2980	0,3380	0,3770	0,4480	0,5750	0,1610	0,2080	0,2520	0,2940	0,3330	0,3710	0,4410	0,5640
0,10		0,0218	0,0247	0,0269	0,0287	0,0301	0,0312	0,0331	0,0356	0,0302	0,0345	0,0379	0,0407	0,0430	0,0450	0,0481	0,0525	0,0390	0,0451	0,0500	0,0541	0,0576	0,0607	0,0657	0,0730								
		0,1790	0,1980	0,2120	0,2230	0,2310	0,2380	0,2480	0,2620	0,2320	0,2560	0,2750	0,2890	0,3000	0,3100	0,3250	0,3440	0,2800	0,3110	0,3330	0,3510	0,3650	0,3770	0,3960	0,4220								
		0,3410	0,3800	0,4080	0,4300	0,4470	0,4610	0,4830	0,5120	0,3360	0,3750	0,4040	0,4270	0,4460	0,4610	0,4860	0,5180	0,3300	0,3700	0,4000	0,4240	0,4440	0,4610	0,4880	0,5250								
		0,6300	0,6980	0,7480	0,7860	0,8150	0,8410	0,8790	0,9290	0,6140	0,6810	0,7300	0,7690	0,8000	0,8260	0,8660	0,9200	0,5970	0,6620	0,7120	0,7510	0,7830	0,8100	0,8520	0,9090								
0,20		0,0300	0,0354	0,0399	0,0436	0,0468	0,0496	0,0542	0,0609	0,0405	0,0482	0,0546	0,0601	0,0649	0,0691	0,0763	0,0872	0,0513	0,0615	0,0701	0,0776	0,0842	0,0902	0,1000	0,1160								
		0,1300	0,1500	0,1660	0,1790	0,1890	0,1980	0,2130	0,2330	0,1580	0,1940	0,2140	0,2310	0,0245	0,2570	0,2760	0,3030	0,2040	0,2350	0,2590	0,2790	0,2960	0,3100	0,3340	0,3680								
		0,2950	0,3440	0,3820	0,4140	0,4400	0,4630	0,5000	0,5530	0,2910	0,3390	0,3780	0,4100	0,4380	0,4620	0,5010	0,5590	0,2860	0,3340	0,3730	0,4060	0,4350	0,4600	0,5020	0,5660								
		0,4790	0,5550	0,6140	0,6620	0,7020	0,7370	0,7920	0,8690	0,4670	0,5400	0,5980	0,6450	0,6860	0,7200	0,7760	0,8570	0,4540	0,5250	0,5820	0,6290	0,6680	0,7020	0,7590	0,8430								
0,30		0,0343	0,0415	0,0476	0,0529	0,0576	0,0617	0,0689	0,0798	0,0460	0,0590	0,0644	0,0720	0,0787	0,0847	0,0953	0,1120	0,0578	0,0705	0,0816	0,0916	0,1000	0,1080	0,1230	0,1470								
		0,1020	0,1210	0,1370	0,1500	0,1610	0,1700	0,1860	0,2100	0,1330	0,1570	0,1760	0,1930	0,2070	0,2200	0,2410	0,2720	0,1610	0,1900	0,2140	0,2330	0,2510	0,2660	0,2910	0,3290								
		0,2680	0,3200	0,3640	0,4010	0,4330	0,4620	0,5090	0,5810	0,2640	0,3160	0,3600	0,3970	0,4300	0,4590	0,5090	0,5860	0,2610	0,3120	0,3560	0,3930	0,4270	0,4560	0,5080	0,5910								
		0,3930	0,4670	0,5280	0,5790	0,6230	0,6620	0,7250	0,8200	0,3840	0,4550	0,5140	0,5640	0,6080	0,6460	0,7090	0,8060	0,3750	0,4440	0,5010	0,5500	0,5920	0,6290	0,6930	0,7910								
0,40		0,0369	0,0454	0,0528	0,0593	0,0652	0,0704	0,0797	0,0944	0,0493	0,0608	0,0709	0,0800	0,0882	0,0957	0,1090	0,1300	0,0617	0,0763	0,0883	0,1010	0,1140	0,1210	0,1390	0,1690								
		0,0846	0,1020	0,1160	0,1290	0,1400	0,1490	0,1660	0,1900	0,1090	0,1320	0,1500	0,1660	0,1800	0,1930	0,2140	0,2460	0,1330	0,1600	0,1820	0,2010	0,2180	0,2330	0,2580	0,2980								
		0,2560	0,3040	0,3510	0,3910	0,4270	0,4590	0,5150	0,6010	0,2470	0,3000	0,3460	0,3870	0,4230	0,4560	0,5130	0,6050	0,2430	0,2960	0,3420	0,3830	0,4200	0,4530	0,5120	0,6080								
		0,3370	0,4080	0,4680	0,5190	0,5650	0,6050	0,6730	0,7780	0,3300	0,3980	0,4560	0,5060	0,5510	0,5900	0,6580	0,7640	0,3230	0,3890	0,4450	0,4940	0,5370	0,5760	0,6430	0,7490								
0,50		0,0387	0,0481	0,0564	0,0639	0,0707	0,0770	0,0880	0,1060	0,0516	0,0642	0,0755	0,0858	0,0952	0,1030	0,1190	0,1450	0,0644	0,0803	0,0947	0,1070	0,1200	0,1310	0,1510	0,1870								
		0,0719	0,0878	0,1010	0,1130	0,1240	0,1330	0,1490	0,1750	0,0935	0,1180	0,1310	0,1460	0,1600	0,1720	0,1930	0,2250	0,1140	0,1380	0,1590	0,1770	0,1930	0,2080	0,2330	0,2720								
		0,2360	0,2920	0,3400	0,3830	0,4210	0,4560	0,5180	0,6160	0,2340	0,2880	0,3360	0,3790	0,4180	0,4530	0,5160	0,6180	0,2310	0,2850	0,3320	0,3750	0,4140	0,4490	0,5130	0,6200								
		0,2970	0,3640	0,4230	0,4740	0,5190	0,5600	0,6310	0,7420	0,2910	0,3570	0,4150	0,4680	0,5070	0,5470	0,6170	0,7280	0,2860	0,3490	0,4030	0,4520	0,4950	0,5340	0,6020	0,7140								
0,75		0,0412	0,0521	0,0621	0,0713	0,0799	0,0878	0,1020	0,1270	0,0548	0,0694	0,0827	0,0951	0,1060	0,1170	0,1370	0,1720	0,0683	0,0865	0,1030	0,1180	0,1330	0,1470	0,1730	0,2180								
		0,0521	0,0650	0,0765	0,0868	0,0962	0,1040	0,1200	0,1440	0,0681	0,0847	0,0994	0,1120	0,1240	0,1350	0,1540	0,1860	0,0834	0,1030	0,1210	0,1360	0,1510	0,1640	0,1870	0,2250								
		0,2150	0,2710	0,3220	0,3680	0,4100	0,4500	0,5210	0,6400	0,2130	0,2680	0,3180	0,3640	0,4060	0,4460	0,5180	0,6410	0,2110	0,2660	0,3150	0,3600	0,4030	0,4420	0,5140	0,6400								
		0,2350	0,2950	0,3480	0,3960	0,4400	0,4810	0,5530	0,6730	0,2310	0,2890	0,3410	0,3880	0,4310	0,4710	0,5420	0,6610	0,2280	0,2840	0,3350	0,3840	0,4220	0,4610	0,5000	0,6480								
1,00		0,0425	0,0543	0,0653	0,0756	0,0853	0,0944	0,1110	0,1410	0,0564	0,0722	0,0868	0,1000	0,1130	0,1250	0,1480	0,1890	0,0703	0,0899	0,1080	0,1250	0,1410	0,1570	0,1860	0,2390								
		0,0407	0,0515	0,0613	0,0703	0,0786	0,0863	0,1000	0,1230	0,0534	0,0673	0,0799	0,0914	0,1020	0,1110	0,1290	0,1590	0,0651	0,0825	0,0976	0,1110	0,1240	0,1350	0,1570	0,1930								
		0,2020	0,2580	0,3100	0,3570	0,4020	0,4440	0,5210	0,6550	0,2010	0,2560	0,3070	0,3540	0,3980	0,4400	0,5180	0,6540	0,1990	0,2540	0,3040	0,3510	0,3950	0,4360	0,5140	0,6520								
		0,1990	0,2530	0,3020	0,3480	0,3900	0,4290	0,5010	0,6230	0,1970	0,2490	0,2970	0,3410	0,3820	0,4210	0,4910	0,6120	0,1940	0,2450	0,2920	0,3350	0,3750	0,4150	0,4820	0,6070								
1,50		0,0457	0,0565	0,0667	0,0765	0,0859	0,0914	0,1020	0,1220	0,0580	0,0751	0,0913	0,1060	0,1210	0,1350	0,1620	0,2110	0,0723	0,0935	0,1130	0,1320	0,1510	0,1690	0,2020	0,2650								
		0,0283	0,0363	0,0438	0,0508	0,0574	0,0631	0,0753	0,0955	0,0372	0,0476	0,0573	0,0664	0,0749	0,0829	0,0977	0,1230	0,0459	0,0586	0,0704	0,0813	0,0916	0,1010	0,1190	0,1500								
		0,1980	0,2450	0,2930	0,3440	0,3940	0,4350	0,5200	0,6710	0,1870	0,2440	0,2920	0,3410	0,3880	0,4320	0,5160	0,6680	0,1860	0,2390	0,2900	0,3380	0,3840	0,4290	0,5120	0,6660								
		0,1600	0,2060	0,2490	0,2900	0,3280	0,3650	0,4340	0,5560	0,1580	0,2030	0,2460	0,2860	0,3230	0,3600	0,4270	0,5470	0,1570	0,2010	0,2430	0,2820	0,3190	0,3540	0,4200	0,5390								
m / η		0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70								
λ_o		0,30								0,40								0,50															

$\mu = 0,45$

Цифры в клетке обозначают

$\lambda_г$

$\lambda_в$

p_x

p_z

Таблица 1

λ₀	0,025								0,05								0,10								0,20								λ₀
m / ϰ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	ϰ / m
0,10	0,00243	0,00252	0,00257	0,00260	0,00265	0,00265	0,00268	0,00271	0,0050	0,0052	0,0053	0,0054	0,0054	0,0055	0,0055	0,0056	0,0104	0,0108	0,0111	0,0113	0,0114	0,0115	0,0116	0,0118	0,0228	0,0240	0,0248	0,0253	0,0257	0,0261	0,0265	0,0271	0,10
	0,0238	0,0245	0,0250	0,0254	0,0256	0,0258	0,0261	0,0264	0,0475	0,0490	0,0501	0,0508	0,0513	0,0517	0,0522	0,0529	0,0944	0,0978	0,1000	0,1010	0,1025	0,1030	0,1040	0,1060	0,1860	0,1930	0,1980	0,2020	0,2050	0,2070	0,2100	0,2130	
	0,1920	0,1990	0,2030	0,2060	0,2080	0,2090	0,2110	0,2140	0,1940	0,2010	0,2050	0,2080	0,2100	0,2120	0,2140	0,2170	0,1880	0,2060	0,2160	0,2140	0,2170	0,2180	0,2210	0,2240	0,2070	0,2170	0,2230	0,2280	0,2310	0,2340	0,2370	0,2420	
	0,9620	0,9930	1,0130	1,0270	1,0370	1,0440	1,0550	1,0680	0,9596	0,9920	1,0120	1,0270	1,0370	1,0450	1,0560	1,0700	0,9540	0,9890	1,0110	1,0260	1,0370	1,0460	1,0580	1,0730	0,9410	0,9800	1,0060	1,0240	1,0380	1,0480	1,0630	1,0810	
0,20	0,00425	0,00457	0,00481	0,00498	0,00511	0,00521	0,00536	0,00555	0,0086	0,0093	0,0098	0,0101	0,0104	0,00106	0,0110	0,0114	0,0176	0,0192	0,02014	0,0212	0,0219	0,0224	0,0232	0,0243	0,0369	0,0410	0,0440	0,0464	0,4830	0,0498	0,0523	0,0554	0,20
	0,0207	0,0223	0,0234	0,0243	0,0249	0,0254	0,0261	0,0270	0,0441	0,0446	0,0467	0,0484	0,00497	0,0507	0,0522	0,0540	0,0809	0,0877	0,0926	0,0961	0,0988	0,1010	0,1040	0,1080	0,1560	0,1700	0,1800	0,1880	0,1940	0,1990	0,2070	0,2170	
	0,2520	0,2720	0,2860	0,2960	0,3040	0,3100	0,3190	0,3300	0,2530	0,2750	0,2890	0,3002	0,3089	0,3150	0,3250	0,3360	0,2560	0,2800	0,2960	0,3080	0,3180	0,3250	0,3370	0,3510	0,2620	0,2900	0,3100	0,3260	0,3390	0,3490	0,3650	0,3850	
	0,8450	0,9130	0,9590	0,9920	1,0180	1,0380	1,0670	1,1030	0,8390	0,9086	0,9556	0,9890	1,0150	1,0360	1,0675	1,1040	0,8260	0,8970	0,9460	0,9820	1,0100	1,0330	1,0660	1,1070	0,7980	0,8720	0,9250	0,9650	0,9970	1,0230	1,0620	1,1130	
0,30	0,00528	0,00596	0,00647	0,00685	0,00716	0,00741	0,00779	0,00827	0,00106	0,00120	0,00131	0,00139	0,00145	0,00151	0,00159	0,00170	0,00215	0,00245	0,00268	0,00287	0,00301	0,00314	0,00333	0,00359	0,00439	0,00507	0,00562	0,00607	0,00645	0,00677	0,00731	0,00807	0,30
	0,01773	0,00195	0,00211	0,00223	0,00233	0,00241	0,00253	0,00268	0,00342	0,00386	0,00418	0,00443	0,00463	0,00479	0,00504	0,00535	0,00669	0,00756	0,00822	0,00873	0,00914	0,00948	0,01000	0,01070	0,01270	0,01440	0,01570	0,01680	0,01770	0,01840	0,01950	0,02120	
	0,2800	0,3160	0,3430	0,3630	0,3790	0,3920	0,4120	0,4380	0,2810	0,3180	0,3450	0,3670	0,3846	0,3980	0,4190	0,4470	0,2820	0,3210	0,3500	0,3740	0,3930	0,4090	0,4330	0,4660	0,2830	0,3260	0,3600	0,3870	0,4110	0,4310	0,4630	0,5090	
	0,7140	0,8040	0,8700	0,9210	0,9610	0,9930	1,0430	1,1070	0,7060	0,7960	0,8630	0,9150	0,9561	0,9890	1,0400	1,1070	0,6910	0,7810	0,8490	0,9010	0,9440	0,9790	1,0340	1,1060	0,6600	0,7490	0,8170	0,8720	0,9170	0,9550	1,0160	1,1000	
0,40	0,00582	0,00680	0,00757	0,00819	0,00870	0,00913	0,00980	0,0107	0,0116	0,0136	0,0152	0,0165	0,0176	0,0185	0,0199	0,0219	0,00234	0,0275	0,00309	0,00337	0,00360	0,00380	0,00413	0,00460	0,00469	0,00558	0,00632	0,00696	0,00751	0,00800	0,00884	0,01010	0,40
	0,0143	0,00167	0,0185	0,0200	0,0212	0,0223	0,0238	0,0261	0,00283	0,00330	0,00367	0,00397	0,00421	0,00442	0,00475	0,00520	0,00553	0,00645	0,00718	0,00777	0,00827	0,00869	0,00937	0,01030	0,01050	0,01220	0,01360	0,01480	0,01580	0,01660	0,01810	0,02010	
	0,2900	0,3390	0,3770	0,4080	0,4330	0,4540	0,4880	0,5330	0,2500	0,3390	0,3780	0,4100	0,4360	0,4590	0,4940	0,5430	0,2890	0,3400	0,3810	0,4140	0,4430	0,4670	0,5070	0,5630	0,2870	0,3400	0,3840	0,4220	0,4550	0,4830	0,5320	0,6060	
	0,5970	0,6960	0,7790	0,8350	0,8810	0,9260	0,9960	1,0870	0,5960	0,6880	0,7650	0,8270	0,8790	0,9220	0,9910	1,0840	0,5760	0,6720	0,7480	0,8110	0,8630	0,9070	0,9780	1,0780	0,5490	0,6400	0,7140	0,7760	0,8280	0,8740	0,9490	1,0590	
0,50	0,00605	0,00726	0,00826	0,00909	0,00980	0,0104	0,0114	0,0128	0,0121	0,0145	0,0158	0,0182	0,0197	0,0210	0,0231	0,0261	0,00241	0,00291	0,00333	0,00369	0,00400	0,00428	0,00474	0,00543	0,00480	0,00583	0,00672	0,00750	0,00819	0,00882	0,00992	0,01160	0,50
	0,0119	0,0143	0,0162	0,0178	0,0192	0,0205	0,0223	0,0249	0,0236	0,00282	0,00320	0,00352	0,00379	0,00403	0,00441	0,00496	0,00461	0,00551	0,00625	0,00687	0,00741	0,00788	0,00866	0,00979	0,00877	0,01040	0,01180	0,01300	0,01400	0,01500	0,01650	0,01890	
	0,2900	0,3480	0,3950	0,4350	0,4680	0,4970	0,5450	0,6120	0,2890	0,3470	0,3950	0,4360	0,4711	0,5016	0,5500	0,6220	0,2870	0,3460	0,3960	0,4380	0,4740	0,5060	0,5600	0,6410	0,2840	0,3440	0,3950	0,4400	0,4800	0,5160	0,5780	0,6780	
	0,5030	0,6020	0,6830	0,7500	0,8080	0,8570	0,9370	1,0500	0,4920	0,5940	0,6750	0,7420	0,7991	0,8480	0,9300	1,0450	0,4850	0,5800	0,6580	0,7240	0,7810	0,8310	0,9130	1,0340	0,4620	0,5510	0,6260	0,6890	0,7450	0,7940	0,8770	1,0040	
0,75	0,00607	0,00759	0,00893	0,0101	0,0112	0,0121	0,0138	0,0165	0,0121	0,0151	0,0178	0,00202	0,00224	0,00244	0,00279	0,00334	0,00240	0,00301	0,00355	0,00404	0,00449	0,00490	0,00562	0,00680	0,00415	0,00596	0,00705	0,00804	0,00897	0,00982	0,01130	0,01400	0,75
	0,00802	0,00100	0,00117	0,00133	0,00147	0,00159	0,00181	0,00215	0,00158	0,00197	0,00232	0,00263	0,00290	0,00315	0,00358	0,00426	0,00310	0,00386	0,00452	0,00511	0,00565	0,00613	0,00697	0,00832	0,00596	0,00736	0,00859	0,00969	0,01060	0,01150	0,01310	0,01570	
	0,2740	0,3430	0,4040	0,4580	0,5070	0,5510	0,6230	0,7470	0,2730	0,3420	0,4030	0,4570	0,5060	0,5510	0,6290	0,7530	0,2710	0,3390	0,4000	0,4550	0,5050	0,5510	0,6320	0,7640	0,2670	0,3340	0,3950	0,4500	0,5010	0,5490	0,6350	0,7810	
	0,3750	0,4310	0,5060	0,5780	0,6340	0,6880	0,7820	0,9280	0,3410	0,4260	0,5000	0,5660	0,6250	0,6790	0,7730	0,9190	0,3350	0,4160	0,4880	0,5520	0,6090	0,6620	0,7540	0,9000	0,3210	0,3980	0,4650	0,5240	0,5780	0,6280	0,7150	0,8580	
1,00	0,00585	0,00747	0,00897	0,0103	0,0116	0,0128	0,0150	0,0186	0,00116	0,0149	0,0178	0,00206	0,00232	0,00256	0,00300	0,00373	0,00231	0,00296	0,00355	0,0410	0,00462	0,00511	0,00599	0,00752	0,00458	0,00584	0,00702	0,00811	0,00915	0,01010	0,01190	0,01510	1,00
	0,00581	0,00742	0,00889	0,0102	0,0115	0,0126	0,0147	0,0182	0,0115	0,0146	0,0175	0,00202	0,00227	0,00249	0,00291	0,00360	0,00226	0,00287	0,00343	0,00394	0,00442	0,00486	0,00566	0,00699	0,00438	0,00552	0,00656	0,00750	0,00838	0,00920	0,01060	0,01310	
	0,2570	0,3280	0,3940	0,4550	0,5110	0,5640	0,6590	0,8170	0,2560	0,3270	0,3920	0,4550	0,5100	0,5620	0,6580	0,8190	0,2540	0,3240	0,3890	0,4500	0,5060	0,5590	0,6560	0,8220	0,2500	0,3190	0,3830	0,4430	0,4990	0,5520	0,6510	0,8240	
	0,2560	0,3260	0,3910	0,4510	0,5060	0,5580	0,6510	0,8050	0,2530	0,3230	0,3870	0,4460	0,5000	0,5510	0,6420	0,7950	0,2490	0,3170	0,3780	0,4350	0,4880	0,5370	0,6260	0,7750	0,2410	0,3050	0,3630	0,4160	0,4650	0,5100	0,5930	0,7340	
1,50	0,00541	0,00705	0,00862	0,0101	0,0115	0,0129	0,0155	0,0202	0,0107	0,0140	0,00171	0,00201	0,00230	0,00258	0,00310	0,00404	0,00214	0,00279	0,00341	0,00401	0,00458	0,00513	0,00617	0,00806	0,00425	0,00552	0,00674	0,00791	0,00903	0,01010	0,01210	0,01590	1,50
	0,00359	0,00468	0,00571	0,00670	0,00765	0,00856	0,0102	0,0133	0,00711	0,00933	0,0113	0,00132	0,00151	0,00169	0,00202	0,00262	0,00141	0,00183	0,00222	0,00260	0,00296	0,00330	0,00395	0,00510	0,00275	0,00355	0,00430	0,00501	0,00568	0,00631	0,00751	0,00962	
	0,2300	0,3000	0,3670	0,4320	0,4930	0,5520	0,6640	0,8640	0,2300	0,2990	0,3660	0,4300	0,4910	0,5500	0,6610	0,8610	0,2280	0,2970	0,3630	0,4270	0,4870	0,5460	0,6560	0,8570	0,2260	0,2940	0,3580	0,4200	0,4800	0,5370	0,6460	0,8470	
	0,1650	0,2150	0,2630	0,3080	0,3520	0,3940	0,4738	0,6140	0,1640	0,2130	0,2610	0,3060	0,3490	0,3900	0,4670	0,6067	0,1620	0,2100	0,2560	0,3000	0,3420	0,3820	0,4560	0,5900	0,1590	0,2050	0,2480	0,2900	0,3290	0,3660	0,4360	0,5610	
0,10	0,00376	0,00401	0,00419	0,00432	0,00442	0,00450	0,00461	0,00476	0,00552	0,00599	0,634	0,00661	0,00683	0,00701	0,00729	0,00766	0,00755	0,00838	0,00903	0,00957	0,100	0,104	0,110	0,120									
	0,2730	0,2860	0,2950	0,3010	0,3060	0,3100	0,3150	0,3220	0,3550	0,3740	0,3880	0,3980	0,4060	0,4120	0,4210	0,4330	0,4300	0,4560	0,4740	0,4890	0,5000	0,5100	0,5250	0,547									
	0,2160	0,2290	0,2380	0,2440	0,2490	0,2530	0,2590	0,2660	0,2270	0,2430	0,2550	0,2650	0,2720	0,2780	0,2870	0,3000	0,237	0,258	0,2750	0,2890	0,3000	0,3100	0,3270	0,350									
	0,9250	0,9690	0,9980	1,0200	1,0360	1,0490	1,0680	1,0910	0,9030	0,9520	0,9860	1,0120	1,0320	1,0480	1,0720	1,1030	0,8750	0,928	0,9670	0,9980	1,0210	1,0420	1,0740	1,1180									
0,20	0,00578	0,00653	0,00711	0,00759	0,00798	0,00832	0,00887	0,00965	0,00800	0,00918	0,1010	0,1090	0,1160	0,1230	0,1340	0,1510	0,1030	0,1190	0,1340	0,1470	0,1580	0,1690	0,1880	0,2230									
	0,2240	0,2460	0,2620	0,2750	0,2850	0,2930	0,3070	0,3250	0,2850	0,3140	0,3360	0,3540	0,3680	0,3810	0,4010	0,4300	0,3400	0,3740	0,4010	0,4230	0,4420	0,4580	0,4850	0,5270									
	0,2670	0,2990	0,3240	0,3440	0,3610	0,3750	0,3980	0,4300	0,2711	0,3080	0,3370	0,3620	0,3840	0,4030	0,4350	0,4860	0,2740	0,3140	0,3480	0,3780	0,4050	0,4300	0,4750	0,5520									
	0,7670	0,8420	0,8980	0,9420	0,977	1,0078	1,0520	1,1170	0,7340	0,8090	0,8660	0,9120	0,9510	0,9830	1,0370	1,1150	0,7000	0,7730	0,8300	0,8760	0,9160	0,9510	1,0090	1,1000									
0,30	0,00668	0,00782	0,00876	0,00957	0,1020	0,1090	0,1190	0,1360	0,00900	0,1060	0,1200	0,1320	0,1440	0,1540	0,1720	0,2040	0,1130	0,1340	0,1540	0,1710	0,1870	0,2020	0,2300	0,2820									
	0,1820	0,2060	0,2260	0,2410	0,2550	0,2660	0,2850	0,3120	0,2300	0,2610	0,2860	0,3060	0,3240	0,3390	0,3650	0,4050	0,2740	0,3100	0,3390	0,3630	0,3840	0,4030	0,4340	0,4840									
	0,2830	0,3290	0,3670	0,3990	0,4270	0,4521	0,4940	0,5590	0,2820	0,3311	0,3725	0,4080	0,4410	0,4700	0,5230	0,6110	0,2810	0,3320	0,3760	0,4150	0,4510	0,4850	0,5480	0,6610									
	0,6290	0,7150	0,7825	0,8387	0,8846	0,9241	0,990	1,0880	0,5990	0,6810	0,7461	0,8000	0,8470	0,8870	0,9560	1,0630	0,5700	0,6470	0,7090	0,7610	0,8060	0,8460	0,9150	1,0250									
0,40	0,00705	0,00845	0,00965	0,01070	0,01160	0,01250	0,01400	0,01650	0,00938	0,01130	0,01300	0,01450	0,01590	0,01720	0,01960	0,0238	0,01160	0,01410	0,01630	0,01830	0,02020	0,02200	0,02540	0,03160									
	0,01490	0,01740	0,01940	0,02110	0,02250	0,02380	0,02590	0,02920	0,01890	0,0220	0,02450	0,02660	0,02850	0,03010	0,03290	0,03730	0,02260	0,02610	0,02900	0,03150	0,03360	0,03550	0,03880	0,04410									
	0,02850	0,03390	0,03860	0,04270	0,04630	0,04960	0,05550	0,06500	0,02820	0,03380	0,03860	0,04300	0,04690	0,05060	0,05730	0,06890	0,02780	0,03350	0,03850	0,04300	0,04730	0,05120	0,05860	0,07210									
	0,05230	0,06090	0,06800	0,07390	0,07910	0,08360	0,09120	0,10310	0,04980	0,05790	0,06460	0,07030	0,07520	0,07960	0,08720	0,09930	0,04750	0,05510	0,06130	0,06660	0,07130	0,07550	0,08280	0,09460									
0,50	0,00716	0,00874	0,1010	0,01130	0,01240	0,01350	0,01540	0,01860	0,00948	0,01160	0,01350	0,01520	0,01680	0,01830	0,02110	0,0260	0,01170	0,01440	0,01680	0,01900	0,02110	0,02310	0,02680	0,03370									
	0,01250	0,01480	0,01680	0,01850	0,01990	0,02130	0,02350	0,02710	0,01590	0,01880	0,02120	0,02330	0,02510	0,02680	0,02960	0,03420	0,01900	0,02230	0,02510	0,02760	0,02970	0,03160	0,03490	0,04050									
	0,0280	0,03410	0,0393	0,0440	0,04830	0,05220	0,05920	0,07110	0,02760	0,03370	0,03900	0,04390	0,04830	0,05250	0,06020	0,07380	0,02720	0,03330	0,03870	0,04360	0,04820	0,05250	0,06070	0,07560									
	0,04410	0,05250	0,05950	0,06550	0,07080	0,07550	0,08370	0,09670	0,04220	0,05000	0,05650	0,06240	0,06710	0,07160	0,0795	0,09220	0,04030	0,04760	0,05370	0,05900	0,06360	0,06780	0,07520	0,08740									
0,75	0,00704	0,00884	0,1040	0,01190	0,01330	0,01470	0,01710	0,0215	0,00928	0,01160	0,01380	0,01580	0,01770	0,01950	0,0229	0,0290	0,01140	0,01430	0,01700	0,01960	0,02190	0,02420	0,02850	0,03650									
	0,00859	0,01050	0,01220	0,01370	0,01510	0,01640	0,01860	0,02230	0,01100	0,01340	0,01550	0,01740	0,01910	0,02060	0,0234	0,0279	0,01320	0,01610	0,01850	0,02070	0,02260	0,02440	0,02750	0,03270									
	0,02630	0,03290	0,03900	0,04450	0,04970	0,05450	0,06340	0,07920	0,02590	0,03250	0,03840	0,04390	0,04910	0,05400	0,06310	0,07970	0,02550	0,03200	0,03780	0,04330	0,04850	0,05340	0,06260	0,07970									
	0,03090	0,03810	0,04430	0,04990	0,05490	0,05960	0,06780	0,08150	0,02980	0,03650	0,04230	0,04750	0,05220	0,05650	0,0642	0,07710	0,02880	0,03500	0,04050	0,04530	0,04970	0,05370	0,06080	0,07280									
1,00	0,00679	0,00865	0,1030	0,01200	0,01350	0,01500	0,01780	0,0228	0,00894	0,01130	0,01360	0,01580	0,01780	0,0198	0,0235	0,03030	0,01100	0,01400	0,01680	0,01950	0,02200	0,02450	0,02910	0,03770									
	0,00635	0,00796	0,00941	0,01070	0,01190	0,01300	0,01510	0,01850	0,00821	0,01020	0,01200	0,01360	0,01510	0,01650	0,01900	0,02330	0,00995	0,01230	0,01440	0,01630	0,01800	0,01960	0,02250	0,02740									
	0,247	0,3150	0,377	0,4360	0,4920	0,5450	0,6440	0,8230	0,2440	0,3100	0,3720	0,4300	0,4850	0,5370	0,6360	0,8170	0,2410	0,3060	0,3660	0,4230	0,4770	0,5290	0,6270	0,8100									
	0,2340	0,2940	0,3480	0,3980	0,4430	0,4860	0,5630	0,6950	0,227	0,284	0,3350	0,3810	0,4230	0,463	0,5350	0,6950	0,2210	0,2740	0,3220	0,3660	0,4050	0,4420	0,5090	0,6230									
1,50	0,00632	0,00819	0,00999	0,01170	0,01330	0,01490	0,01800	0,0237	0,00834	0,01080	0,01310	0,01540	0,01750	0,01960	0,02360	0,03120	0,01030	0,01330	0,01620	0,01900	0,02160	0,02420	0,02920	0,03850									
	0,00404	0,00518	0,00624	0,00724	0,00818	0,00907	0,01070	0,01361	0,00527	0,00672	0,00836	0,00981	0,01040	0,01150	0,01360	0,01720	0,00644	0,00818	0,00977	0,01120	0,01260	0,01390	0,01620	0,02040									
	0,224	0,290	0,3530	0,4140	0,4720	0,5290	0,6360	0,8350	0,2210	0,2870	0,3490	0,4080	0,4650	0,520	0,6260	0,8230	0,2190	0,2830	0,3440	0,4020	0,4580	0,5120	0,6160	0,8100									
	0,1550	0,2000	0,2410	0,2800	0,3170	0,3520	0,4183	0,5330	0,1520	0,1950	0,2340	0,2710	0,3060	0,3390	0,4000	0,5080	0,1490	0,1900	0,2280	0,2630	0,2950	0,3260	0,3840	0,4850									
m / ϰ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	ϰ / m
λ₀	0,30								0,40								0.50																λ₀

$\mu = 0,10$

Цифры в клетке обозначают

λ_r

$\lambda_в$

P_x

P_z

Таблица 2

λ_z	0,025								0,05								0,10								0,20								λ_o
ξ / m	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	ξ / m
0,10	0,0022	0,0023	0,0024	0,0024	0,0025	0,0025	0,0026	0,0026	0,0045	0,0047	0,0049	0,0050	0,0051	0,0052	0,0053	0,0054	0,0094	0,0099	0,0103	0,0105	0,0107	0,0109	0,0111	0,0114	0,0202	0,0216	0,0226	0,0233	0,0239	0,0243	0,0250	0,0258	0,10
	0,0217	0,0228	0,0235	0,0240	0,0244	0,0246	0,0251	0,0255	0,0433	0,0455	0,0470	0,0480	0,0487	0,0493	0,0501	0,0511	0,0859	0,0905	0,0935	0,0956	0,0972	0,0985	0,1000	0,1020	0,1680	0,1780	0,1840	0,1890	0,1930	0,1960	0,2000	0,2050	
	0,263	0,276	0,2840	0,290	0,295	0,298	0,305	0,3090	0,2540	0,2770	0,2860	0,2930	0,2970	0,3010	0,3060	0,3120	0,2650	0,2800	0,2900	0,2970	0,3020	0,3060	0,3120	0,3190	0,2690	0,2860	0,2980	0,3060	0,3120	0,3170	0,3250	0,3340	
	0,8880	0,932	0,9610	0,9810	0,996	1,008	1,024	1,044	0,8350	0,9300	0,9590	0,9800	0,9950	1,0070	1,0250	1,0450	0,8780	0,9250	0,9560	0,9770	0,9940	1,0060	1,0250	1,0470	0,8620	0,9120	0,9460	0,9710	0,9890	1,0040	1,0250	1,0510	
0,20	0,0037	0,0040	0,0043	0,0045	0,0047	0,0048	0,0050	0,0052	0,0074	0,0082	0,0088	0,0092	0,0095	0,0098	0,0102	0,0107	0,0151	0,0168	0,0181	0,0190	0,0195	0,0204	0,0213	0,0225	0,0314	0,0354	0,0385	0,0409	0,0429	0,0445	0,0471	0,0506	0,20
	0,0180	0,0188	0,0211	0,0221	0,0228	0,0234	0,0243	0,0254	0,0357	0,0394	0,0420	0,0440	0,0455	0,0467	0,0485	0,0508	0,0703	0,0777	0,0831	0,0871	0,0902	0,0928	0,0966	0,1010	0,1350	0,1500	0,1610	0,1700	0,1760	0,1820	0,1900	0,2020	
	0,2910	0,3210	0,3420	0,3590	0,3700	0,3790	0,3940	0,4120	0,2910	0,3220	0,3430	0,3600	0,3730	0,3830	0,3980	0,4170	0,2920	0,3240	0,3470	0,3650	0,3790	0,3900	0,4070	0,4290	0,2920	0,3280	0,3540	0,3740	0,3910	0,4050	0,4260	0,4550	
	0,7500	0,8270	0,8800	0,9200	0,9510	0,9760	1,0130	1,0590	0,7450	0,8220	0,8760	0,9170	0,9490	0,9740	1,0120	1,0590	0,7340	0,8110	0,8670	0,9090	0,9420	0,9690	1,0090	1,0600	0,7100	0,7880	0,8460	0,8910	0,9270	0,9560	1,0010	1,0600	
0,30	0,0045	0,0052	0,0057	0,0061	0,0064	0,0067	0,0071	0,0076	0,0090	0,0104	0,0114	0,0123	0,0129	0,0135	0,0144	0,0155	0,0182	0,0211	0,0233	0,0252	0,0266	0,0279	0,0299	0,0326	0,0370	0,0433	0,0484	0,0527	0,0563	0,0594	0,0645	0,0719	0,30
	0,0147	0,0169	0,0185	0,0198	0,0208	0,0217	0,0230	0,0247	0,0292	0,0335	0,0368	0,0393	0,0414	0,0431	0,0458	0,0493	0,0573	0,0658	0,0723	0,0774	0,0817	0,0852	0,0907	0,0981	0,1100	0,1260	0,1390	0,1490	0,1580	0,1650	0,1770	0,1930	
	0,2980	0,3420	0,3750	0,4010	0,4220	0,4400	0,4670	0,5020	0,2980	0,3420	0,3760	0,4030	0,4250	0,4430	0,4710	0,5080	0,2970	0,3430	0,3780	0,4060	0,4300	0,4490	0,4800	0,5220	0,2950	0,3430	0,3810	0,4130	0,4390	0,4620	0,4990	0,5520	
	0,6270	0,7190	0,7880	0,8420	0,8860	0,9220	0,9770	1,0500	0,6210	0,7130	0,7820	0,8370	0,8810	0,9170	0,9740	1,0490	0,6100	0,7000	0,7700	0,8250	0,8700	0,9070	0,9670	1,0460	0,5870	0,6750	0,7440	0,8000	0,8460	0,8860	0,9490	1,0380	
0,40	0,0048	0,0058	0,0066	0,0072	0,0077	0,0081	0,0088	0,0097	0,0099	0,0117	0,0132	0,0144	0,0154	0,0163	0,0178	0,0197	0,0198	0,0236	0,0267	0,0293	0,0315	0,0334	0,0366	0,0411	0,0398	0,0478	0,0545	0,0602	0,0653	0,0697	0,0773	0,0889	0,40
	0,0122	0,0144	0,0161	0,0176	0,0188	0,0198	0,0214	0,0236	0,0241	0,0285	0,0320	0,0349	0,0373	0,0393	0,0426	0,0471	0,0473	0,0558	0,0627	0,0683	0,0731	0,0772	0,0839	0,0933	0,0906	0,1060	0,1190	0,1300	0,1400	0,1480	0,1620	0,1810	
	0,2350	0,2790	0,3140	0,3420	0,3650	0,3840	0,4140	0,4570	0,2340	0,2790	0,3140	0,3420	0,3650	0,3840	0,4140	0,4570	0,2340	0,2790	0,3140	0,3420	0,3650	0,3840	0,4140	0,4570	0,2340	0,2790	0,3140	0,3420	0,3650	0,3840	0,4140	0,4570	
	0,5280	0,6230	0,7000	0,7620	0,8140	0,8580	0,9280	1,0240	0,5230	0,6170	0,6930	0,7550	0,8070	0,8520	0,9230	1,0220	0,5130	0,6050	0,6800	0,7420	0,7940	0,8390	0,9120	1,0150	0,4930	0,5810	0,6540	0,7150	0,7670	0,8120	0,8870	0,9880	
0,50	0,0052	0,0062	0,0072	0,0079	0,0086	0,0092	0,0101	0,0114	0,0103	0,0125	0,0143	0,0159	0,0172	0,0184	0,0204	0,0233	0,0206	0,0251	0,0288	0,0321	0,0349	0,0374	0,0417	0,0481	0,0411	0,0502	0,0581	0,0651	0,0713	0,0769	0,0867	0,1020	0,50
	0,0102	0,0125	0,0141	0,0156	0,0168	0,0179	0,0198	0,0224	0,0202	0,0244	0,0279	0,0308	0,0334	0,0356	0,0396	0,0445	0,0396	0,0478	0,0546	0,0603	0,0653	0,0697	0,0770	0,0878	0,0760	0,0913	0,1040	0,1150	0,1240	0,1330	0,1470	0,1690	
	0,2880	0,3490	0,3990	0,4420	0,4780	0,5100	0,5630	0,6380	0,2870	0,3480	0,3990	0,4420	0,4790	0,5120	0,5660	0,6440	0,2850	0,3460	0,3970	0,4420	0,4800	0,5140	0,5710	0,6570	0,2810	0,3420	0,3950	0,4400	0,4810	0,5180	0,5840	0,6810	
	0,4500	0,5440	0,6220	0,6880	0,7440	0,7950	0,8830	0,9990	0,4460	0,5390	0,6150	0,6810	0,7370	0,7860	0,8670	0,9840	0,4370	0,5280	0,6030	0,6680	0,7230	0,7720	0,8540	0,9740	0,4210	0,5070	0,5790	0,6410	0,6950	0,7430	0,8250	0,9510	
0,75	0,0053	0,0066	0,0078	0,0089	0,0098	0,0107	0,0122	0,0146	0,0105	0,0152	0,0156	0,0177	0,0197	0,0215	0,0246	0,0295	0,0210	0,0263	0,0312	0,0355	0,0395	0,0431	0,0496	0,0601	0,0416	0,0523	0,0620	0,0709	0,0791	0,0867	0,1000	0,1230	0,75
	0,0070	0,0088	0,0103	0,0117	0,0129	0,0141	0,0160	0,0191	0,0138	0,0173	0,0204	0,0231	0,0256	0,0278	0,0317	0,0379	0,0272	0,0340	0,0399	0,0452	0,0500	0,0544	0,0620	0,0742	0,0526	0,0652	0,0764	0,0864	0,0954	0,1030	0,1180	0,1410	
	0,2670	0,3350	0,3950	0,4490	0,4980	0,5420	0,6190	0,7390	0,2660	0,3340	0,3940	0,4480	0,4970	0,5410	0,6190	0,7450	0,2640	0,3310	0,3920	0,4460	0,4950	0,5400	0,6200	0,7490	0,2610	0,3270	0,3860	0,4410	0,4900	0,5370	0,6200	0,7600	
	0,3220	0,4030	0,4750	0,5400	0,5980	0,6500	0,7410	0,8840	0,3190	0,4000	0,4710	0,5340	0,5910	0,6430	0,7340	0,8770	0,3140	0,3920	0,4610	0,5230	0,5790	0,6300	0,7200	0,8620	0,3050	0,3780	0,4440	0,5030	0,5560	0,6040	0,6910	0,8320	
1,00	0,0052	0,0066	0,0078	0,0089	0,0098	0,0107	0,0122	0,0146	0,0100	0,0132	0,0159	0,0183	0,0206	0,0228	0,0267	0,0332	0,0206	0,0264	0,0317	0,0366	0,0412	0,0455	0,0534	0,0669	0,0409	0,0522	0,0628	0,0725	0,0819	0,0905	0,1060	0,1350	1,00
	0,0052	0,0066	0,0079	0,0091	0,0102	0,0112	0,0131	0,0162	0,0102	0,0130	0,0156	0,0180	0,0202	0,0223	0,0260	0,0321	0,0202	0,0257	0,0307	0,0353	0,0395	0,0435	0,0507	0,0627	0,0393	0,0496	0,0591	0,0677	0,0757	0,0831	0,0965	0,1190	
	0,2490	0,3180	0,3820	0,4410	0,4960	0,5470	0,6390	0,7910	0,2480	0,3170	0,3810	0,4400	0,4940	0,5450	0,6380	0,7920	0,2470	0,3150	0,3780	0,4370	0,4910	0,5420	0,6350	0,7940	0,2440	0,3110	0,3730	0,4310	0,4850	0,5360	0,6300	0,7950	
	0,2480	0,3170	0,3800	0,4380	0,4926	0,5430	0,6330	0,7830	0,2470	0,3140	0,3770	0,4340	0,4880	0,5370	0,6270	0,7760	0,2430	0,3100	0,3700	0,4260	0,4780	0,5260	0,6140	0,7600	0,2370	0,3000	0,3580	0,4110	0,4600	0,5060	0,5890	0,7310	
1,50	0,0049	0,0064	0,0079	0,0092	0,0105	0,0117	0,0141	0,0182	0,0099	0,0128	0,0157	0,0184	0,0210	0,0235	0,0281	0,0365	0,0197	0,0256	0,0312	0,0366	0,0418	0,0467	0,0561	0,0729	0,0390	0,0507	0,0618	0,0725	0,0827	0,0925	0,1110	0,1450	1,50
	0,0033	0,0043	0,0052	0,0061	0,0070	0,0078	0,0093	0,0120	0,0066	0,0085	0,0103	0,0121	0,0138	0,0154	0,0184	0,0243	0,0129	0,0167	0,0204	0,0238	0,0271	0,0302	0,0360	0,0463	0,0253	0,0327	0,0396	0,0461	0,0522	0,0581	0,0690	0,0883	
	0,2240	0,2920	0,3560	0,4180	0,4770	0,5330	0,6390	0,8270	0,2240	0,2910	0,355	0,4160	0,4750	0,5310	0,6370	0,8260	0,2220	0,2890	0,3530	0,4140	0,4720	0,5280	0,6330	0,8220	0,2200	0,2860	0,3480	0,4080	0,4650	0,5200	0,6250	0,8140	
	0,1710	0,2220	0,2710	0,3180	0,3630	0,4050	0,4860	0,6270	0,1700	0,2210	0,2700	0,3160	0,3600	0,4020	0,4810	0,6210	0,1690	0,2190	0,2660	0,3110	0,3540	0,3950	0,4720	0,5090	0,1660	0,2140	0,2590	0,3030	0,3440	0,3830	0,4560	0,5860	
0,10	0,0327	0,0355	0,0375	0,0390	0,0402	0,0412	0,0426	0,0445	0,0469	0,0518	0,0554	0,0583	0,0606	0,0625	0,0656	0,0696	0,0629	0,0706	0,0768	0,0818	0,0861	0,0898	0,0959	0,1040									
	0,2460	0,2620	0,2720	0,2800	0,2870	0,2930	0,2930	0,3070	0,3480	0,3440	0,3660	0,3680	0,3770	0,3840	0,3960	0,4100	0,3860	0,4140	0,4340	0,4500	0,4630	0,4730	0,4890	0,5120									
	0,2730	0,2930	0,3070	0,3170	0,3250	0,3310	0,3410	0,3530	0,2770	0,3000	0,3170	0,3290	0,3400	0,3480	0,3620	0,3790	0,2800	0,3070	0,3270	0,3430	0,3570	0,3690	0,3870	0,4140									
	0,1430	0,8970	0,9350	0,9620	0,9830	1,0000	1,1025	1,0560	0,8220	0,8790	0,9190	0,9500	0,9740	0,9930	1,0230	1,0610	0,7970	0,8560	0,8990	0,9330	0,9600	0,9820	1,0170	1,0660									
0,20	0,0487	0,0557	0,0613	0,0658	0,0696	0,0729	0,0782	0,0858	0,0668	0,0775	0,0862	0,0936	0,1000	0,1050	0,1150	0,1300	0,0857	0,1000	0,1130	0,1240	0,1330	0,1430	0,1590	0,1860									
	0,1950	0,2180	0,2340	0,2470	0,2580	0,2670	0,2810	0,3000	0,2500	0,2790	0,3010	0,3180	0,3330	0,3450	0,3660	0,3940	0,3000	0,3340	0,3610	0,3820	0,4010	0,4160	0,4430	0,4820									
	0,2930	0,3310	0,3600	0,3840	0,4040	0,4210	0,4480	0,4860	0,2920	0,3330	0,3660	0,3930	0,4170	0,4370	0,4710	0,5250	0,2910	0,3340	0,3700	0,4010	0,4280	0,4520	0,4950	0,5650									
	0,6850	0,7630	0,8220	0,8690	0,9070	0,9390	0,9890	1,0580	0,6600	0,7370	0,7960	0,8440	0,8830	0,9170	0,9730	1,0520	0,6340	0,7090	0,7670	0,8150	0,8560	0,8910	0,9490	1,0390									
0,30	0,0563	0,0665	0,0750	0,0823	0,0886	0,0943	0,1040	0,1180	0,0757	0,0902	0,1020	0,1130	0,1230	0,1320	0,1480	0,1740	0,0953	0,1140	0,1310	0,1460	0,1590	0,1720	0,1960	0,2370									
	0,1580	0,1810	0,2000	0,2150	0,2280	0,2390	0,2570	0,2830	0,2010	0,2310	0,2550	0,2740	0,2910	0,3060	0,3300	0,3670	0,2410	0,2760	0,3040	0,3270	0,3470	0,3650	0,3950	0,4420									
	0,2930	0,3420	0,3836	0,4170	0,4470	0,4730	0,5180	0,5850	0,2900	0,3410	0,3840	0,4210	0,4540	0,4830	0,5350	0,6190	0,2870	0,3390	0,3830	0,4230	0,4580	0,4910	0,5500	0,6520									
	0,5640	0,6490	0,7160	0,7720	0,8190	0,8600	0,9270	1,0250	0,5420	0,6230	0,6880	0,7430	0,7900	0,8310	0,9000	1,0060	0,5200	0,5970	0,6600	0,7130	0,7590	0,7990	0,8690	0,9790									
0,40	0,0598	0,0723	0,0830	0,0924	0,1000	0,1080	0,1210	0,1430	0,0798	0,0969	0,1110	0,1250	0,1370	0,1480	0,1690	0,2040	0,0996	0,1210	0,1400	0,1580	0,1750	0,1900	0,2190	0,2700									
	0,1300	0,1530	0,1710	0,1870	0,2010	0,2130	0,2330	0,2640	0,1660	0,1950	0,2180	0,2380	0,2550	0,2710	0,2970	0,3380	0,1990	0,2320	0,2600	0,2840	0,3040	0,3220	0,3530	0,4030									
	0,2860	0,3430	0,3910	0,4330	0,4700	0,5030	0,5610	0,6550	0,2820	0,3390	0,3890	0,4320	0,4710	0,5070	0,5720	0,6810	0,2790	0,3360	0,3860	0,4300	0,4710	0,5100	0,5790	0,7050									
	0,4740	0,5580	0,6280	0,6870	0,7380	0,7830	0,8590	0,9760	0,4550	0,5360	0,6020	0,6590	0,7080	0,7520	0,8280	0,9480	0,4580	0,5140	0,5770	0,6340	0,6780	0,7210	0,7950	0,9150									
0,50	0,0615	0,0754	0,0876	0,0986	0,1080	0,1170	0,1340	0,1610	0,0818	0,1000	0,1170	0,1320	0,1460	0,1590	0,1850	0,2260	0,1010	0,1250	0,1460	0,1660	0,1840	0,2010	0,2340	0,2930									
	0,1090	0,1310	0,1490	0,1640	0,1780	0,1900	0,2110	0,2440	0,1470	0,1670	0,1890	0,2090	0,2260	0,2420	0,2680	0,3110	0,1680	0,2000	0,2250	0,2490	0,2690	0,2870	0,3180	0,3690									
	0,2780	0,3380	0,3910	0,4380	0,4810	0,5200	0,5880	0,7030	0,2740	0,3340	0,3870	0,4350	0,4790	0,5200	0,5930	0,7200	0,2700	0,3300	0,3839	0,4320	0,4760	0,5180	0,5950	0,7340									
	0,4060	0,4870	0,5550	0,6150	0,6670	0,7140	0,7950	0,9230	0,3910	0,4680	0,5330	0,5890	0,6390	0,6840	0,7630	0,8910	0,3770	0,4500	0,5110	0,5650	0,6120	0,6550	0,7310	0,8560									
0,75	0,0619	0,0779	0,0925	0,1050	0,1180	0,1300	0,1510	0,1890	0,0819	0,1030	0,1220	0,1400	0,1570	0,1730	0,2030	0,2570	0,1010	0,1270	0,1510	0,1740	0,1950	0,2160	0,2540	0,3250									
	0,0763	0,0941	0,1090	0,1230	0,1360	0,1470	0,1680	0,2020	0,0934	0,1200	0,1400	0,1570	0,1730	0,1870	0,2130	0,2550	0,1190	0,1450	0,1680	0,1880	0,2070	0,2230	0,2530	0,3020									
	0,2570	0,3220	0,3810	0,4350	0,4850	0,5320	0,6180	0,7670	0,2540	0,3180	0,3760	0,4300	0,4800	0,5270	0,6150	0,7710	0,2500	0,3130	0,3710	0,4240	0,4740	0,5210	0,6100	0,7710									
	0,2950	0,3650	0,4270	0,4830	0,5330	0,5800	0,6620	0,8000	0,2870	0,3530	0,4120	0,4640	0,5120	0,5560	0,6350	0,7670	0,2780	0,3420	0,3970	0,4470	0,4920	0,5330	0,6080	0,7350									
1,00	0,0608	0,0776	0,0933	0,1080	0,1210	0,1350	0,1590	0,2040	0,0803	0,1020	0,1230	0,1420	0,1610	0,1780	0,2120	0,2730	0,0995	0,1260	0,1520	0,1760	0,1990	0,2240	0,2630	0,3410									
	0,0573	0,0720	0,0853	0,0974	0,1080	0,1190	0,1370	0,1690	0,0744	0,0930	0,1090	0,1240	0,1380	0,1510	0,1750	0,2140	0,0905	0,1120	0,1320	0,1500	0,1660	0,1810	0,2080	0,2540									
	0,2410	0,3060	0,3670	0,4250	0,4780	0,5290	0,6240	0,7930	0,2380	0,3020	0,3620	0,4190	0,4720	0,5220	0,6170	0,7900	0,2350	0,2980	0,3570	0,4130	0,4650	0,5150	0,6100	0,7840									
	0,2310	0,2920	0,3460	0,3960	0,4430	0,4860	0,5650	0,7010	0,2200	0,2830	0,3350	0,3830	0,4270	0,4680	0,5430	0,6720	0,2200	0,2760	0,3250	0,3700	0,4120	0,4510	0,5220	0,6450									
1,50	0,0581	0,0754	0,0918	0,1070	0,1220	0,1370	0,1650	0,2160	0,0769	0,0996	0,1210	0,1410	0,1610	0,1810	0,2180	0,2860	0,0954	0,1230	0,1500	0,1750	0,2000	0,2240	0,2690	0,3550									
	0,0373	0,0478	0,0577	0,0669	0,0756	0,0838	0,0991	0,1260	0,0487	0,0622	0,0747	0,0854	0,0974	0,1070	0,1260	0,1600	0,0598	0,0760	0,0909	0,1046	0,1170	0,1290	0,1520	0,1910									
	0,2180	0,2830	0,3440	0,4030	0,4590	0,5130	0,6160	0,8060	0,2160	0,2800	0,3400	0,3980	0,4530	0,5060	0,6080	0,7970	0,2140	0,2770	0,3360	0,3930	0,4470	0,5000	0,6000	0,7870									
	0,1630	0,2090	0,2530	0,2940	0,3330	0,3710	0,4400	0,5650	0,1600	0,2050	0,2470	0,2870	0,3240	0,3600	0,4260	0,5440	0,1570	0,2010	0,2410	0,2790	0,3150	0,3490	0,4120	0,5250									
m / ξ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,70	m / ξ
	0,30								0,40								0,50																

$\mu = 0,2$

Цифры в клетке обозначают

λ_r

$\lambda_в$

P_x

P_z

gost.e-ecolog.ru