

# ОХРАН ПОЧВ

УДК 502.52

## СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ГОРОДА И ЕГО КЛИМАТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Е.В. Алексеева - м.н.с.

(ФГБНУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина)

Снег является наиболее распространенным видом твердых атмосферных осадков. Снежинки, составляющие падающий снег и образующие снежный покров, являются плоскими кристаллами льда весьма разнообразной формы, в основном гексагональной, шестигранной и шестилучевой. Размеры отдельных, свободно падающих в воздухе снежинок доходят до 10 мм.

Графический символ	Примеры				Название	Соответствующий тип по Заморскому
					Пластины	Пластина
					Звезды	Звезда (дендрит)
					Столбики	Столбик
					Иглы	Игла
					Пространственные дендриты	Еж
					Увенчаные столбики	Запонка
					Неправильные кристаллы	Пушинка
					Снежная крупа	Круповидная снежинка
					Ледяной дождь	Ледяная снежинка
					Град	Град

Рис. 1. Международная классификация снежинок

Снежный покров – решающий погодный фактор, он оказывает влияние на все отрасли народного хозяйства и особенно в районах сурового климата.

Снежным покровом называют слой снега, лежащий на поверхности земли и образовавшийся при снегопадах. Состав снежного покрова весьма разнообразен, он имеет слоистое строение, обусловленное целым рядом причин: перемежающимися снегопадами, собственной массой снежинок, возгонкой и сублимацией снежных кристаллов, воздействием атмосферных факторов (солнечной радиации, ветра, других атмосферных осадков и пр.). Таким образом, снежный покров не является стабильным; его мощность и все физико-механические свойства непрерывно изменяются.

При устойчивых отрицательных температурах воздуха снег, выпавший на земную поверхность, остается лежать на ней в виде снежного покрова. В высоких полярных широтах (Антарктида, Гренландия, Арктический бассейн) снежный покров сохраняется круглый год. В умеренных и тропических широтах снег удерживается круглый год только на больших высотах в горах. На равнинах умеренных широт снежный покров начинает таять весной и устанавливается вновь осенью.

В таянии снежного покрова основную роль играет перенос теплых воздушных масс с температурой выше нуля. Нагревание снега солнечной радиацией имеет второстепенное значение вследствие большого альбедо снега. Только загрязненный снег, например в городах, нагревается солнечными лучами больше и тает быстрее, чем чистый.

В снежном покрове содержится много воздуха, поэтому его плотность небольшая: масса 1 м<sup>3</sup> снега равна 20 – 200 кг, т.е. плотность снега составляет всего 0,02 – 0,2 кг/м<sup>3</sup> от плотности воды. Такой рыхлый снежный покров обладает наименьшей теплопроводностью. За зиму снежный покров слеживается и уплотняется. Особенно увеличивается его плотность при оттепелях или весенних дождях. Под плотностью понимается отношение объема воды, содержащегося в снеге (кубических сантиметрах). Численно она равна весу снега (в граммах) в 1 см<sup>3</sup> снежного покрова. От плотности и мощности снега зависят запасы воды в снежном покрове: чем больше мощность и плотность снежного покрова, тем больше воды содержится в нем.

Устойчивый снежный покров не образуется так далеко в низких широтах, как само выпадение снега. В отдельные дни снег может выпадать и в очень низких широтах (до 20-25° с.ш. на суше), но он тут же тает. Выпадение снега в равнинных местностях наблюдается почти по всей Европе, кроме крайнего юго-запада. Например, в Южной Италии за год бывает в среднем один день со снегом и снежный покров не устанавливается. На побережье Северной Африки, в Сирии и Палестине снег выпадает 1 раз в год или еще реже. На территории России снег выпадает повсеместно. В большей части страны снег составляет 25-30% годовой суммы осадков. На Южном берегу Крыма, в низинах Закавказья и на юге Туркменистана в отдельные годы снег не выпадает. Устойчивый снежный покров в этих районах либо не устанавливается вовсе, либо лежит очень не долго. На Мексиканском нагорье он выпадает почти до 19° с.ш., но южная граница снежного покрова и здесь лежит в более высоких широтах.

В России первый снежный покров появляется на Новосибирских островах в среднем в конце августа, на крайнем северо-востоке – в начале октября, в Санкт-Петербурге – в конце октября, в Москве – в начале ноября, а на южном берегу Крыма и в Средней Азии – в первой декаде января. На возвышенностях снежный

покров устанавливается раньше, чем на низменностях. Колебания в дате первого появления снежного покрова в отдельных местах возможны от 35 до 85 дней (Хромов, 2004).

Устойчивый снежный покров не устанавливается сразу. Вскоре после появления покров может сойти при оттепелях, затем образуется снова и т.д. устойчивый покров, сохраняющийся до весны, удерживается на почве в среднем от одного месяца на юго-западе Украины до 7 месяцев на северо-востоке европейской части России. На южных островах Северной Земли он удерживается свыше 9 месяцев. На Южном берегу Крыма снег лежит менее 10 дней, на юго-восточном побережье Каспия – менее 4 дней.

Наибольшей высоты снежный покров достигает на юге европейской части России к началу февраля; затем начинается его сход. На крайнем северо-востоке европейской части России наибольшая высота достигается только к апрелю. К концу февраля на Южном берегу Крыма и в Туркменистане снега уже не остается, а на Северной Земле он лежит до начала июля.

Высота снежного покрова тем больше, чем больше осадков выпадает при отрицательных температурах и чем меньше в зимний период оттепелей. В многолетнем среднем очень высокий снежный покров внутри Камчатки (до 100 см) и еще больше на ее юго-восточном побережье (до 150 см в защищенных местах, а в горах и до 300 см.). Так же высок снежный покров и на Сахалине. Снежный покров до 90 см и более наблюдается на Северном Урале и в западных предгорьях Среднесибирского плоскогорья. К югу и западу от этого района высота снежного покрова убывает. В большинстве районов европейской части России она свыше 50 см. В Москве снежный покров достигает к первой декаде марта 60 см, в Санкт-Петербурге – 50 см. К югу высота снежного покрова убывает. На северных берегах Черного, Азовского и Каспийского морей она менее 10 см.

В особенно снежные годы снежный покров на западе страны в 4 раза больше многолетнего среднего, на северо-востоке – в 1,5–2 раза.

Распределение снежного покрова в сильной степени зависит от топографии и орографии местности. В низких местах рельефа снежный покров имеет большую высоту, так как снег наносится туда ветром; на возвышенностях снежный покров, наоборот, тоньше из-за ветрового сноса. При переносе снега ветром особенно много его накапливается у препятствий (заборов, лесных посадок и др.), где высота покрова возрастает. На этой закономерности основаны мероприятия по задержанию снега на полях и по защите железных дорог от снега. Очень высок снежный покров на наветренных склонах гор и на перевалах. В районе горы Ачишхо (Закавказье) снежный покров к концу зимы достигает в среднем 4–5 м, а в отдельные годы – 7–8 м. Нередко снег переносится ветром и накапливается на подветренных склонах гребней горных хребтов, создавая повышенную лавиноопасность (Хромов, 2004).

Очень своеобразны особенности теплообмена снега с окружающей средой, осуществляемого в форме лучистой энергии. Снег поглощает и отражает солнечные лучи, то есть прямую солнечную радиацию. Но на поверхность снежного покрова попадает не вся радиация, непосредственно излучаемая Солнцем. Проходя атмосферу, она ослабляется и частично рассеивается капельками воды, пыли, газами воздуха. Некоторая доля рассеянной солнечной радиации возвращается в Космос, но заметная ее часть попадает на земную поверхность. Достигающие снега прямая и рассеянная радиации составляют полную, или суммарную, солнечную радиацию. Солнечная радиация имеет широкий диапазон длин волн – от

коротковолновых фиолетовых лучей до длинноволновых красных, включая ультрафиолетовую и инфракрасную части спектра. Излучает не только Солнце, но и сама Земля, и ее атмосфера, подчиняясь общему закону Стефана-Больцмана для изучения любых тел. Изучение атмосферы и поверхности Земли преимущественно «красное», длинноволновое. Снег поглощает и отражает все перечисленные виды радиации (Дюнин, 1983).

Однако снег не может только поглощать и отражать внешние потоки радиационной энергии, не излучая сам. Он в любых условиях, даже при жесточайших морозах, излучает длинноволновую инфракрасную радиацию, невидимую глазом.

В снежном покрове имеется большое количество межкристаллических пор с поверхностями кристаллов очень малого радиуса и разных направлений кривизны, то в его толще распределение парциального давления водяного пара будет очень неравномерно. Водяной пар, образовавшийся на острых ребрах кристалликов, будет стекать во впадины и, насыщая здесь воздух, перейдет в воду и замерзнет. Вследствие этого возникает процесс округления кристалликов льда и увеличения их объема, т. е. происходит так называемая *фирнизация снега*. Процесс этот наблюдается при изотермии и активизируется при наличии температурной стратификации. В снежном покрове имеет место значительный температурный перепад, так как его поверхность охлаждается намного ниже нуля по сравнению с приземным слоем. В связи с этим создается дополнительная разность парциального давления водяного пара в снежном покрове с градиентом, направленным снизу вверх, что еще более усиливает миграцию водяного пара и фирнизацию снега.

Повторное таяние кристаллов льда и замерзание воды также способствуют фирнизации снега. Таяние кристаллов начинается с их выступающих частей — углов, лучей, ребер. Поэтому частично оттаявший кристалл приобретает округлую форму в виде зерна. При повторном таянии кристаллические зерна увеличиваются в размерах за счет попадания на них капелек воды с соседних кристалликов и т. д. При этом в снежном покрове увеличиваются поры и на их стенках осаждается иней, обусловленный сублимацией. Процесс ускоряется за счет гравитационной воды, проникающей сверху в результате таяния самого верхнего слоя снежного покрова.

Важное экологическое значение имеет воздухопроницаемость снежного покрова. Благодаря движению воздуха через снег возможна перезимовка растений под снежным покровом, распространение запахов из-под снега, помогающее северным оленям отыскивать ягель, а лисам — мышей. Радиационные характеристики снежного покрова находятся в зависимости от состояния снега. Альbedo (см.) снега для суммарной солнечной радиации зимой (при отсутствии загрязнений) может достигать 95%, но по мере загрязнения и уплотнения альbedo снижается. Средние значения альbedo для свежеснеженного сухого снега — 82%, мокрого — 72%, старого сухого 65% и мокрого 50% (по данным для европейской части России). Проникновение солнечной радиации в зависимости от структуры снежного покрова ограничивается глубиной 30—50 см для сухого снега и 10—15 см для влажного. Способность снега пропускать свет играет важную роль в развитии рано зацветающих растений (подснежники, солдanelлы и др.). Снег непрозрачен для длинноволновой радиации, это приводит к своеобразному парниковому эффекту: при небольшой мощности сухого снега коротковолновая солнечная радиация, проникая через снег, прогревает почву и при слабоотрицательных температурах воздуха может вызвать стаивание снега снизу. Ночное излучение и дневное

отражение солнечной радиации снежного покрова приводят к сильному охлаждающему действию снежного покрова на располагающийся под ним воздух: наиболее низкие температуры обычно возникают в ясные ночи непосредственно под свежеснежившим снегом. На транспорте и в строительстве снег наносит большой ущерб в результате снежных заносов, обвалов и лавин в горах.

Снежный покров – продукт атмосферных процессов и, следовательно, климата, но в то же время он сам влияет на климат, как и на другие составляющие географического ландшафта. Температура на поверхности снежного покрова ниже, чем на поверхности почвы, не покрытой снегом, так как снег обладает исключительно высоким альбедо (80 – 90%). В то же время шероховатая поверхность снега сильно излучает. Малая теплопроводность снега приводит к тому, что потеря тепла с поверхности снежного покрова не покрывается притоком тепла из более глубоких его слоев и из почвы. Поэтому почва, покрытая снегом, сохраняет зимой достаточно высокую температуру. На этом основано и озимое земледелие: снежный покров предохраняет всходы от вымерзания. Даже на глубине в несколько десятков сантиметров почва под снегом теплее, чем обнаженная почва.

В средней полосе Европейской территории России при снежном покрове высотой 40 – 50 см температура поверхности почвы под ним на 6 – 7°C выше, чем температура обнаженной почвы, и на 10°C выше, чем температура на поверхности снежного покрова. Зимнее промерзание почвы под снегом достигает глубины порядка 40 см, а без снега может распространяться до глубины более 100 см (Хромов, 2004).

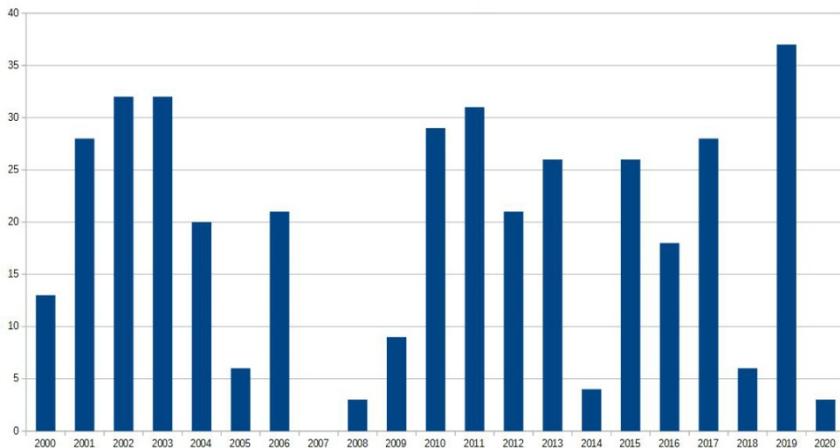


Рис. 2. Высота снежного покрова в Москве с 2000-2020 год (по данным [www.gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru)).

Чем тоньше снежный покров зимой, тем сильнее промерзание почвы при прочих равных условиях. В Восточной Сибири и Забайкалье снежный покров очень невелик (в Забайкалье менее 20 см) вследствие господствующего там зимой режима высокого атмосферного давления, и температуры на поверхности снега зимой очень низкие. Поэтому в Иркутске, например, почва промерзает под снегом в среднем до глубины 177 см. В то же время в лесах Московской обл. почва под снегом обычно не промерзает вовсе.

Снежный покров охлаждает воздух. Над ним образуются значительные приземные радиационные инверсии температуры. Весной при таянии снежного покрова приток тепла идет на таяние снега, и температура воздуха остается близкой к нулю до тех пор, пока снег не стает. В теплом воздухе, перемещающемся над тающим снежным покровом, могут возникать так называемые весенние инверсии температуры. Запасы воды, накапливаемые за зиму в снежном покрове, примерно на 50% обеспечивают питание рек России. С весенним таянием снега связаны половодья на ее равнинных реках. Высота половодья зависит не только от накопленных за зиму запасов снега, но и от быстроты его таяния и от свойств поверхностной почвы. Особенно высоки половодья, если снег осенью выпадает на замерзшую почву: весной талые воды вследствие этого не впитываются в почву, а стекают.

Наличие снежного покрова сильно повышает освещенность. Рассеянная радиация увеличивается вследствие отражения как прямой, так и рассеянной от снежного покрова и вторичного ее рассеивания, поэтому повышается и освещенность. Сильное отражение и рассеяние света в снежных горах могут вызвать временную слепоту у альпинистов. Особое значение имеет «снежная» добавка к рассеянной радиации в Арктике и Антарктике летом (Хромов, 2004).

Таким образом, снежный покров самопроизвольно влияет на многие изменения климата. Он предохраняет почву зимой от чрезмерной потери тепла. Излучение идет с поверхности снежного покрова; почва под снегом остается более теплой, чем обнаженная почва. Суточная амплитуда температуры на поверхности почвы под снегом резко уменьшается.

Снежный покров предохраняет от вымерзания растительность, которая в свою очередь задерживает снег. И, например, если будет уничтожена растительность, задерживающая снег, то метели снимут снежный покров, обнажив грунт.

Снег изменяет термический и водный режим среды обитания растений, оказывает на них непосредственное механическое воздействие. Снежный покров предохраняет их от вымерзания и ветрового иссушения в зимний период. Вместе с тем, он может способствовать выпреванию растений. Даты разрушения устойчивого снежного покрова определяют продолжительность вегетационного периода и даты наступления фенофаз. От запаса воды в снежном покрове зависит весеннее увлажнение почв и, следовательно, продуктивность растений. Снежный покров способствует развитию жизненных форм растений, влияет на видовое разнообразие и соотношение экологических типов растений на той или иной территории. В многоснежных районах возможно подснежное развитие растений, которые потом зацветают ранней весной. В тундрах высота снежного покрова часто определяет высоту древесной и кустарниковой растительности. Выше снега побеги зимой не выживают, поэтому деревья и кустарники имеют высоту, совпадающую с высотой снежного покрова в данном месте. Так образуются стланиковые и карликовые формы.

Снежный покров является важным экологическим фактором для животных.

Животных по отношению к снежному покрову разделяют на хионофобов – «снегоненавистников», ведущих надснежный образ жизни и хионофилов – «снеголюбов», которые обитают под снегом. Малоснежные зимы создают неблагоприятные условия хионофилам (кротам, полевкам), которые могут массово гибнуть и благоприятные условия хионофобам (копытным животным), которые легче передвигаются по маломощному снежному покрову.

Многие животные при выпадении снега мигрируют. Некоторые переходят на другие корма (например, зайцы зимой питаются ветками, а летом – травами).

Его теплоизолирующие свойства позволяют многим видам избегать низких температур воздуха. Благодаря снежному покрову в зимний период ведут активный образ жизни (вплоть до размножения) многие виды мелких грызунов. Ряд птиц зарывается в снег на ночевку. Многим животным снежный покров мешает добывать корм. Увеличение толщины снежного покрова вызывает у ряда видов затруднения в передвижении, что меняет отношения в системе «жертва-хищник». Джгут – массовый падеж скота в результате гололедицы, лишившей животных корма. Передвижение по рыхлому глубокому снегу также затруднено для животных. Лисы, например, в снежные зимы предпочитают в лесу участки под густыми елями, где тоньше слой снега, и почти не выходят на открытые поляны и опушки. Глубина снежного покрова может ограничивать географическое распространение видов. Например, настоящие олени не проникают на север в те районы, где толщина снега зимой более 40–50 см.

Белизна снежного покрова демаскирует темных животных. В возникновении сезонной смены окраски у белой и тундряной куропаток, зайца-беляка, горностая, ласки, песца, по-видимому, большую роль сыграл отбор на маскировку под цвет фона. На Командорских островах наряду с белыми много голубых песцов. По наблюдениям зоологов, последние держатся преимущественно вблизи темных скал и незамерзающей прибойной полосы, а белые предпочитают участки со снежным покровом.

В связи с этим снежный покров является одним из факторов миграции животных и плотности их размещения.

Исследования прогностических свойств снежного покрова открывают путь к созданию новых, значительно более надежных методик расчетов снеговых паводков и снегового стока, определение глубины сезонного промерзания грунта, прогноза условий снегозаносимости и лавинной опасности и т. д.

Таяние снежного покрова обогащает почву влагой и имеет тем самым большое значение для климатического режима теплого времени года.

Проблемой загрязнения снежного, покрова и его экологических свойств сейчас занимаются мало. А зря. Более того, в Москве и других больших городах для борьбы со снегозаносами транспортные магистрали и улиц используются далеко не безвредные химические реагенты (в основном калийные и другие соли). Этот метод считается более простым и дешевым, чем механическая уборка. Но в результате отравляются почвы и растительность в городе, отравляются жители (особенно дети), а весной с тальми водами вся этот яд сносится в реки, впитывается в почву и там продолжает свое разрушительное действие, отравляя все живое.

### Литература:

1. Дюнин А.К. В царстве снега. – Новосибирск: Наука, 1983.
2. Земцова А.И. Климат Сахалина. – Л.: Гидрометеоздат, 1968.
3. Никольская В.В. Дальний Восток. – М.: Гидрометеоздат, 1962.
4. Рихтер Г.Д. Снежный покров, его формирование и свойства
5. Формозов А.Н. Снежный покров в жизни млекопитающих и птиц СССР. - М, 1946
6. Ходаков В.Г. Снега и льды Земли. - М., 1969
7. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во КолосС, 2004.

8. Экологическое состояние территории России: Учеб. Пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений/ Под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М.: Издательский центр «Академия», 2001.

9. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. – М., 1998. – Т.1, 2.

10. <http://www.rgo.ru>.

11. <http://www.iwp.ru>.

12. <http://krym.sarov.info/kovalenko/sneg.htm>.

13. [www.gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru).