



Supported by:



based on a decision of the Parliament
of the Federal Republic of Germany



GERMANY'S
CLIMATE
INITIATIVE



Н.И. БЫКОВ, Е.С. ПОПОВ

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ООПТ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ
«Сохранение биоразнообразия
в российской части Алтае-Саянского экорегиона»

660062, г. Красноярск, ул. Крупской, 42, офис 514
Тел./факс: +7 (391) 247-91-12; e-mail: altai-sayan@undp.org
<http://www.altai-sayan.com>

Красноярск
2011

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный университет»**

**Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ
для сохранения Алтае-Саянского экорегиона»**

Н.И. БЫКОВ, Е.С. ПОПОВ

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ООПТ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА

(МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО)

КРАСНОЯРСК

2011

УДК 551.578.46 (Снежный покров, включая высоту, температуру и плотность)
ББК 26.222.81

Быков Н.И., Попов Е.С. Наблюдения за динамикой снежного покрова в ООПТ Алтае-Саянского экорегиона (методическое руководство). Красноярск, 2011. – 64 с.

В данном методическом руководстве приведена общая информация о роли снежного покрова в динамике природных экосистем, конкретные рекомендации и требования для организации наблюдений за снежным покровом на особо охраняемых природных территориях, а также и принципы и методы камеральной обработки полевых результатов.

Книга предназначена для специалистов особо охраняемых природных территорий, а также географов, биологов и экологов, работающих в области исследования динамики природных ландшафтов и экологического мониторинга.

Ответственный редактор: Яшина Т.В.

Рецензент: Галахов В.П., к.г.н., старший научный сотрудник Института водных и экологических проблема СО РАН

Издание осуществлено при финансовой поддержке проекта ПРООН-МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона».

Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) является глобальной сетью ООН в области развития, выступающей за позитивные изменения в жизни людей путем предоставления доступа к источникам знаний, опыта и ресурсов.

Мнение авторов публикации не обязательно отражает точку зрения, заявляемую в ПРООН, в учреждениях системы ООН и организациях, сотрудниками которых являются авторы.

Издание является некоммерческим и распространяется бесплатно.

Copyright © UNDP 2010.

Все права защищены.

Отпечатано в России

ISBN 978-5-904314-30-9

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Наблюдения за снежным покровом как часть комплексного экологического мониторинга в особо охраняемых природных территориях	6
1.1. Снежный покров: основные понятия и свойства	6
1.2. Роль снежного покрова в функционировании экосистем	10
1.3. Основные принципы организации мониторинга снежного покрова в ООПТ	12
2. Полевые наблюдения за снежным покровом	15
2.1. Виды и содержание снегомерных работ	15
2.1.1. Изучаемые показатели снежного покрова	15
2.1.2. Ежедневные наблюдения за снежным покровом по постоянным снегомерным рейкам	16
2.1.3. Ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки	20
2.2. Сроки проведения наблюдений за снежным покровом	24
2.3. Порядок ведения записей при производстве снегомерных работ	25
2.4. снаряжение и оборудование, необходимое для проведения снегомерных работ	26
2.5. Правила безопасности при производстве снегомерных работ	33
3. Камеральная обработка результатов наблюдений за снежным покровом	36
3.1. Статистическая обработка и анализ результатов полевых наблюдений	36
3.1.1. Камеральная обработка результатов наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке по постоянным снегомерным рейкам	36
3.1.2. Камеральная обработка результатов маршрутных снегомерных работ	37
3.1.3. Анализ пространственного распределения и внутригодовой динамики снежного покрова	40
3.2. Подготовка отчета о снегомерных работах	43
3.2.1. Содержание отчета о снегомерных работах	43
3.2.2. Требования к оформлению отчета	44
Приложения	45
Глоссарий	60
Рекомендуемая литература	62

ВВЕДЕНИЕ

Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 года № 33-ФЗ среди прочих задач возлагает на заповедники и национальные парки осуществление экологического мониторинга. Приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.06.2007 г. № 169 утверждены «Методические рекомендации по организации научно-исследовательской и научно-технической деятельности государственных природных заповедников и национальных парков». Согласно данным рекомендациям осуществление комплексного экологического мониторинга природных сред, включая абиотическую часть, относится к приоритетным направлениям научно-технической деятельности ООПТ. Осуществление этого вида деятельности будет способствовать решению другой задачи прикладных научных исследований, поставленной перед ООПТ, — выявлению неблагоприятных тенденций в динамике природных комплексов, определению их причин и прогнозу их последствий. В связи с этим выполнение программы комплексного мониторинга относится к числу важнейших критериев и показателей работы научных отделов заповедников и национальных парков, а данные, собранные по программе комплексного мониторинга, являются их научной продукцией.

Снежный покров, относящийся к абиотической части природных комплексов, является важным элементом экосистем, особенно в тех районах, где он имеет продолжительное залегание. Между ним и другими элементами экосистем существуют устойчивые взаимные связи. Являясь функцией климата, снежный покров определяет многие показатели экосистем, изменяя их гидротермический режим. В свою очередь, его состояние зависит от характеристик экосистем. Таким образом, снежный покров служит индикатором состояния и развития природных комплексов, а наблюдения за ним могут являться составной частью комплексного экологического мониторинга в ООПТ.

Целью организации мониторинга за снежным покровом в ООПТ является сбор и обобщение информации о состоянии и тенденциях развития снежного покрова как элемента экосистем и абиотического фактора среды. К задачам данного мониторинга следует отнести оценку пространственного и временного распределения качественных и количественных характеристик снежного покрова в зависимости от рельефа местности и характера растительного покрова, установление роли снежного покрова в трансформации экосистем. Благоприятным моментом организации наблюдений за снежным покровом является простота подготовки наблюдателей.

Данное Руководство предназначено для решения поставленных задач мониторинга снежного покрова в ООПТ. Оно состоит из трех разде-

лов. Первый раздел призван сформировать у будущих наблюдателей общие представления о снежном покрове, его роли в природе и общих принципах организации наблюдений за ним. Второй раздел дает подробную информацию о порядке проведения полевых наблюдений за снежным покровом. Третий раздел посвящен камеральной обработке результатов над снежным покровом. Руководство содержит все необходимые для полевых и камеральных работ бланки документов.

В основу данной работы положены базовые теоретико-методологические принципы снеговедения, изложенные в трудах Г.Д. Рихтера, Г.К. Тушинского, В.М. Котлякова, А.К. Дюнина, И.Д. Копанева, Э.Г. Коломыца, В.М. Мишона, Е.А. Нефедьевой, В.С. Ревякина, А.В. Погорелова и др.

Предлагаемая в Руководстве методика наблюдений за снежным покровом опирается на методические рекомендации гидрометеорологической службы, изложенные в Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам (вып. 3, ч. 1), 1985 г., и Руководстве по снегомерным работам в горах, 1958 г.

1. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СНЕЖНЫМ ПОКРОВОМ КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

1.1. Снежный покров: основные понятия и свойства

Снежным покровом называется слой снега на поверхности земли, сформированный снегопадами. Внутреннее его строение слоистое, что определяется периодическими снегопадами и другими атмосферными осадками, солнечной радиацией, ветром и метаморфизмом снега (возгонка и сублимации снежных кристаллов). Вода в снежном покрове может одновременно находиться в двух (сухой снег) или трех (мокрый снег) фазовых состояниях: твердом, жидком и в виде водяного пара. Толщина снежного покрова и его физико-механические свойства непрерывно изменяются в течение зимы. Среди важнейших свойств снежного покрова, прежде всего, следует отметить **плотность**, которая, в свою очередь, определяет многие другие его характеристики. Она изменяется в широких пределах, от 10 до 700 кг/м³, в зависимости от вида снега, географического положения, времени года. Например, повышенная плотность снежного покрова отмечается в открытой местности по сравнению с лесом, в период снеготаяния и в снежниках. Увеличение плотности снега зависит от продолжительности его залегания, а внутри снежной толщи — от глубины. При ее измерении устанавливают среднюю величину для всей снежной толщи. К концу зимы плотность снежного покрова варьирует в лесной зоне от 220 до 360 кг/м³, а к концу периода снеготаяния может достигать 700 кг/м³.

Снежный покров является пористым объектом вследствие наличия промежутков между кристаллами льда. **Пористость** снежного покрова изменяется по мере его уплотнения от 98 до 20%. Перед началом снеготаяния она составляет около 70%.

От пористости снежного покрова зависит его **воздухопроницаемость**. Уплотнение снежной толщи, образование внутри нее корок, а также увеличение водной фракции вызывает снижение воздухопроницаемости. Подобным же образом структура снежного покрова определяет его **водопроницаемость**. Из-за горизонтального расположения слоев скорость фильтрации воды в горизонтальном и вертикальном направлениях различна. Водопроницаемости обратно пропорциональна водоудерживающая способность снега — наибольшее количество воды всех форм, которое снежный покров способен удержать в себе после смачивания до полной влагоемкости и свободного стекания гравитационной воды. Сухой

свежевыпавший снег способен удерживать 45—35% воды от общей массы снега с водой, а крупнозернистый плотный снег (430 кг/м^3) только 15%.

Важной характеристикой снега является его **влажность** — количество жидкой воды, которое снежный покров содержит в данный момент во всех формах.

Под **термическими свойствами снега** понимаются свойства, определяющие процесс перераспределения тепла в снежном покрове и теплообмен с окружающей средой. Основные термические свойства снега — коэффициент теплопроводности и температуропроводности, теплоемкость, теплота плавления, испарения, конденсации, возгонки и сублимации. Около 75% тепла в снежном покрове передается через ледяной скелет, 3% через воздух путем молекулярной и турбулентной теплопроводности и 22% через воздух и лед. Увеличение коэффициентов тепло- и температуропроводности происходит при увеличении плотности снега. Коэффициент теплопроводности снежного покрова на период максимума снегонакопления на порядок меньше такового у льда и втрое меньше, чем у воды, однако на порядок больше, чем у воздуха. Это превращает снежный покров в хороший изолятор: суточные колебания температуры затухают на глубине 30—40 см (у старого снега — на глубине 50 см). При таянии снега колебания температуры происходят только до глубины слоя пропитывания снега водой. Температура тающего слоя остается неизменной, что приводит к размерзанию почвы только после схода снега. Теплоемкость снега возрастает при увеличении его плотности.

Радиационные свойства снега заключаются в его способности отражать, рассеивать и поглощать солнечную радиацию, а также его способности к излучению. Отражающие способности поверхности снежного покрова характеризует **альbedo снежного покрова**. Оно значительно выше у снежного покрова, чем у льда и, тем более, у воды, и зависит от многих факторов: спектрального состава солнечной радиации, высоты Солнца, состояния снежного покрова. Эти факторы определяют вариации альbedo от 0,98 у свежевыпавшего снега до 0,20 у загрязненного и влажного снега. Снег неравномерно отражает солнечную радиацию в различных частях ее спектра: в крайних частях альbedo меньше, чем в видимой части. Часть солнечной радиации рассеивается в снежном покрове. Степень этого рассеивания зависит от состояния снега. В сухом снеге солнечная радиация проникает глубже (до 80 см), а в мокром ограничивается 30 сантиметрами. Мерой ослабления солнечной радиации при прохождении через снег служит **коэффициент экстинкции**. Чем он выше, тем более тонким слоем идет поглощение солнечной радиации.

Интенсивное поглощение солнечной радиации верхними слоями снежного покрова, особенно ближе к окончанию зимы, приводит к оплавле-

нию кристаллов и формированию ледяной корки. Данная корка в сочетании с тем, что снег поглощает длинноволновую радиацию, способствует возникновению парникового эффекта снеготаяния (таяния снега при отрицательной температуре). Собственная излучательная способность снега высокая. При этом она снижается по мере старения снега.

От радиационных свойств зависит радиационный баланс снежного покрова. Радиационный оборот тепла у снежного покрова небольшой. Это связано с тем, что днем из-за высокого альбедо он получает мало радиации, а ночью подвод тепла от подстилающей поверхности незначителен из-за малой теплопроводности снега.

Электрические свойства снега зависят от температуры, плотности, структуры снега и соотношения его фазовых состояний, частоты электромагнитных волн. В сухом состоянии снег является диэлектриком, но при увеличении влажности его электрическое сопротивление падает.

Акустические свойства снега проявляются в его способности генерировать и проводить звуковые колебания. Скорость распространения звука в снежном покрове зависит от его плотности, влажности, температуры, структуры, а также характеристик самого звука. Передача звука в снежном покрове происходит различными способами — в основном через воздушные поры (медленная волна) и ледяной скелет (быстрая волна). При увеличении плотности снега скорость медленной волны падает, а быстрой растёт. В свежеснежавшем снеге скорость распространения звуковой волны растёт с увеличением температуры. Звуки, возникшие в снежном покрове, плохо передаются в атмосферу. Передвижение по снегу создает скрип, который слышен при температурах от -2 до -20°C .

К механическим свойствам снега относятся упругие свойства и прочность снега. Они зависят от внутреннего сцепления и трения в снегу, его жесткости, пластичности, ползучести, вязкости. Механические свойства снега определяют условия передвижения по снежному покрову, устойчивость снежного покрова на склоне и, как следствие, вероятность возникновения лавин. Информация о механических свойствах снега важна при использовании его в качестве строительного материала.

В вертикальном строении снежного покрова наблюдается чередование слоев, для которых характерны различная текстура и другие физические свойства, что определяется отложением снега в разных условиях и последующим развитием снежной толщи. Слои отличаются друг от друга по форме, толщине, характеру границ, размеру зерен, включений. Под влиянием внешних условий в снежном покрове часто развиваются различного рода корки: гололедная, ветровая, радиационная, ледяная. Стратиграфическое исследование снежной толщи является обязательным элементом изучения снежного покрова.

В течение периода существования снежный покров изменяет свои физико-механические свойства. Источниками энергии метаморфизма снега являются внутренняя энергия самого снега и внешние источники энергии (гелио- и геотепловые, механические). К механическим факторам относятся сила тяжести и ветер. В метаморфизме снега выделяется три стадии: деструктивный метаморфизм, сопровождающийся округлением отложенных кристаллов снега; конструктивный метаморфизм, характеризующийся собирательной перекристаллизацией; регрессионный метаморфизм — нарушение устойчивости конечных форм кристаллов, образованных в процессе конструктивного метаморфизма.

Автометаморфизм (с использованием внутренней энергии) снега протекает под действием таких процессов, как режеляция, рекристаллизация, возгонка и сублимация. *Режеляция* (повторное смерзание) заключается в плавлении и повторном смерзании ледяных кристаллов, образующих снежинки, под влиянием удельного давления. Наибольшая интенсивность этого процесса наблюдается при температуре, близкой к 0°C. *Рекристаллизация* представляет собой физический процесс, при котором атомы молекул переходят с кристаллической решетки одного кристалла на решетку другого кристалла и обуславливают срастание отдельных кристаллов (снежинок). Таким образом, крупные кристаллы растут за счет мелких.

Процесс перехода вещества из твердой фазы в газообразную, минуя жидкую, называют *возгонкой*, а обратный процесс кристаллизации вещества из пара — *сублимацией*.

В горах выше снеговой линии происходит фирнизация снега, то есть превращение его в фирн (ледяная порода зернистой структуры). Этот процесс происходит посредством режеляции при нулевой температуре и посредством рекристаллизации при отрицательной.

При внешнем источнике энергии наблюдаются процессы оседания снега, сублимационного (диафторез) и динамометаморфизма. С оседанием связано уплотнение снега. Сублимационный диафторез сопровождается разрыхлением снега, особенно в горизонтах температурных скачков, и формированием снега-пльвуна. Под влиянием внешних динамических воздействий, температурных колебаний и собственной массы отмечается динамометаморфизм, который ведет к изменению петрографической структуры снега.

Снежный покров подразделяют по критерию продолжительности залегания на временный, который существует несколько часов или дней, и устойчивый, лежащий в течение всей зимы. В распределении снежного покрова отмечается зональность. Климат, рельеф, растительный покров являются факторами его формирования. Существенную роль в распреде-

ления снега играет его ветровой перенос, поэтому в ландшафтах с высокими приземными скоростями ветра снежный покров залегает крайне неравномерно. В горах фактором распределения снежного покрова также являются лавины.

Снеготаяние, которое начинается после установления в снежной толще нулевой температуры, происходит по двум вариантам — адвективный тип снеготаяния, протекающий за счет тепла воздуха или конденсирующегося на поверхности снега водяного пара, и радиационный тип снеготаяния, связанный с проникновением солнечной радиации в снежную толщу. Скорость снеготаяния, определяемая как количество образованной талой воды на единицу площади в единицу времени, на равнинах средних широт составляет в среднем 8—12 мм/сут. Начало и окончание снеготаяния могут служить важными фенологическими показателями климатических изменений.

Везде в зоне формирования устойчивого снежного покрова развиваются **снежники** — чаще всего неподвижные скопления снега и льда, сохраняющиеся в течение части или всего теплого периода. Главными факторами образования снежников являются метели (навеянные снежки) и лавины (лавинные снежники). По критерию продолжительности существования снежники подразделяются на три типа — весенние, летние и перелетки. Снежники служат индикатором преобладающих ветров и лавинной опасности. Снежники-перелетки могут служить показателем изменения климата.

1.2. Роль снежного покрова в функционировании экосистем

Снежный покров играет важную роль в функционировании экосистем. Он оказывает влияние на климат, рельеф, гидрологические и почвообразовательные процессы, жизнь растений и животных.

Влияние снежного покрова на климат проявляется через его взаимодействие с атмосферой. Обладая высоким альбедо, снежный покров существенно снижает поступление коротковолновой радиации к поверхности земли. Вместе с тем снежный покров уменьшает теплообмен между землей и атмосферой, затрудняя отвод тепла в атмосферу. Следует, однако, заметить, что отражательные свойства снега влияют на энергетический баланс атмосферы больше, чем изоляционные. При этом снег сам является хорошим излучателем и теряет много тепла в виде длинноволновой радиации. Излучательные, отражательные и изоляционные свойства снежного покрова в сочетании приводят к выхолаживанию воздуха и образованию приземных радиационных инверсий температуры (самая низкая температура отмечается у поверхности снежного покрова, а с увеличением высоты она растет). В весенний период значительная часть поступающего тепла идет на таяние снега.

Во взаимодействии снежного покрова с почвой (грунтами) главными являются его изоляционные и водные свойства. Он уменьшает направленный вверх от почвы тепловой поток, сокращая потери тепла в атмосферу, уменьшает промерзание почв и амплитуды колебаний температуры. В период снеготаяния, наоборот, снежный покров задерживает поступление тепла в почву. Запасы воды, сосредоточенные в снежном покрове, оказывают влияние на водный режим почв.

Велика роль снежного покрова в круговороте воды в природе. Снеговое питание занимает значительное место в речном стоке территорий, на которых формируется снежный покров. Он определяет величину годового стока, уровень весеннего половодья, ледовый режим рек, интенсивность наледных и лавинных процессов, годовой баланс ледников.

Снежники способствуют развитию нивации — комплекс процессов денудации (морозное и термическое выветривание, солифлюкция, течение и оплывание грунтов, плоскостной смыв и размыв, суффозия и растворение пород) подстилающих горных пород с образованием специфических форм рельефа. Среди форм нивального комплекса можно выделить снежниковую нишу, нивальный мелкозем и нивальный склон. Снежниковая ниша представляет собой углубление в несколько десятков или даже первых сотен метров. Нивальный мелкозем — пылевая органико-минеральная порода внутри снежника и его ложа. Нивальный склон — место залегания снежника на горном склоне с характерными следами нивации (щелбистые полосы, борозды и скопления дресвы).

Многообразна роль снежного покрова в жизни растений. Он изменяет термический и водный режимы среды обитания растений, оказывает на них непосредственное механическое воздействие. Снежный покров предохраняет их от вымерзания (особенно почки возобновления) 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 зависят весеннее увлажнение почв и, следовательно, продуктивность растений. Снежный покров оказывает давление на растения, особенно в горах, где на склонах наблюдается его сползание или даже сход лавин. Он способствует развитию жизненных форм растений, влияет на видовое разнообразие и соотношение экологических типов растений на той или иной территории.

Снежный покров является важным экологическим фактором для животных. 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. В некоторых случаях это связано с толщиной снежного покрова, а иногда со структурой снежной толщи. Возникновение притертой и других корок особенно неблагоприятно для травоядных. Увеличение толщины снежного покрова вызывает у ряда видов затруднения в передвижении, что меняет отношения в системе «жертва-хищник». В связи с этим снежный покров является одним из факторов миграции животных и плотности их размещения.

Снежный покров также является фактором сезонного изменения животными своей окраски. Даты установления и разрушения устойчивого снежного покрова влияют на даты сезонной линьки.

1.3. Основные принципы организации мониторинга снежного покрова в ООПТ

Мониторинг снежного покрова в ООПТ отличается некоторыми специфическими особенностями. При его организации необходимо учитывать ряд принципов: подчиненность мониторинга за снежным покровом задачам комплексного экологического мониторинга в ООПТ; учет разнообразия экосистем (физико-географической неоднородности территории), учет требований гидрометеослужбы и привязка наблюдений к имеющейся метеосети, минимизация трудозатрат, совершенствование наблюдений в будущем.

Подчиненность мониторинга снежного покрова задачам комплексного экологического мониторинга объясняется тем, что снежный покров является элементом экосистем и фактором среды живых организмов, то есть частью общего. ООПТ в зависимости от времени их существования имеют в той или иной степени сформировавшиеся системы мониторинга. Поэтому планируемые наблюдения за снежным покровом должны учитывать имеющийся опыт и ранее полученные результаты. Адаптация мониторинга снежного покрова к уже имеющейся системе комплексного экологического мониторинга будет способствовать установлению взаимных связей между наблюдаемыми элементами экосистем, уменьшит трудозатраты. Таким образом, некоторые снегомерные маршруты и снегопункты могут быть заложены там, где уже имеются мониторинговые площадки. Например, в ООПТ Алтая и Саян подобные работы могут частично выполняться на планируемых мониторинговых площадках по программе GLORIA или программе наблюдений за верхней границей леса.

При организации наблюдений за снежным покровом в ООПТ необходимо учитывать **физико-географическую неоднородность территории**. Связано это, во-первых, с тем, что характер подстилающей поверхности (рельеф, структура почвогрунтов, растительность) определяет многие свойства снежного покрова. Во-вторых, с тем, что степень воздействия снежного покрова на те или иные экосистемы неодинакова.

Рельеф местности многопланово определяет характеристики снежного покрова. От ориентации главных осей горных хребтов в поле циркуляции атмосферы зависят количество осадков, в том числе выпадающих в зимний период, и, следовательно, толщина, водный запас и другие характеристики снежного покрова. Поэтому в ООПТ, которые расположены в пределах двух макросклонов горных хребтов, необходимо иметь пункты наблюдений в пределах этих территорий. При организации наблюдений также необходимо учесть экспозиционные и высотные отличия в распределении снежного покрова.

При планировании снегомерных маршрутов и снегопунктов необходимо учитывать особенности растительного покрова территории. Это определяется двумя причинами: 1) растительный покров влияет на характеристики снежного покрова; 2) синхронные наблюдения снежного и растительного покровов позволяют установить диапазон толерантности видов растений и их сообществ по отношению к различным характеристикам снежного покрова. На первом этапе наблюдений необходимо обеспечить сбор информации об отличиях в снегонакоплении и снеготаянии между лесом и полем, а также между лиственными и вечнозелеными хвойными лесами. В дальнейшем можно учитывать различия в плотности древостоя, сомкнутости крон и прочее.

Характеристики почвогрунтов могут определять тепловой режим снежного покрова, условия метаморфизма снега и, следовательно, структуру снежной толщи.

Учет требований гидрометеослужбы при организации мониторинга снежного покрова в ООПТ обеспечивает осуществление наблюдений по единой методике и сравнимость полученных результатов. При размещении сети маршрутов и снегопунктов необходимо учитывать возможность привязки наблюдений к имеющейся гидрометеорологической сети постов и станций. Такая привязка позволит в будущем построить модель зависимости характеристик снежного покрова двух районов, осуществить проведение ряда наблюдений и реконструировать значения снежного покрова для ООПТ. Выбор станций или постов осуществляется по критериям общности циркуляционных процессов атмосферы, физико-географического сходства, удаленности.

Любые экосистемы характеризуется большим числом элементов и связей между ними. Организация наблюдений за всеми невозможна по причине трудовых и финансовых ограничений. Поэтому **минимизация трудозатрат** — необходимое условие при организации мониторинга. При наблюдении снежного покрова снижение трудозатрат может идти разными путями: сокращение программы наблюдений, пространственная оптимизация, автоматизация наблюдений. Программа наблюдений на пер-

вом этапе может быть сведена к минимуму: организация наблюдений на посту по постоянной рейке и маршруту один раз в месяц, а также ландшафтно-маршрутная снегосъемка на период максимума снегонакопления (февраль или март в зависимости от района исследований). Описание структуры снежной толщи также может осуществляться по облегченной форме. Пространственная оптимизация подразумевает такое размещение маршрутов и снегопунктов, при котором расстояния были бы между ними минимальными, но при условии учета физико-географической неоднородности территории. Благоприятным моментом организации наблюдений за снежным покровом является простота подготовки наблюдателей.

Совершенствование наблюдений за снежным покровом в будущем — необходимое условие при организации соответствующей системы мониторинга. Оно может развиваться в нескольких направлениях: расширение сети (маршрутов и снегопунктов) и программы наблюдений (увеличение сроков наблюдений, изучаемых параметров и пр.), техническая модернизация наблюдений.

Расширение сети маршрутов обычно происходит до тех пор, пока их плотность не достигнет одного на 2000—3000 км² в горах и 5000 км² на равнине. При расширении программы наблюдений увеличивают регулярность наблюдений на маршрутах. Максимальная регулярность наблюдений на снегомерных маршрутах выглядит следующим образом: в поле — один раз в декаду (и один раз в пентаду в период снеготаяния); в лесу — один раз в месяц до 20 января, далее — один раз в декаду и в период снеготаяния — один раз в пять дней; в балках — 20 января, 20 февраля и после до периода снеготаяния один раз в декаду. Расширение программы наблюдений может происходить за счет сопровождения их метеорологическими наблюдениями (радиация, температура почвы и скорость ветра), петрографическим анализом снежной толщи и прочего.

Техническая модернизация мониторинга снежного покрова может осуществляться за счет внедрения других методов наблюдения. К таким можно отнести фотограмметрические методы, измерение снежного покрова с помощью радиоактивных изотопов, гамма-съемку, измерение водного эквивалента снежного покрова при помощи космической радиации, автономных ультразвуковых датчиков и снегомерных подушек, дистанционное зондирование снежного покрова с искусственных спутников Земли. Техническое совершенствование наблюдений за снежным покровом может существенно снизить трудоемкость этих наблюдений.

2. ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СНЕЖНЫМ ПОКРОВОМ

2.1. Виды и содержание снегомерных работ

Наблюдения за снежным покровом осуществляются с целью получения информации о пространственном распределении снежного покрова, динамике его накопления и продолжительности залегания, об условиях таяния и количестве образующейся весной талой снеговой воды. Основное назначение данных наблюдений связано с изучением климатического и гидрологического режимов территории, составлением агрометеорологических и гидрологических прогнозов, а также с оценкой изменений природной среды (в т.ч. климатических колебаний).

Наблюдения за снежным покровом состоят из **ежедневных наблюдений** на стационарных площадках за изменением (динамикой) снежного покрова и **периодических ландшафтно-маршрутных снегосьемок** для определения толщины, плотности и снегозапасов в различных ландшафтных условиях. При этом различают **маршрутные линейные снегосьемки** и **маршрутные снегосьемки со снегопунктами**. Кроме того, для выполнения снегомерных работ в труднодоступных горных районах целесообразно применение **авиадесантных снегомерных съемок** путем посадок вертолета и наблюдений по специальным рейкам непосредственно с его борта, а также **дистанционных наблюдений** с использованием запиывающих или передающих ультразвуковых автономных датчиков.

2.1.1. Изучаемые показатели снежного покрова

В ходе наблюдений за снежным покровом получают разнообразную информацию о его характеристиках:

1. Основные режимные характеристики снежного покрова: даты установления и схода снежного покрова, даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова, число дней со снежным покровом; число дней с устойчивым снежным покровом.

2. Параметры снежного покрова, измеряемые в процессе инструментальных наблюдений: толщина снежного покрова; плотность снежного покрова; снегозапас.

3. Характеристики снежного покрова, описываемые в ходе визуальных наблюдений: степень покрытия поверхности снежным покровом; характер залегания снежного покрова; характер разрушенности снежного покрова; структура снежного покрова (стратиграфия); состояние поверхности почвы под снегом.

Под установлением снежного покрова понимается начало периода залегания снежного покрова. За дату установления снежного покрова принимается день, когда после выпадения снега он не сходит более чем

на половине открытой местности. Под сходом снежного покрова понимается завершение периода залегания снежного покрова. За дату схода снежного покрова принимается день, когда покрытость открытой местности снегом снижается до 50%.

Устойчивым называют снежный покров, залегающий непрерывно не менее трех декад подряд (во внимание не принимаются перерывы в сплошном залегании снежного покрова длительностью не более 3 дней на каждые 30 дней).

Толщиной снежного покрова принято называть толщину слоя снега на поверхности земли или льда. Ранее как синоним использовалось понятие «высота снежного покрова», однако его использование в настоящее время менее предпочтительно.

Плотность снега — отношение массы пробы снежного покрова к ее объему. В плотность снега не включают плотность снега, насыщенного водой, плотность воды, находящейся под снегом, и плотность ледяной корки, находящейся на поверхности почвы. Плотность снега определяет многие свойства снежного покрова.

Снегозапасом называется масса воды в твердом и жидком виде, содержащаяся в данный момент в снежном покрове. Определяется путем умножения толщины снега на его плотность и выражается эквивалентным слоем воды (мм).

Наблюдаемые показатели снежного покрова зависят от вида выполняемых снегомерных работ. При ежедневных наблюдениях к таким показателям следует отнести степень покрытия окрестности станции (поста) снежным покровом (в баллах), характер залегания снежного покрова на местности, структуру снега, толщину снежного покрова на метеорологической площадке. При маршрутных снегосьемках к наблюдаемым показателям снежного покрова относятся толщина снежного покрова (средняя из установленного числа измерений), плотность снега, структура снежной толщи (наличие прослоек льда, воды и снега, насыщенного водой, толщина ледяной корки и слоя снега, насыщенного водой), характер залегания снежного покрова на маршруте, степень покрытия снегом и ледяной коркой, состояние поверхности почвы под снегом (мерзлая, талая).

Получаемая информация о снежном покрове необходима для оценки величины зимних осадков, увлажнения территории, величины стока и уровня половодья, глубины промерзания почв, условий обитания живых организмов в зимний период, сроков наступления фенофаз в весенний период и ряд других показателей.

2.1.2. Ежедневные наблюдения за снежным покровом по постоянным снегомерным рейкам

Ежедневные наблюдения за снежным покровом предназначены, главным образом, для получения информации о динамике снегонакопления и

снеготаяния в районе наблюдений. Данный вид наблюдений осуществляется на специально оборудованной стационарной площадке с установленными на ней тремя постоянными снегомерными рейками.

Местоположение площадки должно отражать характерные условия снегонакопления для данной территории. Площадка должна быть удалена от отдельных препятствий (строений, отдельно стоящих деревьев и пр.) на расстояние не менее 10-кратной высоты этих препятствий. Не рекомендуется размещать площадку вблизи резких изломов рельефа (оврагов, обрывов и пр.) и на опушке лесных массивов. При наличии установленной на исследуемой территории стационарной автоматической метеорологической станции рекомендуется установка постоянных снегомерных реек непосредственно вблизи данной станции, что позволит в дальнейшем соотносить информацию о динамике снежного покрова с другими метеорологическими данными, наблюдаемыми на станции.

Постоянные снегомерные рейки устанавливаются на площадке, образуя равносторонний треугольник, при этом расстояние между ними должно быть 10—15 м. Каждой рейке присваивается свой номер (№ 1, № 2, № 3). Взаимное расположение реек и их нумерация должны сохраняться неизменно из года в год на всем протяжении наблюдений.

Ежедневные наблюдения за снежным покровом осуществляются в утренние часы при любых погодных условиях и включают в себя:

- **визуальные наблюдения**, включающие в себя:

- оценку степени покрытия снежным покровом видимой окрестности,
- описание характера залегания снежного покрова на местности,
- описание структуры снега,
- описание характера разрушенности снежного покрова;

- **инструментальные измерения** толщины снежного покрова по постоянным снегомерным рейкам.

Степень покрытия снежным покровом видимой окрестности оценивается в баллах по 10-балльной шкале (0,1 часть видимой окрестности принимается равной 1 баллу). Если снегом покрыта вся видимая окрестность, то степень покрытия равна 10 баллам; если покрыто около 0,4 всей видимой окрестности, то степень покрытия равна 4 баллам; если наблюдаются отдельные пятна снега, покрывающие менее 0,1 видимой окрестности, то степень покрытия оценивается в 0 баллов. При отсутствии снега на поверхности почвы степень покрытия не оценивается. В горных районах при оценке степени покрытия в общей площади видимой окрестности не учитывается поверхность отвесных оголенных участков.

Характер залегания снежного покрова определяется при степени покрытия окрестности ≥ 6 баллов и описывает неравномерность залегания снежного покрова на местности. Характер залегания оценивается по наличию сугробов (без сугробов — равномерный; небольшие сугробы —

неравномерный; большие сугробы — очень неравномерный) и по состоянию почвы под снежным покровом (замерзшая, талая или состояние неизвестно) (табл. 1).

Таблица 1

Характер залегания снежного покрова

Снежный покров	Цифра кода
Равномерный (без сугробов) на замерзшей почве	0
Равномерный (без сугробов) на оттаявшей почве	1
Равномерный (без сугробов), состояние почвы неизвестно	2
Неравномерный (небольшие сугробы) на замерзшей почве	3
Неравномерный (небольшие сугробы) на оттаявшей почве	4
Неравномерный (небольшие сугробы), состояние почвы неизвестно	5
Очень неравномерный (большие сугробы) на замерзшей почве	6
Очень неравномерный (большие сугробы) на оттаявшей почве	7
Очень неравномерный (большие сугробы), состояние почвы неизвестно	8
С проталинами	9

Характер разрушенности снежного покрова в период схода снежного покрова оценивается также визуально на основании признаков таяния и механического разрушения (табл. 2).

Таблица 2

Шкала разрушенности снежного покрова

Признаки таяния или механического разрушения	Цифра кода
Полное отсутствие внешних признаков разрушения, проталин нет, поверхность снега отличается белизной	0
Появление небольших проталин на склонах южной экспозиции	1
Отдельные проталины на полях, поверхность преимущественно белая	2
Множество проталин, в понижениях снег пропитан водой, имеет серый цвет	3
Покров сильно разрушен таянием и пропитан водой, в отдельных местах сохраняется в виде больших полей, но сильно испещрен проталинами	4

Структура снега определяется в соответствии с таблицей 3. При определении структуры снега различают: *снег свежий* (пылевидный, пушистый, липкий); *старый снег* (рассыпчатый, плотный, влажный); *наст* (снежная корка, под настом снег плотный или влажный), а также отмечается *снег, насыщенный водой*.

Таблица 3

Характеристика структуры снега

Структура снега	Цифра кода
Свежий снег пылевидный	0
Свежий снег пушистый	1
Свежий снег липкий	2
Старый снег рассыпчатый	3
Старый снег плотный	4
Старый снег влажный	5
Снежная корка, не связанная со снегом под ней	6
Плотный снег с коркой на поверхности	7
Влажный снег с коркой на поверхности	8
Переувлажненный (мокрый) снег	9

Визуальные наблюдения производятся с постоянного, наиболее возвышенного места, вблизи стационарной площадки. Результаты наблюдений записываются в специальный журнал наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке в соответствующие графы (приложения 1—2). При этом степень покрытия записывается в баллах, а характер залегания, структура снега и характер разрушенности снежного покрова — и цифрами кода из таблиц (1—3).

Ежедневные **измерения толщины снежного покрова** производятся по трем постоянным снегомерным рейкам, установленным на площадке, при этом наблюдатель должен находиться на расстоянии 2—3 метров от рейки, чтобы не нарушать целостность залегания снежного покрова. Отсчеты производятся поочередно по рейкам № 1, 2 и 3 с точностью до 1 см. Если отчет по рейке меньше половины первого деления рейки, то толщина снежного покрова принимается равной нулю; если отчет по рейке равен или больше половины первого деления, то толщина принимается равной 1 см. При наличии около какой-либо из реек слоя льда или воды, образовавшегося после таяния снега, по рейке отсчитывается толщина этого слоя. В случае если у рейки нет ни снега, ни льда, ни воды, графа «отсчет по рейке» не заполняется. Отсчеты толщины снежного покрова по рейкам записываются непосредственно на месте наблюдений в журнал наблюдений в строку данного числа, в графу, соответствующую данной рейке. Образец записей в журнал наблюдений приведен в приложении 2.

2.1.3. Ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки

Ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки проводятся с целью определения основных характеристик снежного покрова в различных ландшафтных условиях (открытые и залесенные участки, склоны и дно долины, склоны различной крутизны и экспозиции, террасы, тип растительности, высотная зона и пр.). Различают **маршрутные линейные снего съемки** и **маршрутные снегосъемки со снегопунктами**.

Географические координаты начальных, конечных и поворотных точек выбранных маршрутов четко фиксируются. Кроме того, на местности маршруты необходимо закрепить видимыми метками (зарубки, откраска и пр.). Все маршруты и снегопункты обязательно номеруются. При этом дублирование номеров на всей территории наблюдений должно быть исключено. Для каждого маршрута и снегопункта составляются подробные описания, позволяющие точно определить их местоположение, условия снегонакопления, время начала наблюдений, а также продолжительность перерывов в наблюдениях (если таковые имелись) с объяснением причин, вызвавших прекращение наблюдений. Данные описания вносятся в «Паспорт снегомерного маршрута» (приложение 3) и «Паспорт снегопункта» (приложение 4). Выбранные маршруты должны быть постоянными в течение нескольких лет для обеспечения возможности анализа межгодовой изменчивости параметров снежного покрова с целью оценки климатических колебаний. Если результаты анализа снегосъемок показывают нетипичность выбранного маршрута для исследуемой территории или вблизи маршрута произошли существенные изменения (лесной пожар, обвал и пр.), то допускается замена маршрута.

В ходе маршрутных снегосъемок измеряются (оцениваются) следующие характеристики снежного покрова:

— **в промерных точках:** толщина и плотность снежного покрова с последующим определением снегозапасов; толщина ледяной корки на поверхности почвы и слоя снега, насыщенного водой; структура снежно-го покрова;

— **по ходу маршрута:** степень покрытия снегом и ледяной коркой маршрута и состояние поверхности почвы под снегом (талая, мерзлая).

Линейные маршруты обычно прокладываются в бассейнах малых рек и верхних частях бассейнов больших рек. При этом нитка маршрута должна охватывать различные высотные зоны и пересекать основные формы рельефа (дно долины, склоны, террасы, плато и пр.) и основные типы растительности, чтобы отразить разнообразные условия накопления и перераспределения снежного покрова на исследуемой территории. Не следует прокладывать маршрут вдоль водораздельной линии, обвалов и лесных просек, а также по льду рек, озер и других водоемов. Грамотно

проложенный линейный маршрут дает наиболее детальную информацию о распределении снежного покрова на наблюдаемой территории.

Общее количество промерных точек в пределах маршрута зависит от его протяженности и условий накопления и перераспределения снежного покрова. Так, в горных условиях, на участках с густым лесом рекомендуется производить измерения толщины снежного покрова через каждые 150 м, в разреженном лесу — через 100 м, на безлесных участках — через 75 м. На равнине (в котловине) длина полевого маршрута составляет 2000 м, лесного маршрута — 500 м, при этом измерения толщины снежного покрова производятся через каждые 20 м на полевом и 10 м на лесном маршрутах. Плотность снежного покрова и снегозапас и для горных, и для равнинных условий определяются в каждой пятой точке измерений толщины снежного покрова.

Степень покрытия маршрута ледяной коркой выражается в баллах. Для этого подсчитывается на маршруте число промерных точек, в которых наблюдалась ледяная корка, затем это число точек умножается на десять и делится на общее число сделанных измерений (включая и те точки, где ледяная корка отсутствовала). Полученное значение, округленное до целого числа, представляет собой степень покрытия маршрута ледяной коркой в баллах.

Степень покрытия маршрута снегом оценивается по тому же принципу, что и на стационарной снегомерной площадке (1/10 видимой окрестности принимается равной 1 баллу).

Маршруты со снегопунктами прокладываются в основном в долинах крупных рек и характеризуются значительной протяженностью. Длина маршрута определяется размерами речного бассейна и разнообразием условий накопления и перераспределения снежного покрова. Снегопункты закладываются на репрезентативных (типичных) участках, отражающих особенности снегонакопления в основных элементах ландшафта исследуемой территории. Снегопункт состоит из двух снегомерных площадок, обычно располагающихся одна напротив другой по разные стороны речного русла. Размеры площадок должны быть не менее 500 м², однако в случае невозможности выбора площадок заданного размера допускается выбор площадки до 100 м². Толщина снежного покрова на площадках измеряется в 20 точках, при этом расстояние между соседними промерами должно составлять 5 или 2 м (если размеры площадки менее 500 м²). Промерные точки размещаются вдоль прямых линий, образующих крестовину, как это показано на рисунке 1. Плотность снежного покрова и снегозапас определяются в 5 точках на каждой площадке.

В одной из пяти точек измерения плотности и снегозапасов описывается **структура снежного покрова**. Для этого по окончании измерений

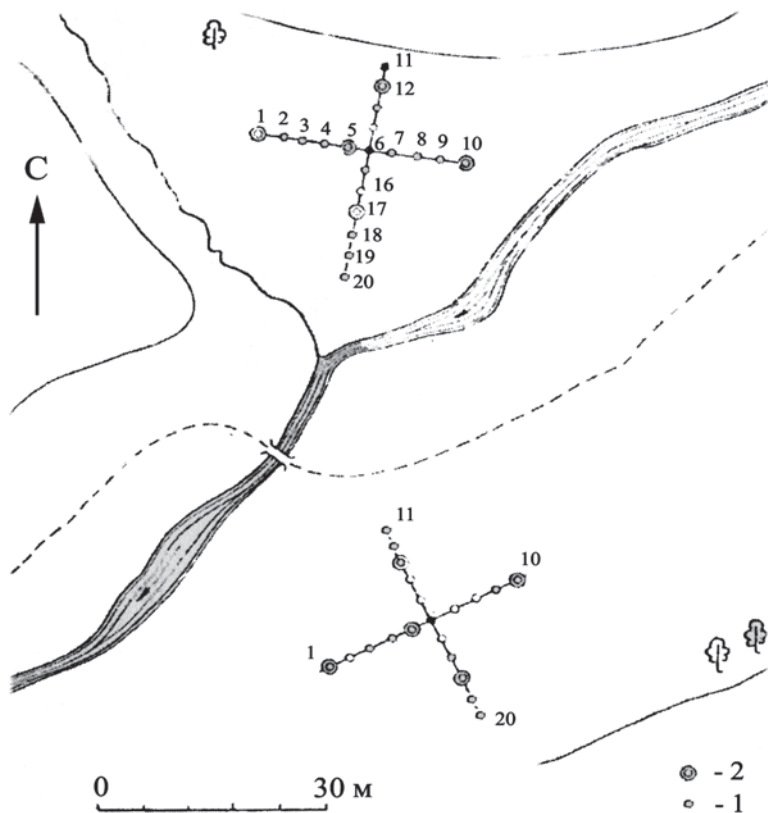


Рис. 1. Карта-схема расположения промерных точек на снеготункте. 1 — точки измерения толщины снежного покрова, 2 — точки измерения плотности снежного покрова и снеготакаса

толщины и плотности снежного покрова на снеготункте закладывается шурф шириной 1 м и длиной до 2—2,5 м. Описание структуры снежной толщи производится послойно по хорошо зачищенной рабочей стенке шурфа снизу вверх. Каждый слой нумеруется и описывается по следующему плану:

- мощность слоя (см);
- влажность (липкость);
- зернистость (согласно приведенной классификации снега — приложение 5).

Помимо этого описываются:

- наличие ледяных корок, уплотненных горизонтов и ледяных включений внутри снежной толщи;

- наличие или отсутствие ледяной корки на поверхности почвы под снегом, ее мощность (мм), имеется ли воздушное пространство между снежным покровом и почвой, или снег плотно прилегает к земле, смерзся с почвой или нет;

- мерзлая или талая почва под снегом, сухая или влажная;

- состояние растительности под снегом (увядшая или зеленая);

- тип развития снежной толщи (по типу разрыхления/по типу уплотнения) (см. глоссарий).

По материалам наблюдений вычерчиваются сводные стратиграфические колонки, характеризующие структуру снежного покрова, с использованием условных обозначений (приложение 5). Пример стратиграфической колонки приведен в приложении 6.

Результаты измерений (описаний) параметров снежного покрова вносятся в полевые дневники (приложения 7—11) непосредственно во время снегомерных работ. Нитка маршрута обозначается на карте-схеме с указанием местоположения снегопунктов (рис. 2).

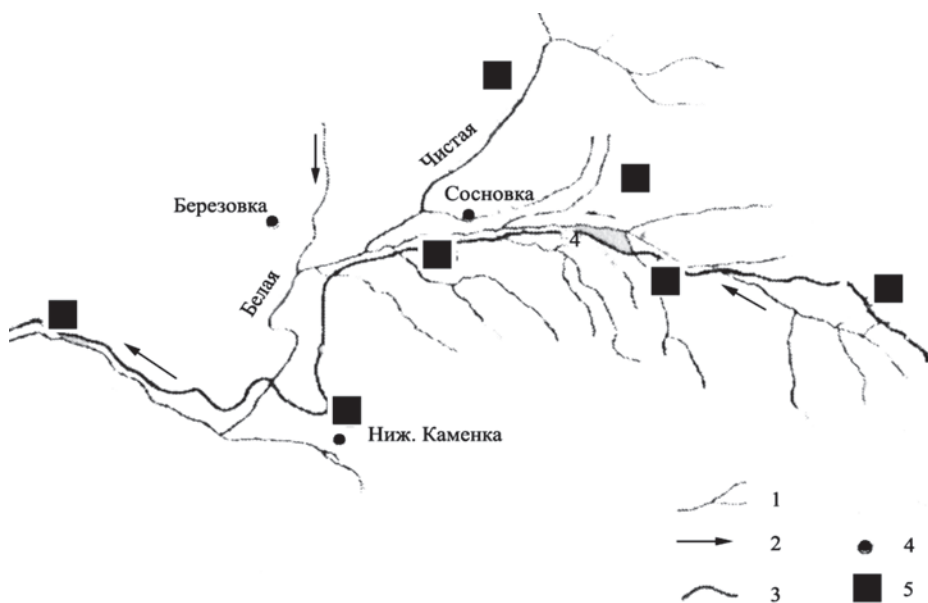


Рис. 2. Карта-схема расположения снегомерного маршрута со снегопунктами

(1 — речная сеть, 2 — направление течения рек, 3 — нитка маршрута, 4 — населенные пункты, 5 — снегопункты)

2.2. Сроки проведения наблюдений за снежным покровом

Наблюдения за снежным покровом начинаются в осенний период с момента появления первого (временного) снежного покрова и продолжаются до полного его исчезновения в весенний период.

Сведения о первом появлении снежного покрова вносятся в журнал наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке. Наблюдения на стационарной площадке осуществляются ежедневно в утренние часы при любой погоде.

Маршрутные снегомерные съемки производятся регулярно в течение сезона в установленные календарные сроки, после образования устойчивого снежного покрова. Рекомендуется не нарушать установленных календарных сроков маршрутных снегосъемок. Однако в случае возникновения неблагоприятных условий для проведения полевых работ, связанных с проявлением опасных природных явлений (лавинная опасность, пурга и пр.), допускается изменение сроков на 1—2 дня.

Начинать проведение маршрутных снегосъемок рекомендуется с момента, когда степень покрытия снегом окрестностей маршрута составляет не менее 6 баллов. Прекращение снегомерных съемок на маршрутах происходит после разрушения устойчивого снежного покрова, когда снегом окажется покрыто менее половины маршрута (степень покрытия менее 5 баллов). Количество выходов на маршрут в течение зимнего сезона и сроки производства снегомерных работ определяются общей целью мониторинга снежного покрова в ООПТ и зависят от физико-географических условий местности, по которой проложен маршрут. При необходимости получения максимально подробных сведений о динамике снежного покрова в различных ландшафтных условиях рекомендуется производить снегомерные работы со следующей периодичностью:

— **на маршрутах в поле (котловине)** зимой три раза в месяц: 10-го, 20-го и в последний день каждого месяца; весной (перед началом и в период снеготаяния) необходимо производить учащенные снегосъемки в каждый последний день пятидневки (5, 10, 15, 20, 25-го и в последний день месяца);

— **на лесных маршрутах** снегосъемки проводятся один раз в месяц (20-го числа), а после 20 января — в последний день каждой декады; во время снеготаяния — в конце каждой пятидневки.

В случае отсутствия необходимости получения подробных сведений о динамике снежного покрова в различных ландшафтных условиях либо при отсутствии ресурсов для осуществления регулярных маршрутных снегосъемок, рекомендуется выходить на маршрут только в последнее число каждого месяца. Минимальный объем маршрутных снегомерных работ предполагает однократное прохождение маршрута в течение зимнего

сезона, в период наибольшего накопления снега (период максимальных снеготазов). Для различных физико-географических условий этот период приходится на последнюю декаду февраля — первую декаду марта. В случае выполнения маршрутных снегомерных работ лишь в период максимальных снеготазов, полученные результаты будут характеризовать только территориальное распределение снеготазов и толщины снежного покрова и не позволят оценить динамику снеготазовления и снеготаяния в различных ландшафтных условиях.

Маршрутные снегомерные съемки целесообразно начинать рано утром, чтобы успеть закончить их зимой до наступления темноты, а весной — до начала интенсивного таяния снега и появления подлипа на лыжах.

2.3. Порядок ведения записей при производстве снегомерных работ

При производстве наблюдений за снежным покровом результаты вносятся в специальный журнал наблюдений и полевые дневники. Все записи необходимо выполнять аккуратно, точно и разборчиво, желательно простым карандашом, с расчетом на то, чтобы они были понятны любому работнику, при камеральной обработке результатов наблюдений. В случае возникновения ошибок при внесении данных, ошибочные записи не стираются, а аккуратно зачеркиваются (при этом перечеркнутая запись должна легко читаться), рядом делаются новые правильные записи.

2.3.1. Записи результатов ежедневных наблюдений на снегомерной площадке

Результаты визуальных наблюдений и инструментальных измерений, производимых на снегомерной площадке, записываются в специальный журнал наблюдений. Пример оформления журнала приведен в приложениях 1—2. Внесение сведений в журнал осуществляется непосредственно на площадке сразу во время производства наблюдений. Записи о параметрах снежного покрова вносятся в соответствующую форму журнала (приложение 2). Помимо записей результатов наблюдений за снежным покровом в журнале обязательно указываются следующие сведения:

- даты начала и окончания заполнения журнала;
- точное местоположение снегомерной площадки с указанием географических координат и подробным физико-географическим и геоботаническим описанием окрестностей;
- даты и время производства снегомерных наблюдений;
- ФИО (полностью) и должность работников, выполнявших наблюдения;
- в случае перерыва в наблюдениях, обязательно указываются даты окончания и возобновления наблюдений, а также причина прекращения наблюдений.

2.3.2. Ведение полевого дневника на маршруте

Результаты визуальных наблюдений и инструментальных измерений, производимых на маршруте, записываются в полевом дневнике. Рекомендуется использовать полевые дневники с твердой обложкой, что облегчает внесение в них записей в полевых условиях. Пример оформления полевого дневника приведен в приложениях 7—11. Записи о толщине, плотности снежного покрова и снеготолщинах на линейных маршрутах вносятся в формы № 2 и № 3 (приложения 9—10). Записи о толщине, плотности снежного покрова и снеготолщинах на снегопунктах вносятся в форму № 4 (приложение 11).

Помимо записей результатов наблюдений за снежным покровом в полевом дневнике обязательно указываются следующие сведения:

1) перечень оборудования, используемого во время снегомерных работ (переносная снегомерная рейка, весовой снегомер, компас и другое навигационное оборудование, топографические карты), с обязательным указанием номеров и марок используемого оборудования. При возникновении неисправностей в работе приборов во время съемки данные сведения обязательно отмечаются в полевом дневнике;

2) состав снегомерной группы с указанием ФИО (полностью) и должности всех участников снегомерных работ;

3) даты и время начала и окончания снегомерных работ;

4) описание порядка проведения работ на маршруте с указанием погодных условий (выпадение снега, метель, дождь, сильный ветер, оттепель и пр.).

Подробное описание окрестностей маршрута (условий рельефа и растительность) и местоположения снегопунктов указывается в «Паспорте снегомерного маршрута» и «Паспорте снегопункта» (приложения 3—4).

2.4. Снаряжение и оборудование, необходимое для проведения снегомерных работ

2.4.1. Снаряжение

Перечень снаряжения, необходимого для производства снегомерных работ, в целом соответствует типовому набору снаряжения, используемого при осуществлении зимних полевых работ и туристических путешествий.

В перечень **индивидуального снаряжения** входят:

- теплая непродуваемая и непромокаемая одежда (куртка, штаны, шапка, носки, варежки, кофта и пр.);

- утепленная обувь (ботинки, унты, валенки и пр.);

- бахилы;

- утепленный спальный мешок;

- теплоизоляционный коврик;
- рюкзак;
- полевая сумка;
- лесные (широкие) лыжи (при необходимости — лыжные палки);
- полевой дневник, набор простых карандашей;
- посуда, нож;
- спички, сухое горючее;
- фонарик;
- магнитный компас;
- затемненные очки;
- средства личной гигиены.

В перечень **коллективного снаряжения** входят:

- палатка;
- газовая горелка;
- котелки;
- веревка альпинистская (12—15 мм);
- шнур лавинный (яркого цвета 6—8 мм);
- топор;
- пила (двуручная либо веревочная);
- лопата;
- переносные снегомерные рейки;
- весовой снегомер;
- линейка (рулетка);
- оптический бинокль;
- GPS-навигатор;
- медицинская аптечка.

Перечень необходимого личного и коллективного снаряжения может изменяться в зависимости от особенностей условий предстоящих снегомерных работ и подбирается исходя из количества участников снегомерных съемок, дальности и продолжительности маршрута, а также труднодоступности района исследований.

2.4.2. Оборудование

Для осуществления наблюдений за динамикой снежного покрова на стационарных площадках применяются **постоянные снегомерные рейки**. Рейка обычно изготавливается из гладко оструганного прямого бруска сухого дерева длиной не менее 200 см, шириной 6 см и толщиной 2,5 см и окрашивается белой краской с нанесением на лицевой стороне сантиметровой шкалы. Каждое нечетное деление шкалы окрашивается черной краской. Деления шкалы, кратные десяти, для удобства отсчета обозначаются крупными цифрами (10, 20 и т.д.) (рис. 3).

Рис. 3. Установка постоянной снегомерной рейки

В случае установления толщины снежного покрова более 2 м, необходимо нарастить рейку. Для установки рейки в землю вбивается деревянный брусок или металлический стержень длиной 60 см и толщиной 6 см. На бруске на 20—25 см от верхнего края делается ступенька, на которую укрепляется рейка. Брусок вбивается в землю так, чтобы

нуль рейки совпадал с поверхностью земли. Рейки на площадке устанавливаются с осени еще до образования снежного покрова. Рейка должна быть установлена строго вертикально с помощью отвеса. После схода снежного покрова рейки следует убрать с площадки, при этом бруски, к которым крепятся рейки, необходимо оставить в земле.

Основными инструментами для производства наблюдений за снежным покровом во время маршрутных снегоъемов являются **переносная снегомерная рейка** и **весовой снегомер**. Кроме того, для определения толщины ледяной корки используется небольшая **линейка** либо **рулетка** с миллиметровыми делениями.

Переносные снегомерные рейки применяются для измерения толщины снежного покрова. Они могут быть деревянными либо металлическими. Деревянная переносная снегомерная рейка (рис. 4) представляет собой гладко оструганный прямой брусок длиной 150—180 см, шириной 4 см и толщиной 2 см, изготовленный из сухого дерева. Нижний край рейки для усиления ее прочности должен быть снабжен металлическим наконечником. На лицевой стороне рейки нанесена шкала в сантиметрах, нуль которой совпадает с нижним ребром наконечника. Деления шкалы, кратные пяти и десяти, наносятся длинными штрихами, при этом деления, кратные десяти, обозначаются цифрами. Металлическая переносная снегомерная рейка представляет собой полый металлический стержень с рукояткой с нанесенными на него делениями сантиметровой шкалы. Деления, кратные десяти, так же как на деревянных рейках, обозначаются цифрами. Если высота снежного покрова в районе проведения снегомерных съемок превышает длину снегомерной рейки, то для измерения необходимо





Рис. 4. Переносная снегомерная рейка

использовать специально изготовленный для этой цели деревянный шест (диаметром 4—5 см) или металлический прут (диаметром 8—10 мм) с нанесенной сантиметровой шкалой.

При измерении толщины снежного покрова переносная рейка погружается в снег строго вертикально до поверхности почвы. При этом рейка должна касаться поверхности почвы, но не входить в землю острым концом. Если на поверхности почвы имеется притертая ледяная корка, то рейка не должна пробивать ее. Ледяную корку (притертую к поверхности почвы) не стоит путать с плотными слоями смерзшегося снега (наста) в толще снежного покрова или на его поверхности, которые при измерении толщины снежного покрова следует пробить рейкой. Если в точке измерения толщины снежного покрова снег на период наблюдений отсутствует (вследствие метелевого переноса или таяния), то соответствующая графа в полевом дневнике не заполняется. При снегосьемках на талых почвах, на заболоченных участках или в лесу с мощной лесной подстилкой измерения толщины снежного покрова следует проводить осторожно, так как рейка должна отмечать только толщину снежного покрова. При измерении толщины плотного снега необходимо убедиться, что рейка достигла поверхности почвы. Определение толщины снежного покрова с использованием переносной рейки производится с точностью до 1 см. На каждой промерной точке производится один замер. Если же измерение в какой-либо точке даст результат, резко отличающийся от результатов измерений в предшествующих точках (что может произойти из-за попадания рейки, например, в яму или на камень), то для проверки выполняют повторное измерение рядом с данной точкой. Второе измерение записывается рядом с первым в скобках. Если результаты обоих измерений различаются незначительно, первое измерение считается подтвержденным. Если же результаты первого измерения не подтвердились, то первый результат аккуратно зачеркивается с условием, чтобы даже зачеркнутое значение легко читалось, а рядом с ним записывается результат второго измерения.

Весовой снегомер ВС-43 (рис. 5) предназначен для определения плотности снега и запаса воды в снежном покрове. Весовой снегомер состоит из цилиндра с крышкой (1), весов и лопаточки (13). Цилиндр высотой 60 см снабжен на одном конце толстым кольцом (2) с остро отточенным краем или разведенной пилой. Площадь сечения цилиндра равна 50 см². На боковой поверхности цилиндра имеется шкала, разделенная на сантимет-

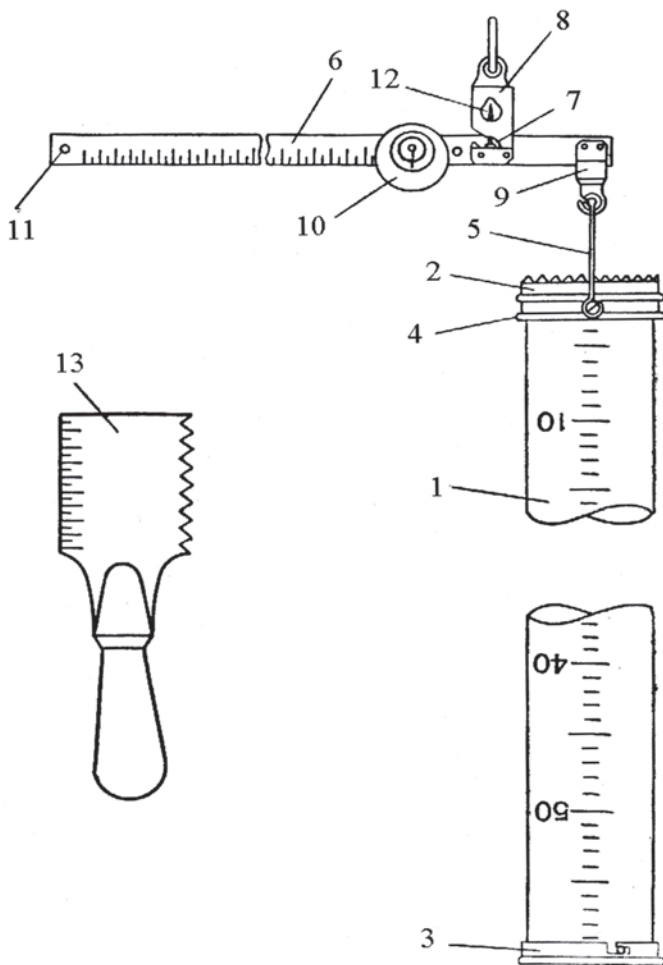


Рис. 5. Весовой снегомер (BC-43)

ры для измерения высоты вырезаемого столба снега. Нуль шкалы точно совпадает с нижним краем кольца (2). На другой конец цилиндра надевается крышка (3), укрепляемая с помощью штыкового затвора. На цилиндр прибора надето подвижное кольцо (4) с дужкой (5). Кольцо свободно перемещается по всей длине цилиндра. Дужка служит для подвешивания цилиндра на весы. Последние состоят из линейки (6), которая делится призмой (7) на два неравных плеча. Призма, обращенная ребром вниз, опирается на подвес (8). На коротком плече имеется другая призма, обращенная острым ребром вверх, на которую надет крючок (9) для подвески

цилиндра. По длинному плечу движется груз (10) с вырезом, через который видны деления шкалы. На конце плеча имеется выступ (1), предназначенный для того, чтобы груз не соскальзывал с линейки. На линейке весов нанесена шкала, каждое мелкое (миллиметровое) деление которой соответствует весу 5 граммов; для удобства отсчетов каждое десятое (сантиметровое) деление обозначено цифрой. Если повесить пустой цилиндр с крышкой на крючок (9) весов, а груз (10) установить так, чтобы черта на скошенном крае его прореза совмещалась с нулевым делением шкалы, то весы должны быть в равновесии, причем черта на указателе (12), прикрепленном к линейке, должна совпадать с чертой, имеющейся на подвесе (8) весов. Это совпадение и будет служить признаком равновесия. Если при равновесии весов черта груза не совмещается с нулевым делением, то новое положение черты надо принять при взвешивании за нулевое. Проверку равновесия весов необходимо выполнять в начале каждого дня снегомерных наблюдений.

Перед началом измерений снегомер выносят из помещения, чтобы он принял уличную температуру. При несоблюдении этого правила снег будет прилипать к стенкам цилиндра. Проверив нуль весов, цилиндр весового снегомера, слегка надавливая, отвесно погружают в снег остро отточенным краем вниз. При работе со снегомером на склонах значительной крутизны необходимо погружать снегомер наклонно (перпендикулярно к поверхности снега). По шкале цилиндра отсчитывают толщину снега с точностью до 1 см, отгребают лопаточкой снег с одной стороны цилиндра и подводят лопатку под его нижний край. Подняв цилиндр вместе с лопаточкой, переворачивают его нижним краем вверх и очищают наружную поверхность цилиндра от снега, подтягивая подвижное кольцо с дужкой вверх. После этого берут пробу снега взвешивают. Для этого цилиндр подвешивают к весам и приводят их в равновесие, после чего, держа весы на уровне глаза, снимают отсчет по линейке весов. Отсчет записывается в соответствующую графу полевого дневника в виде количества малых делений шкалы линейки весов от нуля до черты на скошенном крае прореза передвигающегося груза. При взвешивании пробы снега следует стоять спиной к ветру. После взвешивания высыпают взятую пробу снега из цилиндра и тщательно очищают внутреннюю его поверхность от снега. В случае если высота снежного покрова в районе проведения наблюдений менее 60 см (меньше высоты цилиндра), для определения плотности берется одна проба. При высоте снежного покрова более 60 см, измерение плотности осуществляется путем последовательного взятия нескольких проб таким образом, чтобы толщина каждой пробы была менее 60 см, при этом необходимо соблюдать осторожность и не нарушать целостности столба снега при взятии каждой пробы. Если на

поверхности снега или в его толще имеются слои смерзшегося снега (наст, снежная корка), то при взятии пробы необходимо прорезать эти слои нижним краем цилиндра, чтобы эти слои были учтены при определении плотности. Если слой смерзшегося снега достаточно плотный и представляет трудности при взятии пробы, следует взять две пробы снега: первую берут от поверхности снежного покрова до снежной корки, вторую — от поверхности снежной корки до поверхности почвы, включая слой смерзшегося снега. Если на поверхности почвы имеется талая вода или снег, насыщенный водой, то цилиндр снегомера опускается только до этого слоя. Для удобства измерения в этих случаях необходимо откопать шурф, а затем взять пробу снега (без воды и насыщенного ею снега).

Проба снега не берется, если в радиусе 5 м от выбранной точки высота снега меньше 5 см или в месте определения плотности имеются только талая вода, снег, насыщенный водой, или притертая ледяная корка.

Измерение плотности в каждой промерной точке выполняется один раз. Если полученный результат резко отличается от предыдущих измерений, то замер следует повторить подобно аналогичному случаю при измерении толщины снежного покрова.

В случае повторного прохождения снегомерного маршрута взятие пробы для определения плотности и снегозапаса осуществляется в нетронутых ранее местах в непосредственной близости от линии маршрута.

В случае если при измерении толщины или плотности снежного покрова обнаруживается, что на том или ином снегопункте или участке линейного маршрута оказывается явно мало снега в сравнении с залеганием его в окрестностях или же, наоборот, образовалось локальное скопление снега вследствие метелевого переноса или сползание снега с соседних склонов, необходимо обязательно отметить в полевом дневнике данное обстоятельство и попытаться дать этому объяснение.

Перед каждой очередной снегомерной съемкой необходимо проверить исправность оборудования:

— **на переносной рейке** проверить наличие и четкость нанесенных делений на сантиметровой шкале, вертикальность рейки, исправность острого наконечника и т.д.;

— **у снегомера** проверить равновесное положение: для этого пустой цилиндр с крышкой подвешивается на крючок весов, а груз устанавливается так, чтобы черта на скошенном крае его прореза совмещалась с нулевым делением шкалы. Если черта на указателе, прикрепленном к линейке, совпадает с чертой на подвесе, это служит признаком равновесия. Если равновесие устанавливается при делении, отличным от нулевого, то это новое положение черты принимается за нулевое для данной снегомерки. После производства снегомерных работ необходимо установить причину неисправности и устранить ее до следующей съемки.

С целью минимизации трудозатрат при производстве снегомерных работ, особенно в труднодоступных горных районах, целесообразно применение **приборов акустической диагностики** (записывающих или передающих ультразвуковых автономных датчиков). Установка датчиков должна осуществляться в пределах выбранных снегомерных маршрутов и снегопунктов.

К числу необходимого оборудования при производстве полевых наблюдений за снежным покровом относятся также **средства навигации**. Это в первую очередь **магнитный компас** и **GPS-навигатор**. Перед началом систематических наблюдений за снежным покровом необходимо подобрать **топографические карты** на всю территорию, охваченную наблюдениями, при этом желательно, чтобы масштаб карт на окрестности снегомерных маршрутов был не мельче 1:100 000, а на участки со снегопунктами не мельче 1:50 000.

2.5. Правила безопасности при производстве снегомерных работ

При проведении снегомерных работ наиболее опасными являются ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки большой протяженности (20—30 км). Перед началом зимнего сезона руководитель работ обязан обучить всех участников снегомерных работ правилам техники безопасности и принять зачет, результаты которого оформляются актом. Участники работ должны быть ознакомлены с маршрутом в летнее время, знать опасные и трудные участки маршрута, пути обхода лавиноопасных мест.

Снегомерные работы должны выполняться в строгом соответствии с расписанием и по маршрутам, которые указаны каждому исполнителю персонально. Каждый исполнитель заранее должен быть ознакомлен с расположением маршрутов на местности, а расписание вручено ему под расписку.

Снегомерные съемки на маршрутах протяженностью более 2 км, а также в овражно-балочной сети на маршрутах любой протяженности обязательно выполняются двумя лицами. Трудные и опасные маршруты в горах обслуживаются группой в составе не менее трех человек.

Все участники снегомерных работ должны быть обеспечены компасами (или приборами глобального позиционирования) и схемами расположения снегомерного маршрута на местности и уметь ориентироваться на этих схемах с помощью компаса или по хорошо заметным предметам на местности.

До участников снегомерных работ должны быть доведены прогнозы погоды на период снегосъемок. **Запрещается** производство снегомерных работ на маршрутах при неблагоприятных метеорологических условиях: сильный мороз, метель, густой туман. Запрещается выходить на маршрут, если температура воздуха ниже -25°C при скорости ветра 0—2 м/с, ниже -20°C при скорости ветра 3—8 м/с, ниже -15°C при скорости ветра

9—15 м/с, при любой температуре во время шторма (16—20 м/с) и при буре (более 20 м/с).

Маршруты большой протяженности планируются с таким расчетом, чтобы по пути следования на расстоянии не более 3 км находились населенные пункты или убежища для ночевки исполнителей работ или на случай резкого ухудшения погодных условий. Участники снегомерных работ должны знать все естественные убежища и укрытия на маршруте (пещеры, гроты, старые постройки и т.д.). В необходимых случаях группы должны быть обеспечены палаткой и оборудованием для ее обогрева.

Окончание снегомерных работ должно осуществляться весной — до начала интенсивного таяния снега, а зимой с таким расчетом, чтобы было возможно засветло выйти на ночевку в населенный пункт.

При снегомерных съемках в солнечную погоду и в предвесенний период работники должны быть обеспечены светозащитными очками. При глубоком и рыхлом снеге снегосъемки должны проводиться на лыжах.

При производстве снегомерных работ на маршруте, а также в пути следования к месту начала работ категорически **запрещается**:

а) употребление спиртных напитков, за исключением оказания первой медицинской помощи пострадавшему при несчастном случае;

б) пересечение водных преград по льду или другими способами вне специально установленных мест переправы;

в) отдых сидя или лежа на снегу и утоление жажды холодной водой или снегом;

г) возвращение с конца лесного маршрута напрямик, без следа снегосъемщика, проложенного во время работы;

д) передвижение в темное время суток в незнакомой местности вне дорог общего пользования.

При проведении снегосъемок в лавиноопасных районах **запрещаются** прохождение по лавиноопасным склонам (они должны быть заранее известны участникам снегосъемки); остановка в узких долинах у подошвы склонов, освещенных солнцем; крики, пение, стрельба во избежание схода лавин; движение при глухом шуме или шипении при просадке снега на склоне, слышимом под ногами; преодоление снежных карнизов. При попадании в лавину следует освободиться от лыж и предпринять усилия с целью остаться наверху, чтобы не быть засыпанным снегом. Следует закрыть нос и рот, чтобы избежать удушья и создать воздушное пространство перед лицом и грудной клеткой, если вас засыпало.

При производстве снегосъемок на маршрутах большой протяженности снегомерный отряд должен быть обеспечен:

а) аптечкой для оказания первой медицинской помощи;

б) спичками в водонепроницаемой упаковке и запасом продовольствия на 3—4 суток;

в) ножом и простейшим инструментом для починки крепления лыж, веревкой или шнуром длиной до 20 м;

г) вазелином (или лучше гусиным жиром) для смазывания кожи лица и рук при сильных морозах и 100 мл спирта для оказания первой медицинской помощи на случай обморожения.

К опасным для здоровья и жизни человека последствиям при снегомерных работах следует отнести переохлаждение (гипотермию) и обморожение. Ранние симптомы гипотермии заключаются при появлении усталости, отсутствии интереса, в наличии летаргии, неловкости и неуверенности в движениях, несвязности речи и нелогичном поведении. Поздние — явное недомогание, прекращение дрожи, несмотря на холод, коллапс и бессознательное состояние. При наличии симптомов следует начать немедленное разогревание: растирание без спирта, замена мокрой одежды на сухую, прикладывание тепла к торсу, изоляция в спальнике. Необходимо также теплое сладкое питье, если пострадавший находится в сознании.

При обморожении страдают незащищенные части тела: пальцы на ногах и руках, уши и нос. Они немеют и приобретают белый цвет. Легкое обморожение может быть снято прикладыванием руки, без растирания. Более серьезные случаи обморожения требуют медицинского вмешательства. Для предотвращения обморожения следует носить соответствующую обувь (теплая, сухая и нетесная). Для защиты рук, ног, лица и ушей следует контролировать признаки онемения. Для профилактики обморожения лица и ушей следует пользоваться вазелином или гусиным жиром.

Производство снегомерных работ в овражно-балочной сети после начала весеннего снеготаяния и во время зимних оттепелей **запрещается**.

3. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СНЕЖНЫМ ПОКРОВОМ

Камеральные работы (*от лат. camera — комната*) — всесторонняя научная обработка материалов, собранных в процессе полевых специальных исследований какой-либо территории.

3.1. Статистическая обработка и анализ результатов полевых наблюдений

Камеральная обработка данных проводится по материалам ежедневных наблюдений за снежным покровом на стационарной снегомерной площадке и материалам ландшафтно-маршрутных снегоъемок. Обработка результатов наблюдений на стационарной снегомерной площадке осуществляется ежедневно сразу по окончании измерений. Обработка материалов ландшафтно-маршрутных снегоъемок выполняется после каждого снегомерного маршрута.

В начале камеральной обработки необходимо просмотреть и привести в порядок все записи в полевом дневнике, уточнить полевые зарисовки, схемы маршрутов и расположение снегопунктов, а также проверить, везде ли указаны даты и время проведения наблюдений, фамилии работников, выполнявших измерения, и перечень использованных приборов и инструментов.

Далее осуществляется первичная обработка данных, внесенных в журналы наблюдений и полевые дневники. Анализ первичных данных имеет своей целью выявление ошибочных или сомнительных данных с целью их последующего исключения при статистической обработке. Кроме того, во время первичной обработки производятся вспомогательные вычисления, позволяющие оценить правильность внесенных записей. Так, в таблице полевого дневника «Толщина снежного покрова» (приложение 9) подсчитываются суммы значений толщины снежного покрова по горизонтали и вертикали; при правильном внесении значений в журнал суммы должны совпасть.

3.1.1. Камеральная обработка результатов наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке по постоянным снегомерным рейкам

По отсчетам трех реек ежедневно вычисляется среднее значение толщины снежного покрова, для чего сумму значений толщины снежного покрова по трем рейкам следует разделить на три и округлить до целых сантиметров. Если при делении получается значение меньше 0,5 см, в графе «Среднее» в журнале наблюдений записывается 0, если больше или равно 0,5 см, то 1.

Если у какой-либо из реек отсутствует снег, лед или талая вода, то средняя высота вычисляется также делением суммы показаний реек на три.

Пример вычисления средней высоты снежного покрова:

- Высота снежного покрова у рейки № 1 – 6 см; у рейки № 2 – 4 см (снег); у рейки № 3 – 0,3 см (лед). Средняя высота равна $(6 + 4 + 0) / 3 = 3,3 \text{ см} \approx 3 \text{ см}$.

В графе «Среднее» в журнале записывается 3.

- Высота снежного покрова у рейки № 1 – 2 см; у реек № 2 и 3 снежный покров отсутствует. Средняя высота равна $2 / 3 \approx 0,7 \approx 1 \text{ см}$.

В конце декады вычисляется средняя высота снежного покрова за дни со снежным покровом путем деления суммы средних за сутки высот снежного покрова на число дней, в которые у реек отмечался снег, лед или талая вода.

Если у реек снега не оказалось, но степень покрытия окрестности е"б баллов, то этот день учитывается при вычислении средней за декаду, при этом высота снега в это день принимается равной нулю.

3.1.2. Камеральная обработка результатов маршрутных снегомерных работ

В ходе обработки результатов маршрутных снегоъемок вычисляются следующие показатели:

- средняя толщина снежного покрова без ледяной корки (h_c);
- средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки (h);
- средняя толщина ледяной корки (z_k);
- степень покрытия маршрута снегом (L_m);
- степень покрытия маршрута ледяной коркой (L_k);
- средняя плотность снега (g);
- запас воды в снеге (снегозапас) (Q_c);
- запас воды в ледяной корке (Q_k);
- запас воды в слое талой воды (Q_b) и слое снега, насыщенного водой (Q_{cb});
- общий запас воды в снежном покрове (Q).

Средняя толщина снежного покрова без учета толщины ледяной корки (h_c) вычисляется по результатам измерения во всех точках маршрута (напомним, что ледяная корка при измерении толщины снега не пробивается снегомерной рейкой). Средняя толщина снежного покрова без учета толщины ледяной корки (h_c) равна сумме значений толщины снежного

покрова в точках измерения, деленной на общее число точек, включая и те, где измеренная толщина меньше 0,5 см (следовательно, в дневнике записано — 0 см), а также те, где вообще отсутствуют снег, талая вода или снег, насыщенный водой.

Средняя толщина ледяной корки (z_k) вычисляется как сумма всех измеренных толщин ледяной корки, деленная на общее число точек измерения, включая и те точки, где ледяная корка отсутствовала.

Аналогично вычисляются **средние толщины слоев снега, насыщенного водой (z_{cs})**, и **талой воды (z_v)**.

Средняя толщина снежного покрова с учетом ледяной корки (h) представляет собой сумму средней толщины снежного покрова (h_s), вычисленной по результатам измерения толщины без учета ледяной корки и средней толщины ледяной корки (z_k).

При определении максимальных и минимальных значений толщины снежного покрова на маршруте выбирается наибольшее (h_{max}) и наименьшее (h_{min}) из всех полученных значений.

Если в какой-либо точке наблюдается только ледяная корка, а снег, талая вода или снег, насыщенный водой, отсутствуют, то наименьшая толщина снежного покрова берется равной средней толщине ледяной корки, округленной до целых сантиметров.

Наименьшая толщина не указывается, если на маршруте имеются точки оголенной поверхности почвы без ледяной корки (в таблице полевого дневника «Толщина снежного покрова» имеются незаполненные графы). В этом случае наименьшая толщина снежного покрова отмечается косой чертой (/).

Степень покрытия маршрута снегом (L_m) вычисляется делением числа точек, в которых была измерена толщина снежного покрова, на общее число точек на маршруте. Результат деления выражается в баллах (1 балл равен 0,1 общего числа точек на маршруте).

Пример вычисления степени покрытия маршрута снегом: из общего числа (50) промеренных точек на маршруте в 36 точках наблюдался снежный покров. Степень покрытия маршрута составляет $36 / 50 \approx 7$ баллов.

Степень покрытия маршрута ледяной коркой (L_k) вычисляется аналогично по числу точек, в которых была измерена ледяная корка при определении плотности снега.

Плотность снега (g) в каждой точке ее определения вычисляется делением массы пробы снега на его объем. Масса пробы снега равна 5т (т — отсчет по линейке весов), так как каждое деление линейки весов соответствует 5 г. Объем пробы снега равен произведению площади

поперечного сечения цилиндра снегомера (50 см²) на высоту взятой пробы (отсчет по шкале цилиндра) 50h (см³). Исходя из этого плотность снега вычисляется по формуле: $g = 5m / 50h = m / 10h$.

Плотность снега вычисляется с точностью до сотых долей г/см³, для чего деление m на $10h$ производится до третьего десятичного знака, а результат округляется до второго десятичного знака.

Пример вычисления плотности снега: отсчет по шкале цилиндра $h = 26$ см, отсчет по линейке весов $m = 59$. Плотность g равна $59 / (10 \cdot 26) = 0,227$, после округления $g = 0,23$ г/см³.

Если измерение плотности снега в точке производилось в несколько приемов, то вычисление плотности производится по сумме отсчетов по шкале цилиндра и сумме отсчетов по линейке весов.

Пример вычисления плотности снега в несколько приемов: первая проба снега от поверхности до снежной корки имеет $h_1 = 45$ см, $m_1 = 107$; вторая проба снега от поверхности до снежной корки имеет $h_2 = 40$ см, $m_2 = 103$. Плотность снега вычисляется по значениям $h = h_1 + h_2 = 45 + 40 = 85$ см и $m_1 + m_2 = 107 + 103 = 210$; т.е. плотность снега в этой точке равна: $g = (m_1 + m_2) / 10 (h_1 + h_2) = 210 / 850 = 0,247 \approx 0,25$ г/см³.

Средняя плотность снега на маршруте вычисляется делением суммы плотностей в точках измерения на число точек определения плотности на маршруте.

Запас воды в слое снега (Q_c) вычисляется по формуле:

$$Q_c = 10g [h_c - (z_{cb} + z_b)],$$

где:

g — средняя плотность снега;

h_c — средняя высота снежного покрова без ледяной корки;

z_{cb} и z_b — средние толщины снега, насыщенного водой, и слоя талой воды, вычисленные по измерениям в точках определения плотности снежного покрова;

10 — коэффициент для перевода высоты слоя воды в миллиметры.

Запас воды в слое снега, насыщенного водой (Q_{cb}), вычисляется по формуле:

$$Q_{cb} = 10g_{cb} z_{cb} = 8z_{cb},$$

где g_{cb} — плотность снега, насыщенного водой, равная 0,8 г/см³.

Запас воды в слое талой воды (Q_b) вычисляется по формуле:

$$Q_b = 10g_b z_b = 10z_b,$$

где g_b — плотность талой воды, равная 1,0 г/см³.

Запас воды в ледяной корке (Q_k) вычисляется по формуле:

$$Q_k = g_k z_k = 0,8z_k$$

где g_k — плотность ледяной корки, равная $0,8 \text{ г/см}^3$.

Общий запас воды в снежном покрове (Q) вычисляется сложением

$$Q = Q_c + Q_{cb} + Q_b + Q_k$$

В случае отсутствия ледяных корок и слоя талой воды и слоя снега, насыщенного водой, общий запас воды в снежном покрове (Q) рассчитывается по упрощенной схеме:

$$Q = 10gh,$$

где:

g — средняя плотность снега по данным снегосъемки на полевом маршруте;

h — средняя толщина снежного покрова на маршруте.

Примеры вычисления снегозапасов приведены в приложении 10.

Для оценки величины статистической ошибки при определении средних значений основных параметров снежного покрова используется следующая формула:

$$\mu = \sigma / \sqrt{n},$$

где:

μ — ошибка определения среднего;

σ — среднее квадратическое отклонение;

n — количество измерений параметра снежного покрова на снегопункте.

Из приведенной формулы видно, что точность определения средних значений параметров снежного покрова будет тем выше, чем меньшая пространственная изменчивость снежного покрова наблюдается на снегопункте и чем больше было произведено измерений.

3.1.3. Анализ пространственного распределения и внутригодовой динамики снежного покрова

Для характеристики особенностей залегания снежного покрова на местности эффективно использование **коэффициента вариации (C_v)** толщины снежного покрова, рассчитывающегося по формуле:

$$C_v = \sigma_h / h,$$

где:

h — толщина снежного покрова;

σ_h — среднее квадратическое отклонение отдельных значений толщины снежного покрова от их среднего значения.

Среднее квадратическое отклонение (σ_h) характеризует степень неравномерности распределения параметров снежного покрова и рассчитывается по формуле:

$$\sigma_h = \sqrt{\sum (h_i - h)^2 / n},$$

где:

h — величина отдельного измерения толщины снежного покрова;

\bar{h} — среднее значение толщины снежного покрова;

n — общее число измерений.

Чем меньше значения коэффициента вариации и среднего квадратического отклонения, тем однороднее залегает снежный покров на исследуемой территории.

Важной характеристикой перераспределения снежного покрова является **коэффициент снегонакопления (K_c)**, характеризующий интенсивность метелевого переноса и рассчитывающийся как отношение снеготпасов в лесу к снеготпасам на полевом (открытом участке). В случае отсутствия снеготпереноса K_c будет равен 1. По сути, данный коэффициент показывает, во сколько раз снеготпасы в лесу больше или меньше снеготпасов на открытом участке.

При анализе пространственного распределения снежного покрова рекомендуется определение математических зависимостей, отражающих основные закономерности фонового распределения снежного покрова под действием ведущих факторов снеготнакопления. Традиционно в горных условиях чаще всего используются зависимости вида $h = f(H)$ и $Q = f(H)$, отражающие изменение толщины снежного покрова и снеготпасов с увеличением абсолютной высоты местности. При небольших абсолютных высотах местности (предгорные и низкогорные районы), помимо приведенных зависимостей, возможно использование зависимости вида $h = f(L)$, $h = f(L/H)$ и $Q = f(L)$, $Q = f(L/H)$, где L — расстояние в направлении зимнего влаготпереноса от точки наблюдения до осевой линии орографического барьера (осевые части горных хребтов, отроги и т.д.), а H — абсолютная высота местности. В условиях наличия орографической преграды (барьера) использование показателей L и L/H является физически более обоснованным. В данном случае L отражает интенсивность турбулентных движений орографического происхождения, являющихся одним из основных факторов осадкообразования, а H обуславливает изменения температурного режима и, как следствие, изменение условий конденсации в воздушной массе с поднятием ее по склону. Таким образом, в показателе L/H одновременно сочетаются основные параметры, обуславливающие изменение главных факторов осадкообразования.

Определение плотности и снеготпаса в процессе снеготмерных работ является наиболее трудоемким процессом, в особенности в горной местности, характеризующейся значительной мощностью снежного покрова. В этой связи для наиболее труднодоступных районов с целью снижения трудоемкости снеготмерных работ рекомендуется на основе данных полевых наблюдений выполнить расчет математических зависимостей

тей плотности снежного покрова и снегозапаса от толщины снежного покрова. Выявленные региональные зависимости позволят производить расчет максимальных снегозапасов для исследуемой территории, основываясь лишь на данных о толщине снежного покрова, что существенно снизит трудозатраты при производстве снегомерных работ. Пример построения указанных математических зависимостей приведен на рисунках 6 и 7.

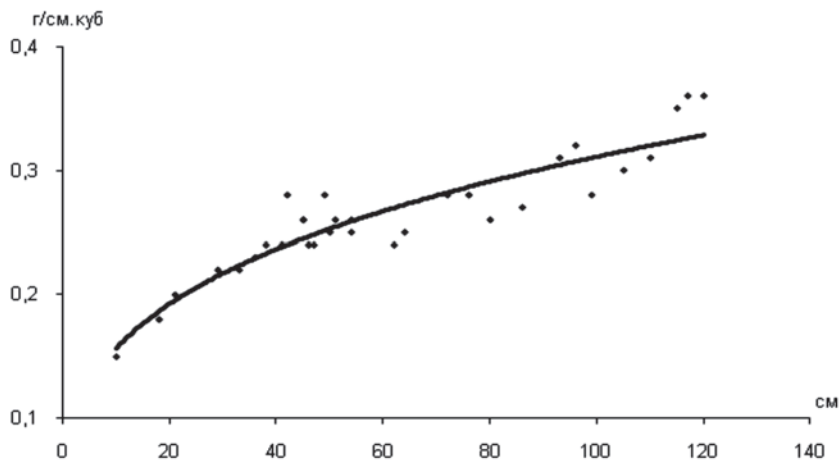


Рис. 6. Зависимость плотности от толщины снежного покрова
 $g = 0,0787 \cdot h^{0,2983}$ – для $g = f(h)$
 (на примере бассейна р. Чумыш)

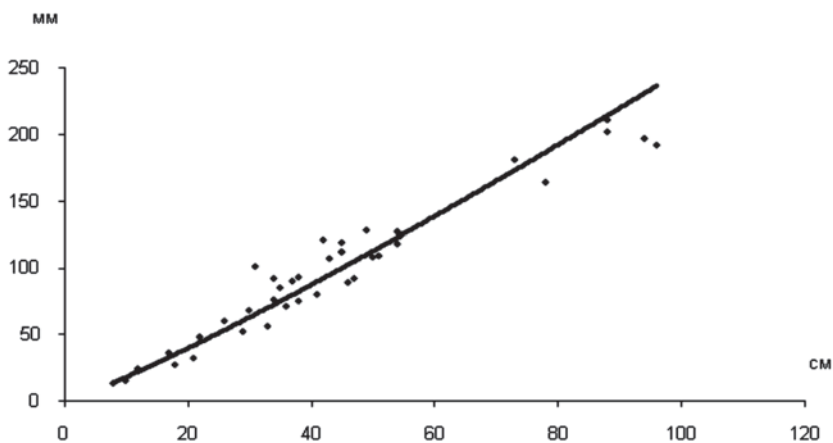


Рис. 7. Зависимость снегозапасов от толщины снежного покрова
 $Q = 1,2679 \cdot h^{1,1504}$ – для $Q = f(h)$
 (на примере бассейна р. Чумыш)

При сравнительном анализе внутригодовой динамики основных параметров снежного покрова в различных частях исследуемой территории рекомендуется применение метода нормирования среднедекадных значений толщины, плотности и снегозапаса их максимальными значениями в данном сезоне (h/h_{max} , g/g_{max} , Q/Q_{max}). Полученные результаты целесообразно представить в виде диаграммы. Пример построения диаграммы на основе нормированных значений приведен на рисунке 8.

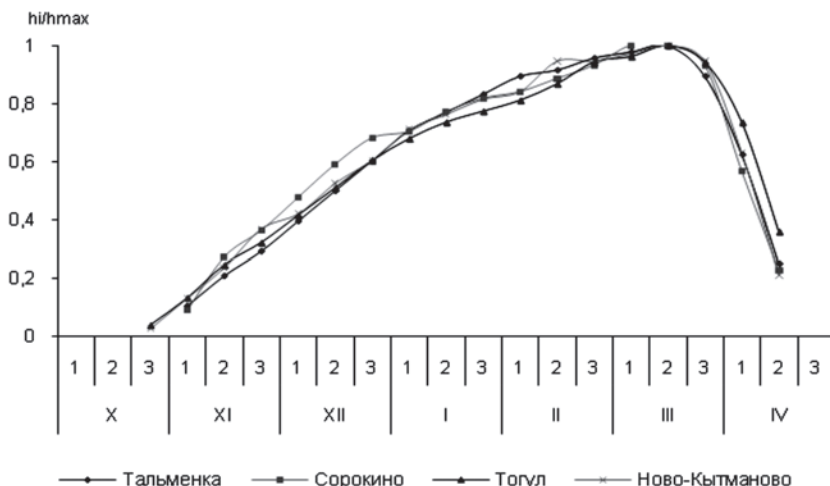


Рис. 8. Нормированные кривые внутригодового хода значений среднедекадной толщины снежного покрова в речном бассейне (на примере бассейна р. Чумыш)

3.2. Подготовка отчета о снегомерных работах

3.2.1. Содержание отчета о снегомерных работах

Материалы снегомерных работ на стационарных площадках и на снегомерных маршрутах по окончании периода наблюдений систематизируются и включаются в итоговый «Отчет о снегомерных работах». Отчет содержит текстовые и графические материалы и состоит из следующих разделов:

1. Краткая физико-географическая характеристика района исследования;
2. Описание состава и объема проведенных снегомерных работ;
3. Результаты снегомерных работ по каждому их виду;
4. Общая характеристика снежного покрова на исследуемой территории.

В виде приложения к отчету приводятся необходимые иллюстрации и зарисовки, карты-схемы района исследований, местоположение снегомерных маршрутов и снегопунктов, схемы стратиграфических колонок, а также копии полевых журналов и журнала наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке.

В *первом разделе* указываются сведения, описывающие местоположение площадок и маршрутов, их номера, а также характеризуются условия снегонакопления и перераспределения снежного покрова на исследуемой территории.

Во *втором разделе* описываются виды снегомерных работ, выполнявшихся на исследуемой территории в течение прошедшего зимнего сезона; указывается количество площадок, количество и протяженность маршрутов; указываются даты начала и окончания и продолжительность снегомерных работ; перечень применявшегося оборудования; количественный состав снегомерной группы.

В *третьем разделе* приводятся подробные сведения о результатах наблюдений за различными параметрами снежного покрова на стационарных площадках, линейных маршрутах и снегопунктах.

Четвертый раздел посвящен анализу пространственной изменчивости и внутригодовой динамики снежного покрова на исследуемой территории.

3.2.2. Требования к оформлению отчета

Титульный лист отчета оформляется в соответствии с образцом (приложение 12) и содержит информацию о периоде наблюдений, районе исследования, организации, проводившей снегомерные работы, и исполнителях, участвовавших в снегосъемках.

Текстовая часть отчета должна быть подготовлена в редакторе MS Word. Формат страницы А4. Поля: слева — 3 см, справа — 1,5 см, снизу и сверху — 2 см. Шрифт — Times New Roman, размер — 14, интервал — 1,5, без переносов, выравнивание по ширине с отступом в начале абзаца.

Рисунки, диаграммы и блок-схемы вставляются по ходу текста либо выносятся в приложение. В электронной версии отчета иллюстрации дополнительно сохраняются в виде отдельных файлов в формате TIFF или Jpeg с разрешением не менее 300 dpi.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец оформления журнала наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке

Образец титульного листа

КАТУНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ
БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

ЖУРНАЛ наблюдений за снежным покровом на стационарной площадке

Дата начала заполнения журнала:

___/___/___

Дата окончания заполнения журнала:

___/___/___

Область (край): Республика Алтай

Район: Усть-Коксинский

Географические координаты стационарной площадки:

широта _____

долгота _____

высота над уровнем моря _____

Директор заповедника (ФИО): _____

Продолжение приложения 1

Первая страница журнала

I. Подробное описание местоположения площадки и окрестностей (*физико-географическое и геоботаническое описание, видимые ориентиры и пр.*):

II. Информация о времени установления постоянных снегомерных реек на площадке (*год, месяц*):

III. Сведения о перерывах в наблюдениях (*даты окончания и возобновления наблюдений, а также причина прекращения наблюдений*):

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец заполнения журнала наблюдений

**Форма для записи результатов ежедневных наблюдений
за снежным покровом по постоянным снегомерным рейкам
на стационарной площадке**

Номер площадки: 12

месяц: ноябрь **год:** 2010

ФИО наблюдателя (полностью): Иванов Иван Иванович

Должность: инспектор

Дата	Отсчеты по рейкам				Степень покрытия снегом окрестно- стей площадки	Характеристика залегания снеж- ного покрова	Характеристика структуры снега	Степень разру- шенности снежно- го покрова
	№ 1	№ 2	№ 3	ср.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	4	1	2	10	1	1	
2	0	2	1	1	8	1	1	
3	0	2	1	1	8	1	1	
4	0		0	0	7	1	1	
5	3	1	2	2	10	1	1	
6					6	1	5	
7					5			
8	8	8	7	8	10	3	1	
9	6	7	6	6	10	3	1	
10	3	4	3	3	10	3	1	
Среднее за 1-ю декаду				3				
11	1	1	1	1	8	3	1	
12	3	2	4	3	10	3	3	
13	5	6	5	5	10	0	3	
14	7	9	9	8	10	0	3	
15	7	9	9	8	10	0	3	
16	7	8	6	7	10	0	3	
17	6	7	6	6	10	0	4	
18	6	6	6	6	10	0	4	
19	8	9	9	9	10	0	4	
20	9	9	9	9	10	0	4	
Среднее за 2-ю декаду				6				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	6	7	6	6	10	0	4	
22	5	6	5	5	10	0	4	
23	8	8	9	8	10	0	4	
24	8	8	9	8	10	0	4	
25	8	8	9	8	10	0	4	
26	12	13	13	13	10	0	4	
27	12	13	12	12	10	0	4	
28	10	11	11	11	10	0	4	
29	8	9	8	8	10	0	4	
30	9	10	10	10	10	0	4	
31								
Среднее за 3-ю декаду				9				
Среднее за ме- сяц				6				

Примечание:

если отсчет по рейке меньше половины первого деления рейки, то в соответствующую графу записывается толщина снежного покрова — 0;

если у рейки нет ни снега, ни льда, ни воды, то соответствующие графы не заполняются;

если по каким-то причинам наблюдения не выполнялись, то в соответствующую графу ставится тире (—).

П А С П О Р Т
снегомерного маршрута

1. Номер маршрута _____
2. Название речного бассейна, в пределах которого проходит маршрут

3. Высота (в метрах над уровнем моря):
 начальной точки маршрута: _____
 конечной точки маршрута: _____
 амплитуда высот в пределах маршрута: _____
4. Географические координаты начальной и конечной точек маршрута:
 начальной точки маршрута: широта _____ долгота _____
 конечной точки маршрута: широта _____ долгота _____
5. Общая протяженность маршрута, км _____
6. Подробное физико-географическое и геоботаническое описание окрестностей _____

7. Вид маршрута (нужное подчеркнуть): линейный снегомерный маршрут/
маршрут со снегопунктами.
8. Количество точек измерений толщины снежного покрова на маршруте
и расстояние между точками _____
9. Количество точек измерений плотности снежного покрова и снегозапасов на маршруте _____
10. Количество снегопунктов на маршруте _____
11. Год и месяц проведения первой снегосъемки на данном маршруте

Дополнительные материалы:

- План-схема маршрута (в масштабе не менее 1:100 000).
- Фотоматериалы, отражающие ландшафтные условия территории и особенности снегонакопления.

**П А С П О Р Т
снегопункта**

1. Номер снегопункта _____

2. Номер снегомерного маршрута _____

3. Наименование речного бассейна, в пределах которого расположен снегопункт _____

4. Географические координаты снегопункта (*широта, долгота*) _____

5. Высота снегопункта над уровнем моря, м _____

6. Подробное физико-географическое и геоботаническое описание местности в районе снегопункта _____

7. Год и месяц проведения первой снегосъемки на данном снегопункте _____

Дополнительные материалы:

- Фотоматериалы, отражающие ландшафтные условия снегопункта и особенности снегонакопления.

Классификация снега

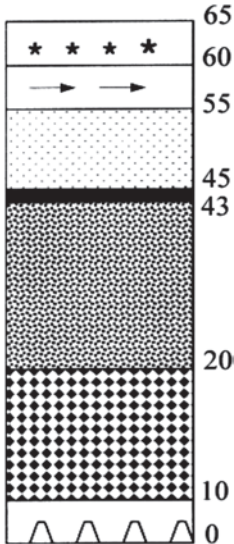
Вид снега		Условные зна- ки	Пояснения и дополнения
Свежевыпавший сухой снег	Пуши- стый		Состоит из хорошо сохранившихся снежинок, выпавших при полном безветрии и температурах близких к 0°C; исключительно подвижен, образует рыхлую толщу белого цвета
	Игольча- тый		Состоит из тонких ледяных игл, образующихся при низких температурах (ниже -15°C), обычно ложится тонким слоем, весьма неустойчив и подвижен
Свежевыпав- ший мокрый снег			Состоит из крупных влажных хлопьев, слипшихся снежинок, образуется при температуре около 0°C, очень липкий и скользкий
Уплотненный метелевый снег			Образуется от действия сильного ветра, состоит из окатанных и отсортированных ветром зерен, плотно уложенных и слабо проницаемых для водяного пара, четко отделяется от подстилающего снега, может разламываться на куски
Мелкозерни- стый снег			Состоит из мелких ледяных зерен (0,5—1 мм), пластичен, беловато-серого цвета
Среднезерни- стый снег			Состоит из бесформенных ледяных зерен размером 1—2 мм, рассыпчатый, хрупкий, сероватого цвета
Крупнозерни- стый снег			Состоит из угловатых зерен размером 2—5 мм, нередко ограненных, сыпучий, голубовато-серый или серый
Глубинная из- морозь			Состоит из крупных прозрачных ледяных кристаллов, лежащих рыхло, мало связанных, подвижных и сыпучих
Ледяные корки	Гололед- ные		Образуются при выпадении мороси. Толщина достигает 3 мм. Состоит из пленки льда, обволакивающей группу кристаллов и понижения между ними
	Радиаци- онные		Образуются в периоды антициклонической погоды в конце зимы или ранней весной вследствие радиационного плавления и перекристаллизации снега. Толщина корок 0,5—3 см, основную их массу составляют крупные удлиненные ледяные кристаллы, растущие в направлении на солнце
	Ледяные прослой- ки		Формируются внутри снежной толщи при замерзании талой воды в ветровых и радиационных корках. Толщина их первоначально составляет 0,5—1 см, но при повторном замерзании талых вод может увеличиваться
Ледяные вклю- чения			Ледяные образования, образующиеся в снежной толще в результате инфильтрации и замерзания талой и дождевой воды

Пример вычерчивания стратиграфической колонки

Схема разреза
снежной толщи

Номер
слоя

Мощность слоя и зернистость



7	60-65 (5) см — свежавыпавший сухой пушистый снег
6	55-60 (5) см — уплотненный метелевый снег
5	45-55 (10) см — мелкозернистый снег
4	43-45 (2) см — ледяная прослойка
3	20-43 (23) см — среднезернистый снег
2	10-20 (10) см — крупнозернистый снег
1	0-10 (10) см — глубинная изморозь

Образец оформления полевого дневника для записи результатов наблюдений за снежным покровом на маршруте

Образец титульного листа

КАТУНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ
БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

ПОЛЕВОЙ ДНЕВНИК
для записи результатов наблюдений
за снежным покровом на маршруте

Область (край): Республика Алтай

Район: Усть-Коксинский

Адрес заповедника: _____

**Форма № 1
(Персонал и оборудование)**

I. Состав снегомерной группы (ФИО, должность):

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

II. Перечень оборудования, используемого во время снегомерных работ
(с обязательным указанием номеров и марок используемого оборудования):

III. Сведения о неисправностях в работе приборов во время съемки:

IV. Дата и время проведения снегомерных работ на маршруте:

V. Номер маршрута снегомерной съемки: _____

(в случае отсутствия номера маршрута, приводится краткое описание его местоположения).

VI. Описания погодных условий во время производства снегомерных работ на маршруте: _____

VI. Информация о порядке проведения работ на маршруте: _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 9*Образец заполнения полевого дневника***Форма № 2
ЛИНЕЙНАЯ СНЕГОСЪЕМКА****Номер маршрута:** 6 **число:** 30 **месяц:** ноябрь **год:** 2010**ФИО и должность выполнявших снегосъёмку (полностью):**

1. Иванов Иван Иванович, зам. директора заповедника
2. Петров Петр Петрович, инспектор
3. Сидоров Сидор Савельевич, инспектор

Толщина снежного покрова (см)

Номер точки измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сумма
00	6р	1	18	21	19	17	13	8	15	10	138
10	4р	12	25	28	23	30	35	31	27	20	235
20	16р	15	21	14	12	17	8	10	13	9	135
30	7р	6	0	1		2	5	7	10	11	49
40	8р	14	2			1	3	8	6	4	46
50	5р	13	10	10	11	22	27	21	24	20	163
60	17р	12	8	18	23	7	14	11	18	17	145
70	10р	9	7	11	16	8	13	7	13	13	107
80	19р	13	12	9	7	15	17	14	12	10	128
90	10р	5	6	0	7	10	11	17	14	8	88
Сумма	102	110	109	112	118	129	146	134	152	122	1234

Примечание: буквой «р» обозначены точки, в которых производилось измерение плотности снежного покрова.

Средняя толщина снежного покрова на маршруте (h_c)

(без учета средней толщины ледяной корки), см **12**

Средняя толщина снежного покрова на маршруте (h)

(с учетом средней толщины ледяной корки), см **12**

Наибольшая толщина снежного покрова (h_x), см **35**

Наименьшая толщина снежного покрова (h_m), см **0**

Степень покрытия маршрута снегом (баллы) (L_m) **9**

Степень покрытия маршрута ледяной коркой на почве (баллы) (L_k) **4**

Характер залегания снежного покрова (словами, шифр) (X_3) **равномерный, состояние почвы неизвестно, 2**

Характер снега (X_n) (словами, шифр) **свежий снег липкий, 2**

ПРИЛОЖЕНИЕ 10*Образец заполнения полевого дневника***Форма № 3
ЛИНЕЙНАЯ СНЕГОСЪЕМКА**Номер маршрута: **6**число: **30** месяц: **ноябрь** год: **2010**

ФИО и должность выполнявших снегосъёмку (полностью):

1. Иванов Иван Иванович, зам. директора заповедника
2. Петров Петр Петрович, инспектор
3. Сидоров Сидор Савельевич, инспектор

Запас воды в снежном покрове (мм)

Отсчет по шкале цилиндра (h), см	Отсчет по линейке весов (m)	Плотность (g), г/см ³	Толщина			Состояние поверхности почвы	Примечание (наличие снежной корки на поверхности и внутри покрова и др.)
			ледяной корки на поверхности почвы (z _к), мм	слоя снега, насыщенного водой (z _{св}), см	слоя чистой воды (z _в), см		
6	15	0,25				мерзл.	
10	33	0,33		9		мерзл	
14	44	0,31				мерзл.	
18	50	0,28	5	3	2	тал.	
22	64	0,29	4	5	3	тал.	
12	41	0,34				мерзл.	
9	32	0,36		4	1	мерзл.	
13	39	0,30	5			мерзл.	
8	25	0,31	3			мерзл.	
6	19	0,32				мерзл.	
Сумма		3,09	17	21	6		
Среднее		0,31	1,7	2,1	0,6		

Запас воды:	в слое снега (Q _с)	27,9
	в слое снега, насыщенного водой (Q _{св})	16,8
	в слое талой воды (Q _в)	6
	в ледяной корке (Q _к)	1,4
Общий запас воды:	Q = Q _с + Q _{св} + Q _в + Q _и	52

Форма №4
НАБЛЮДЕНИЯ НА СНЕГОПУНКТЕ

Номер снегопункта: 14 число: 30 месяц: ноябрь год: 2010

Номер маршрута: 6

ФИО и должность выполнявших снегоъемку (полностью):

1. Иванов Иван Иванович, зам. директора заповедника
2. Петров Петр Петрович, инспектор
3. Сидоров Сидор Савельевич, инспектор

№ точек	Параметры снежного покрова									
	Площадка №1					Площадка №2				
	Толщина снежного покрова по переносной рейке, см	Толщина снежного покрова по цилиндру снегомера, см	Вес пробы снега, в делениях линейки весов	Плотность, г/см ³	Снегозапас, мм	Толщина снежного покрова по переносной рейке, см	Толщина снежного покрова по цилиндру снегомера, см	Вес пробы снега, в делениях линейки весов	Плотность, г/см ³	Снегозапас, мм
1	93									
2	95									
3	94	94	170	0,24	222					
4	89									
5	90									
6	96									
7	101	101	188	0,25	249					
8	100									
9	99									
10	93									
11	96	96	174	0,23	225					
12	90									
13	98									
14	93									
15	94	94	188	0,26	246					
16	88									
17	89									
18	91	91	158	0,22	201					
19	96									
20	93									
Сумма	1878	476	381	-	1143					
Ср.	94	95	-		229					

Примечание: результаты измерений на второй площадке записываются аналогично.

Средние значения параметров снежного покрова на снегопункте

№ площадки	Толщина снежного покрова по переносной рейке, см	Толщина снежного покрова по цилиндру снегомера, см	Плотность, г/см ³	Снегозапас, мм
1	94	95	0,24	229
2	100	96	0,26	248
Сумма	194	191	-	477
Среднее	97	96	0,25	238

Визуальные наблюдения за снежным покровом:

- 1) на участке пути от предыдущего снегопункта:
неравномерный, плотный, степень покрытия — 10 баллов
- 2) в окрестностях снегопункта:
неравномерный, плотный, степень покрытия — 10 баллов
- 3) на снегопункте:
неравномерный, плотный, степень покрытия — 10 баллов, верхний слой (60 см) — осевший сухой снег; нижний слой (40 см) — мелкозернистый фирн

Описание структуры снежного покрова

Номер горизонта	Мощность горизонта (см)	Зернистость	Влажность (липкость)	Примечания
2	10	Крупнозернистый снег	сухой	Имеются ледяные включения диаметром 10—12 см
.....

В примечании необходимо отметить:

наличие или отсутствие ледяной корки на поверхности почвы под снегом, ее мощность, имеется ли воздушное пространство между снежным покровом и почвой или снег плотно прилегает к земле, смерзся с почвой или нет, мерзлая или талая почва под снегом, сухая или влажная, состояние растительности под снегом — увядшая или зеленая.

**Образец оформления титульного листа
отчета о снегомерных работах**

Образец титульного листа

КАТУНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ
БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

ОТЧЕТ

**о снегомерных работах,
выполненных в период с _____ по _____
на территории Катунского государственного
природного биосферного заповедника**

Область (край): Республика Алтай

Район: Усть-Коксинский

Исполнители:

Васильев Семен Семенович, зам. директора

Иванов Иван Иванович, инспектор

Петров Петр Петрович, инспектор

Директор заповедника (ФИО): _____

ГЛОССАРИЙ

Акустические свойства снега — способность снега генерировать и проводить звуковые колебания.

Альbedo снежного покрова — отражательная способность поверхности снежного покрова.

Возгонка снега — испарение снега, переход снега из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу.

Глубинная изморозь — крупные кристаллы льда (до 8 мм), образующиеся в снежной толще в слоях температурных скачков.

Камеральные работы (от лат. camera — комната) — всесторонняя научная обработка материалов, собранных в процессе полевых специальных исследований какой-либо территории.

Корки в снежном покрове — уплотненные фирновые или ледяные прослойки в толще снега. Под влиянием внешних условий в снежном покрове часто развиваются четыре рода корок: гололедная, ветровая, радиационная, ледяная.

Метаморфизм снега — изменение физико-механических свойств снега в течение периода существования снежного покрова под влиянием внешних условий.

Механические свойства снега — упругие свойства снега и его прочность. Зависят от внутреннего сцепления и трения в снегу, его жесткости, пластичности, ползучести, вязкости.

Наст — твердая ледяная корка на поверхности снежного покрова, образующаяся в результате ветрового уплотнения или подтаивания верхнего тонкого слоя снега с последующим замерзанием образовавшейся воды.

Плотность снега — отношение массы пробы снежного покрова к ее объему. В плотность снега не включают плотность снега, насыщенного водой, плотность воды, находящейся под снегом, и плотность ледяной корки, находящейся на поверхности почвы.

Радиационные свойства снега — способность снега отражать, рассеивать и поглощать солнечную радиацию, а также его способность к излучению.

Рекогносцировка (от лат. recognosco — осматриваю, обследую) — предварительный осмотр и обследование местности с целью выбора маршрутов и ключевых участков для дальнейших более детальных исследований. Начинается рекогносцировка с изучения топографических материалов, аэрофото- и космоснимков на исследуемую территорию.

Снеговая граница — условная линия на земной поверхности, выше которой снег на горизонтальных площадках не сходит даже летом. Выше снеговой границы накопление твердых атмосферных осадков преобладает над их таянием и испарением.

Снегозапас — масса воды в твердом и жидком виде, содержащаяся в данный момент в снежном покрове. Определяется путем умножения толщины снега на его плотность и выражается эквивалентным слоем воды (мм или см).

Снегомерная рейка — деревянный или металлический шест, предназначенный для измерения толщины снежного покрова при наблюдениях за снежным покровом.

Снегомерная съемка — измерения толщины и плотности снежного покрова с целью определения снегозапасов.

Снежник — неподвижное скопление снега в местах на земной поверхности ниже снеговой линии, сохраняющееся после стаивания окружающей снежного покрова (сезонный снежник) или не тающее в течение всего года (снежник-перелеток). Может иметь метелевое или лавинное происхождение.

Снежный покров — слой снега на поверхности земли, сформированный снегопадами.

Сублимация водяного пара — процесс перехода воды из парообразного состояния в твердое, минуя жидкую стадию. В гляциологии и метеорологии это понятие не соответствует данному понятию в физике.

Сход снежного покрова — завершение периода залегания снежного покрова. За дату схода снежного покрова принимается день, когда покрытость открытой местности снегом снижается до 50%.

Термические свойства снега — свойства, определяющие процесс перераспределения тепла в снежном покрове и теплообмен с окружающей средой.

Тип развития снежной толщи — развитие снежной толщи под влиянием сублимационной перекристаллизации и оседания снега. Выделяется два типа развития снежной толщи: по типу разрыхления, при преобладании перекристаллизации; по типу уплотнения, если преобладает оседание. Первый тип характерен для районов резко континентального климата, второй — для умеренно континентального.

Толщина снежного покрова — толщина слоя снега на поверхности земли или льда. Ранее как синоним использовалось понятие «высота снежного покрова», однако его использование в настоящее время менее предпочтительно.

Устойчивый снежный покров — залегающий непрерывно не менее трех декад подряд (во внимание не принимаются перерывы в сплошном залегании снежного покрова длительностью не более 3 дней на каждые 30 дней).

Установление снежного покрова — начало периода залегания снежного покрова. За дату установления снежного покрова принимается день, когда после выпадения снега он не сходит более чем на половине открытой местности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Копанев И.Д. Методы изучения снежного покрова. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 226 с.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Метеорологические наблюдения на станциях. Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 300 с.
3. Правила производства снегомерных работ на постах. — Л.: Гидрометеоздат, 1965. — 34 с.
4. Руководство по снегомерным работам в горах. Л.: Гидрометеоздат, 1958.

Дополнительная литература

1. Гляциологический словарь / под ред. В.М. Котлякова. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 527 с.
2. Коломыц Э.Г. Снежный покров горнотаежных ландшафтов севера Забайкалья. Изд-во «Наука», 1966. — 182 с.
3. Нефедьева Е.А. Влияние снежного покрова на ландшафтные связи. Изд-во «Наука», 1975. — 77 с.
4. Рихтер Г.Д. Снежный покров, его формирования и свойства. Изд-во АН СССР, 1945. — 120 с.
5. Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе / Труды института географии. Изд-во АН СССР, 1948. — 169 с.
6. Ревякин В.С. Снежный покров и лавины Алтая / В.С. Ревякин, В.И. Кравцова. — Томск: Изд-во ТГУ, 1977. — 214 с.

Для заметок

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Н.И. БЫКОВ, Е.С. ПОПОВ

**НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ
СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ООПТ
АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА**

ISBN 978-5-904314-30-9



Фото на обложке

Дизайн-верстка Д.В. Гусев
Корректор Е.М. Уварова

Подписано в печать 20.03.2011 г.
Типография «Город», формат А5 (60 x 84/16),
бумага мелованная, 130 г/м², тираж 100 экз.