

## Литература

1. Указания по расчёту испарения с поверхности водоёмов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.-83 с.
2. Рекомендации по расчёту испарения с поверхности суши.- Л.: Гидрометеиздат, 1976. –96 с.
3. Булавко А.Г. Определение расчётного испарения с водохранилищ Беларуси.//НТИ «Мелиорация и водное хозяйство».-Мн.:Ураджай.- 1979.-№8. –С

## Географическое распределение осадков в Республике Беларусь

Лагуновская А.М.

Белорусский национальный технический университет

### Введение

Важную роль в формировании климата и развитии различных атмосферных явлений играет вода. Вода – единственное вещество, которое в природе присутствует в жидком, твердом и газообразном состояниях. Значение жидкой воды существенно меняется в зависимости от местонахождения и возможностей применения. Пресная вода шире используется, чем соленая. Свыше 97% всей воды сосредоточено в океанах и внутренних морях. Еще около 2% приходится на долю пресных вод, заключенных в покровных и горных ледниках, и лишь менее 1% – на долю пресных вод озер и рек, подземных и грунтовых. Вода находится в постоянном круговороте, связывая воедино все части гидросферы и обеспечивает взаимодействие гидросферы с литосферой, атмосферой и биосферой. В атмосферу вода поступает в результате испарения с поверхности водоемов. Она выделяется живыми организмами в процессе дыхания и обмена веществ. Наконец, она является побочным продуктом вулканической деятельности, промышленного производства и окисления различных веществ.

# Географическое распределение осадков в Республике Беларусь

## Атмосферные осадки

Атмосферные осадки — вода в жидком или твёрдом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на земную поверхность и какие-либо предметы.

Различают:

обложные осадки, связанные преимущественно с тёплыми фронтами;  
ливневые осадки, связанные преимущественно с холодными фронтами.

Осадки измеряются толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах. В среднем на земном шаре выпадает около 1000 мм осадков в год, а в пустынях и в высоких широтах — менее 250 мм в год.

На метеорологических станциях измерение количества осадков производится осадкомерами (до 1950-х годов использовались дождемеры), а интенсивность жидких осадков измеряется пювигрографами. Для больших площадей интенсивность осадков оценивается приближённо с помощью метеорологических радиолокаторов.

Многолетнее, среднемесячное, сезонное, годовое количество осадков, их распределение по земной поверхности, годовой и суточный ход, повторяемость, интенсивность являются определяющими характеристиками климата, имеющими существенное значение для сельского хозяйства и многих других отраслей народного хозяйства.

### Осадки, выпадающие на земную поверхность

#### Обложные осадки

Характеризуются монотонностью выпадения без значительных колебаний интенсивности. Начинаются и прекращаются постепенно. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно несколько часов (а иногда 1-2 суток), но в отдельных случаях слабые осадки могут длиться полчаса. Выпадают обычно из слоисто-дождевых или высокостроистых облаков; при этом в большинстве случаев облачность сплошная (10 баллов) и лишь изредка значительная (7-9 баллов, — обычно в начале или конце периода выпадения осадков). Иногда слабые кратковременные (полчаса-час) обложные осадки отмечаются из слоистых, слоисто-кучевых, высоко-кучевых облаков, при этом количество облаков составляет 7-10 баллов. В морозную погоду (температура воздуха ниже  $-10...-15^{\circ}$ ) слабый снег может выпадать из малооблачного неба.

**Дождь** — жидкие осадки в виде капель диаметром от 0,5 до 5 мм. Отдельные капли дождя оставляют на поверхности воды след в виде расходящегося круга, а на поверхности сухих предметов — в виде мокрого пятна.

**Переохлаждённый дождь** — жидкие осадки в виде капель диаметром от 0,5 до 5 мм, выпадающие при отрицательной температуре воздуха (чаще всего 0...-10°, иногда до -15°) — падая на предметы, капли смерзаются и образуется гололёд.

**Ледяной дождь** — твёрдые осадки, выпадающие при отрицательной температуре воздуха (чаще всего 0...-10°, иногда до -15°) в виде твёрдых прозрачных шариков льда диаметром 1-3 мм. Внутри шариков находится незамёрзшая вода — падая на предметы, шарики разбиваются на скорлупки, вода вытекает и образуется гололёд.

**Снег** — твёрдые осадки, выпадающие (чаще всего при отрицательной температуре воздуха) в виде снежных кристаллов (снежинок) или хлопьев. При слабом снеге горизонтальная видимость (если нет других явлений — дымки, тумана и т. п.) составляет 4-10 км, при умеренном 1-3 км, при сильном снеге — менее 1000 м (при этом усиление снегопада происходит постепенно, так что значения видимости 1-2 км и менее наблюдаются не ранее чем через час после начала снегопада). В морозную погоду (температура воздуха ниже -10...-15°) слабый снег может выпадать из малооблачного неба. Отдельно отмечается явление мокрый снег — смешанные осадки, выпадающие при положительной температуре воздуха в виде хлопьев тающего снега.

**Дождь со снегом** — смешанные осадки, выпадающие (чаще всего при положительной температуре воздуха) в виде смеси капель и снежинок. Если дождь со снегом выпадает при отрицательной температуре воздуха, частицы осадков намерзают на предметы и образуется гололёд.

### **Морозящие осадки**

Характеризуются небольшой интенсивностью, монотонностью выпадения без изменения интенсивности; начинаются и прекращаются постепенно. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно несколько часов (а иногда 1-2 суток). Выпадают из слоистых облаков или тумана; при этом в большинстве случаев облачность сплошная (10 баллов) и лишь изредка значительная (7-9 баллов, — обычно в начале или конце периода выпадения осадков). Часто сопровождаются ухудшением видимости (дымка, туман).

**Морось** — жидкие осадки в виде очень мелких капель (диаметром менее 0,5 мм), как бы парящих в воздухе. Сухая поверхность намокает медленно и равномерно. Осаждаясь на поверхность воды не образует на ней расходящихся кругов.

**Переохлаждённая морось** — жидкие осадки в виде очень мелких капель (диаметром менее 0,5 мм), как бы парящих в воздухе, выпадающие при отрицательной температуре воздуха (чаще всего 0...-10°, иногда до -15°) — оседая на предметы, капли смерзаются и образуется гололёд.

**Снежные зёрна** — твёрдые осадки в виде мелких непрозрачных белых частиц (палочек, крупинок, зёрен) диаметром менее 2 мм, выпадающие при отрицательной температуре воздуха.

### **Ливневые осадки**

Характеризуются внезапностью начала и конца выпадения, резким изменением интенсивности. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно от нескольких минут до 1-2 часов (иногда несколько часов, в тропиках — до 1-2 суток). Нередко сопровождаются грозой и кратковременным усилением ветра (шквалом). Выпадают из кучево-дождевых облаков, при этом количество облаков может быть как значительным (7-10 баллов), так и небольшим (4-6 баллов, а в ряде случаев даже 2-3 балла). Главным признаком осадков ливневого характера является не их высокая интенсивность (ливневые осадки могут быть и слабыми), а именно сам факт выпадения из конвективных (чаще всего кучево-дождевых) облаков, что и определяет колебания интенсивности осадков. В жаркую погоду слабый ливневой дождь может выпасть из мощно-кучевых облаков, а иногда (очень слабый ливневой дождь) — даже из средних кучевых облаков.

**Ливневый дождь** — дождь ливневого характера.

**Ливневый снег** — снег ливневого характера. Характеризуется резкими колебаниями горизонтальной видимости от 6-10 км до 2-4 км (а порой до 500—1000 м, в ряде случаев даже 100—200 м) в течение периода времени от нескольких минут до получаса (снежные «заряды»).

**Ливневый дождь со снегом** — смешанные осадки ливневого характера, выпадающие (чаще всего при положительной температуре воздуха) в виде смеси капель и снежинок. Если ливневой дождь со снегом выпадает при отрицательной температуре воздуха, частицы осадков намерзают на предметы и образуется гололёд.

**Снежная крупа** — твёрдые осадки ливневого характера, выпадающие при температуре воздуха около нуля° и имеющие вид непрозрачных белых крупинок диаметром 2-5 мм; крупинки хрупкие, легко раздавливаются пальцами. Нередко выпадает перед ливневым снегом или одновременно с ним.

**Ледяная крупа** — твёрдые осадки ливневого характера, выпадающие при температуре воздуха от -5 до +10° в виде прозрачных (или полупрозрачных) ледяных крупинок диаметром 1-3 мм; в центре крупинок — непрозрачное ядро. Крупинки достаточно твёрдые (раздавливаются пальцами с некоторым усилием), при падении на твёрдую поверхность отскакивают. В ряде случаев крупинки могут быть покрыты водяной плёнкой (или выпасть вместе с капельками воды), и если температура воздуха ниже нуля°, то падая на предметы, крупинки смерзаются и образуется гололёд.

**Град** — твёрдые осадки, выпадающие в тёплое время года (при температуре воздуха выше  $+10^{\circ}$ ) в виде кусочков льда различной формы и размеров: обычно диаметр градин составляет 2-5 мм, но в ряде случаев отдельные градины достигают размеров голубиноного и даже куриного яйца (тогда град наносит значительные повреждения растительности, поверхностей автомобилей, разбивает оконные стёкла и т. д.). Продолжительность града обычно невелика — от 1-2 до 10-20 минут. В большинстве случаев град сопровождается ливневым дождём и грозой.

### **Осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах.**

**Роса** — капельки воды, образующиеся на поверхности земли, растениях, предметах, крышах зданий и автомобилей в результате конденсации содержащегося в воздухе водяного пара при положительной температуре воздуха и почвы, малооблачном небе и слабом ветре. Чаще всего наблюдается в ночные и ранние утренние часы, может сопровождаться дымкой или туманом. Обильная роса может вызвать измеримое количество осадков (до 0,5 мм за ночь), стекание на землю воды с крыш.

**Иней** — белый кристаллический осадок, образующийся на поверхности земли, траве, предметах, крышах зданий и автомобилей, снежном покрове в результате десублимации содержащегося в воздухе водяного пара при отрицательной температуре почвы, малооблачном небе и слабом ветре. Наблюдается в вечерние, ночные и утренние часы, может сопровождаться дымкой или туманом. По сути дела это аналог росы, образующийся при отрицательной температуре. На ветках деревьев, проводах иней отлагается слабо (в отличие от изморози) — на проводе гололёдного станка (диаметр 5 мм) толщина отложения инея не превышает 3 мм.

**Кристаллическая изморозь** — белый кристаллический осадок, состоящий из мелких тонкоструктурных блестящих частиц льда, образующийся в результате десублимации содержащегося в воздухе водяного пара на ветвях деревьев и проводах в виде пушистых гирлянд (легко осыпающихся при встряхивании). Наблюдается в малооблачную (ясно, или облака верхнего и среднего яруса, или разорванно-слоистые) морозную погоду (температура воздуха ниже  $-10...-15^{\circ}$ ), при дымке или тумане (а иногда и без них) при слабом ветре или штиле. Отложение изморози происходит, как правило, в течение нескольких часов ночью, днём она постепенно осыпается под воздействием солнечных лучей, однако в облачную погоду и в тени может сохраняться в течение всего дня. На поверхности предметов, крышах зданий и автомобилей изморозь отлагается очень слабо (в отличие от инея). Впрочем, нередко изморозь сопровождается инеем.

**Зернистая изморозь** — белый рыхлый снеговидный осадок, образующийся в результате оседания мелких капелек переохлаждённого тумана на ветвях деревьев и проводах в облачную туманную погоду (в любое

время суток) при температуре воздуха от нуля до  $-10^{\circ}$  и умеренном или сильном ветре. При укрупнении капель тумана может перейти в гололёд, а при понижении температуры воздуха в сочетании с ослаблением ветра и уменьшением количества облачности в ночное время — в кристаллическую изморозь. Нарастание зернистой изморози продолжается столько, сколько длится туман и ветер (обычно несколько часов, а иногда и несколько суток). Сохранение отложившейся зернистой изморози может продолжаться несколько суток.

**Гололёд** — слой плотного стекловидного льда (гладкого или слегка бугристого), образующийся на растениях, проводах, предметах, поверхности земли в результате намерзания частиц осадков (переохлаждённой мороси, переохлаждённого дождя, ледяного дождя, ледяной крупы, иногда дождя со снегом) при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру. Наблюдается при температуре воздуха чаще всего от нуля до  $-10^{\circ}$  (иногда до  $-15^{\circ}$ ), а при резком потеплении (когда земля и предметы ещё сохраняют отрицательную температуру) — при температуре воздуха  $0...+3^{\circ}$ . Сильно затрудняет передвижение людей, животных, транспорта, может приводить к обрывам проводов и обламыванию ветвей деревьев (а иногда и к массовому падению деревьев и мачт линий электропередач). Нарастание гололёда продолжается столько, сколько делятся переохлаждённые осадки (обычно несколько часов, а иногда при мороси и тумане — несколько суток). Сохранение отложившегося гололёда может продолжаться несколько суток.

**Гололедица** — слой бугристого льда или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы (переход к отрицательным значениям температуры). В отличие от гололёда, гололедица наблюдается только на земной поверхности, чаще всего на дорогах, тротуарах и тропинках. Сохранение образовавшейся гололедицы может продолжаться много дней подряд, пока она не будет покрыта сверху свежеснежившим снежным покровом или не растает полностью в результате интенсивного повышения температуры воздуха и почвы.

## Распределение осадков

Атмосферные осадки на земной поверхности распределяются очень неравномерно. Одни территории страдают от избытка влаги, другие — от ее недостатка. Наибольшее количество атмосферных осадков зарегистрировано в Чер-рапунджи (Индия) — 12 тыс. мм в год, наименьшее — в Аравийских пустынях, около 25 мм в год. Количество осадков измеряется толщиной слоя в мм, который образовался бы при отсутствии стока, просачивания или испарения воды.

Распределение осадков на Земле зависит от целого ряда причин:

от размещения поясов высокого и низкого давления. На экваторе и в умеренных широтах, где формируются области низкого давления, осадков выпадает много. В этих областях нагретый от Земли воздух становится легким и поднимается вверх, где он встречается с более холодными слоями атмосферы, охлаждается, и водяной пар превращается в капельки воды и выпадает на Землю в виде осадков. В тропиках (30-е широты) и полярных широтах, где образуются области высокого давления, преобладают нисходящие воздушные токи. Холодный воздух, опускающийся из верхних слоев тропосферы, содержит мало влаги. При опускании он сжимается, нагревается и становится еще суше. Поэтому в областях повышенного давления над тропиками и у полюсов осадков выпадает мало;

распределение осадков зависит также и от географической широты. На экваторе и в умеренных широтах выпадает много осадков. Однако земная поверхность на экваторе прогревается больше, чем в умеренных широтах, поэтому восходящие потоки на экваторе значительно мощнее, чем в умеренных широтах, а следовательно, сильнее и обильнее осадки;

Проанализируем режим осадков по основным широтным географическим зонам.

В большей части экваториальной зоны выпадает 2000–3000 мм осадков (высокая температура, высокая влажность, развитая конвекция). Однако в условиях со сложной орографией и взаимодействием муссонов, как, например, в Индонезии, даже на близких расстояниях сумма осадков изменяется от 2000 до 6000 мм. В полосе 0–10° с.ш. над Мировым океаном выпадает максимальное количество осадков: в среднем 2280 мм в год, а в Индийском океане, у берегов Индонезии и Бирмы – более 4000 мм в год.

Высокие годовые суммы осадков наблюдаются в зоне муссонов в тропиках, особенно у побережий и орографических препятствий. В некоторых районах Центральной Америки и Колумбии выпадает до 7000 мм в год, а в Западной Африке в Дебундже (у подножия пика Камерун) – 9950 мм. В Ассаме, у подножия г. Шиллонг, на высоте около 1300 м находится один из наиболее дождливых районов земного шара – Черапунджи (25° с.ш., 92° в.д.) (Индия, предгорья Гималаев, наибольшая сумма была 23000 мм). Здесь выпадает 10900 мм осадков в год. В июне, т.е. в период наибольшего развития юго-западного муссона, сумма осадков составляет в среднем 2560 мм. Основной причиной обильных осадков в Черапунджи является вынужденный подъем влажного воздуха летнего юго-западного муссона по крутым горным склонам.

распределение осадков зависит от положения местности относительно Мирового океана, так как именно оттуда приходит основная доля водяных паров. Например, в Восточной Сибири осадков выпадает меньше, чем на Восточно-Европейской равнине, так как Восточная Сибирь удалена от океанов;

распределение осадков зависит от близости местности к океаническим течениям: теплые течения способствуют выпадению осадков на побережьях, а холодные препятствуют. Вдоль западных берегов Южной Америки, Африки и Австралии проходят холодные течения, что привело к формированию пустынь на побережьях;

распределение осадков зависит также от рельефа. На склонах горных цепей, обращенных к влажным ветрам с океана, влаги выпадает заметно больше, чем на противоположных, — это ясно прослеживается в Кордильерах Америки, на восточных склонах гор Дальнего Востока, на южных отрогах Гималаев. Горы препятствуют движению влажных воздушных масс, а равнина способствует этому.

Изолинии теоретического распределения осадков по территории Беларуси(рис. 1 и2).

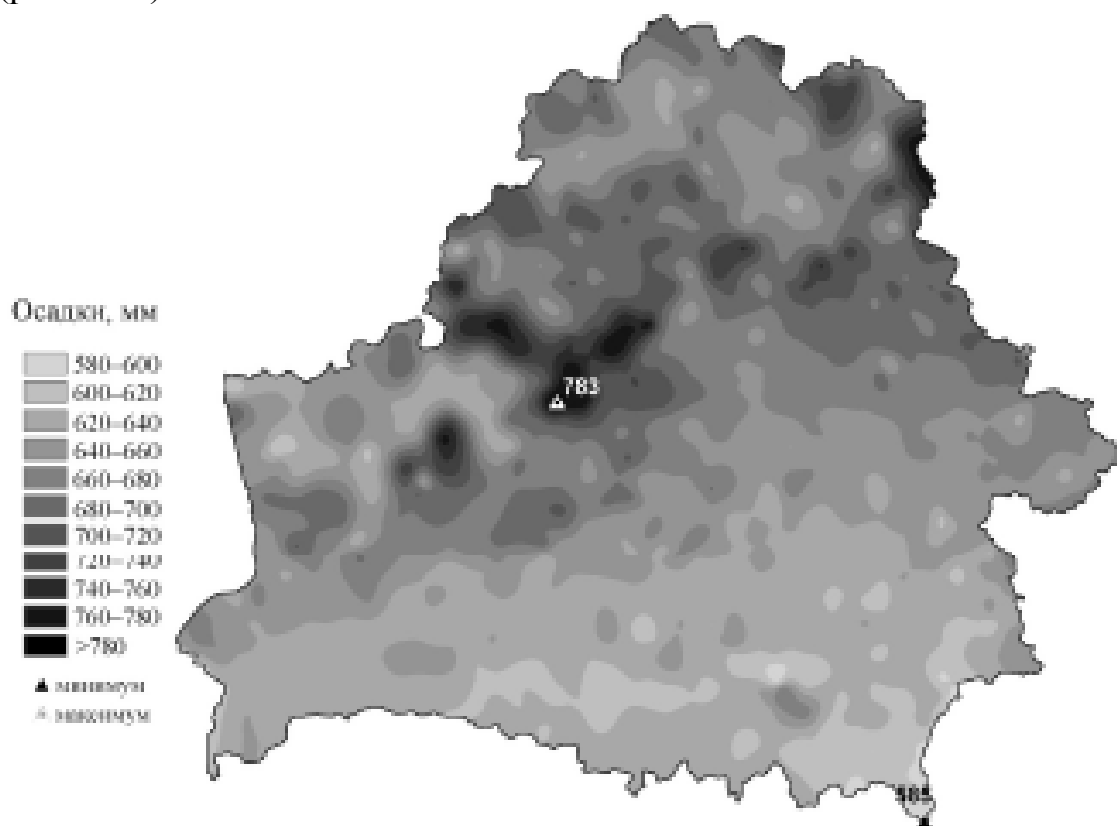


Рис. 1. Распределение среднегодового количества осадков по территории Беларуси



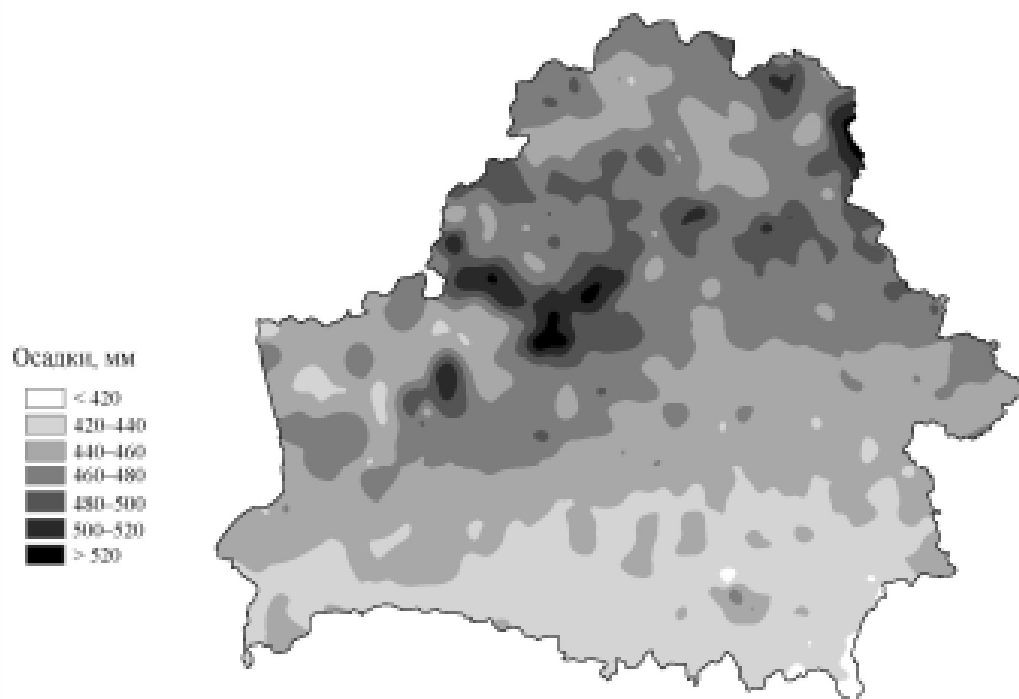


Рис. 2. Распределение осадков по территории Беларуси за вегетационный период

Анализ полученных карт свидетельствует о том, что самым увлажненным местом Беларуси является наиболее высокая часть Минской возвышенности, где среднегодовое количество осадков приближается к 780 мм. Сравнительно высокое количество осадков выпадает не только на Минской, Ошмянской и Новогрудской возвышенностях, но и на более низких – Оршанской и Городокской.

Пониженным их количеством отличается не только Полесье, что очевидно, но также Неманская и Полоцкая низменности. Большая часть территории страны (примерно 60 %) получает 620–680 мм осадков. Площадь самых сухих территорий (до 600 мм) составляет лишь 3 %, а самых влажных (более 740 мм) – 8 %. В течение вегетационного периода (апрель–октябрь) выпадение осадков происходит более равномерно, что наглядно видно по меньшему количеству градаций (см. рис. 1 и 2) за этот период по сравнению с полным годом. Лишь примерно по 3 % территории получает менее 420 мм и более 520 мм осадков.

### Заключение

Географическое распространение осадков по земной поверхности зависит от совокупного действия многих факторов: температуры, испарения, влажности воздуха, облачности, атмосферного давления, господствующих ветров, распределения суши и моря, океанических течений. Важнейшим среди них является температура воздуха, от которой зависит интенсивность испарения и величина испаряемости воздуха (количество влаги в миллиметрах слоя вод и, которая может испариться в определенном месте за год).

Что касается территории Беларуси, то количество осадков колеблется в более широких пределах, чем это было принято считать ранее. Наиболее влажным местом является район горы Дзержинская, где выпадает в среднем около 783 мм атмосферных осадков в год. Самое сухое место страны – крайняя южная точка в Брагинском районе Гомельской области, где расчетная величина среднегодового количества осадков составляет 585 мм.

### **Литература**

1. Хромов, С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л., 1958.
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – Мн., 1994.
3. Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990.

## **Климатические факторы в системе водно-теплового режима дорожных конструкций**

Лесоцкий В.А.

Белорусский национальный технический университет

### **Введение**

Водно-тепловой режим – это закономерное изменение влажности и температуры в различных точках земляного полотна в течение года. Изменения влажности и температуры в земляном полотне тесно связаны между собой, а поэтому рассматриваются комплексно в виде водно-теплового режима.

### **Климатические факторы в системе водно-теплового режима дорожных конструкций**

Водно-тепловой режим земляного полотна и окружающей местности имеют тесную связь, но и определенное отличие, которое заключается в том, что теплопроводность и теплоемкость покрытий и поверхности грунта за пределами дороги неодинаковы; структуры грунта земляного полотна и грунта окружающей местности разные. В процессе эксплуатации дороги вода и снег систематически удаляются с покрытия, а на окружающей местности задерживаются продолжительное время. Отличие водно-теплового режима дорожной конструкции и окружающей местности также во многом зависит от технологии возведения земляного полотна, источников получения грунта и типа машин, выполняющих строительство.