

В.В. Козин

Э.А. Кузнецова

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА
НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО РЕГИОНА**

Монография



Издательство
Нижевартовского
государственного
университета
2015

ББК 26.222.8
К 89

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета
Нижевартовского государственного университета

Рецензенты:

доцент кафедры социально-экономической географии
и природопользования Института наук о Земле ТюмГУ,
кандидат географических наук *А.В. Маршинин*;
доктор географических наук, профессор кафедры географии
Томского государственного университета *Н.С. Евсеева*

Козин В.В.

К 89 **Физико-географические факторы пространственно-временной изменчивости снежного покрова нефтегазопромыслового региона** : монография / В.В.Козин, Э.А.Кузнецова. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. — 151 с.

ISBN 978–5–00047–253–8

В монографии изложены основные результаты географического анализа снежного покрова нефтегазопромыслового региона. Рассмотрена изменчивость параметров снежного покрова в пределах интразональных и зональных ландшафтных комплексов, а также выявлены закономерности распространения загрязняющих веществ в снежном покрове.

Для студентов, бакалавров, магистров, аспирантов и работников производств в области географии и экологии.

ББК 26.222.8

ISBN 978–5–00047–253–8

© Козин В.В., Кузнецова Э.А., 2015
© Издательство НВГУ, 2015

*Светлой памяти
доктора географических наук, профессора
Феликса Николаевича Рянского*

ВВЕДЕНИЕ

Снежный покров оказывает существенное влияние на климат, режим рек, ландшафты и хозяйственную деятельность человека, что подтверждает международная программа полярных исследований «Международный полярный год 2007—2008».

В Стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа — Югры до 2020 года среди основных проблем, стоящих перед округом, отмечены и экологические, связанные с высоким техногенным воздействием на три составляющие биосферы — воздушную, водную и земельную. Негативное воздействие нефтегазодобычи не ограничивается площадями, предоставляемыми под промышленные объекты. Значительная часть нарушений происходит за пределами границ отвода: это механическое повреждение почвенно-растительного покрова в результате несанкционированного проезда техники, захламление территории порубочными остатками и строительными отходами, загрязнение снежного покрова нефтепродуктами, буровыми растворами и минерализованными водами в результате аварий на нефтепромысловом оборудовании. Площадь земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, на территории округа составляет около 35 тыс. га. На предприятиях нефтегазодобычи ежегодно увеличивается количество аварийных ситуаций, что приводит к загрязнению земель, снежного покрова, водных объектов.

В кругу различных проблем самостоятельное значение имеет состояние снежного покрова, который оказывает влияние на экономическую и экологическую составляющие хозяйства и определяет развитие территории. Со снежным покровом неизбежно связано снижение экономической эффективности производства из-за необходимости удаления снега и борьбы с обледенением дорог. Вместе с талыми снеговыми водами нефтегазопромысловых районов в водные бассейны и почвы поступают большие массы

химических реагентов, создающих в конечных звеньях угрозу для растительности, животного мира и здоровья населения.

Продолжительность залегания снежного покрова на территории Нижневартовского района составляет более шести месяцев. Особенности развития природы в этот период слабо изучены. Особую важность в этом отношении приобретают исследования роли физико-географических факторов в жизненном цикле снежного покрова с учетом пространственной организации ландшафтов. Особенно значимы исследования снежного покрова для районов Крайнего Севера и приравненным к ним территорий, таких как Нижневартовский район.

Изучаемая территория располагается в пределах Западно-Сибирской равнины между 59 и 63° с.ш. и между 75 и 86° в.д., занимает ее центральную часть, охватывая бассейн реки Обь в среднем течении и в административном отношении включает восточную часть Ханты-Мансийского автономного округа — Югры — Нижневартовский район. Общая площадь территории 118,5 тыс. км², или 11 784,1 тыс. га. Протяженность района с запада на восток составляет 620 км, с севера на юг — 370 км.

Цель работы — исследование роли физико-географических факторов в жизненном цикле снежного покрова с учетом пространственной организации ландшафтов нефтегазопромыслового региона.

Для достижения цели решены следующие задачи:

- определить направления изучения снежного покрова в снеговедении;
- раскрыть системные свойства снежного покрова;
- изучить современные методы исследования снежного покрова для выявления степени его загрязнения и природно-ландшафтных факторов, которые определяют пространственно-временные закономерности его жизненного цикла;
- выявить функции снежного покрова;
- проанализировать факторы пространственно-временной организации и динамику снежного покрова нефтедобывающих районов Западной Сибири на примере Нижневартовского района;
- оценить влияние недропользования на состояние снежного покрова нефтегазодобывающих территорий.

В качестве объекта исследования выбран снежный покров на Самотлорском, Варьеганском, Тюменском, Нижневартовском, Гун-Еганском и Лор-Еганском лицензионных участках Нижневартовского района, на территории города Нижневартовска, в долине реки Обь (от поселка Высокий до поселка Былино).

Предмет исследования — пространственно-временная изменчивость снежного покрова нефтегазопромыслового региона на примере Нижневартовского района.

Теоретическую и методологическую основу исследования составляют современные научные разработки в области физической географии, геоэкологии и природопользования, ландшафтоведения, снеговедения, гляциологии и покрововедения Г.Д.Рихтера, В.М.Котлякова, Э.Г.Коломыца, Н.В.Рутковской, Л.Б.Филандышевой, Л.Н.Окишевой, А.Г.Исаченко, Ф.Н.Милькова, Ю.Н.Василенко, И.М.Назарова, Ш.Д.Фридмана, А.К.Дюнина, П.П.Кузьмина, Е.А.Нефедьевой, В.В.Козина.

Методическая база исследований представлена комплексом географических методов — картографический, геоинформационный, количественные (картометрический, статистический), геохимический.

На основе собственных ежегодных снегосъемок в 2007—2010 гг. автором проведены исследования структуры и морфологии снежного покрова, его морфометрических и статистических характеристик, изучены динамика и развитие снежной толщи. При обработке и создании графических и картографических материалов использовался инструментарий ГИС-пакета MapInfo v8.5, ArcView GIS 3.2, программа Adobe Photoshop v8.0 CS.

Метод ландшафтно-маршрутных снегосъемок позволил установить связи между морфологическими характеристиками снежного покрова и составляющими ландшафта.

В рамках исследования снежного покрова при помощи формул математической статистики были рассчитаны показатели среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации толщины снежного покрова. Массовая концентрация загрязняющих веществ в исследуемой пробе талой снеговой воды определялась геохимическим методом.

Основными источниками информации для подготовки монографии стали результаты экспериментальных, полевых исследований

2007—2010 гг., в том числе с участием автора; данные ежегодных обзоров состояния окружающей среды ХМАО—Югры; статистические данные, цифровые и бумажные топографические, тематические карты (рельефа, климата, почв, растительности) территории Нижневартовского района, нормативно-правовые документы и акты, стандарты и нормативы, регламентирующие загрязнения снежного покрова, материалы ФГУ «Центра лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому федеральному округу» по ХМАО—Югре, а также результаты исследований в рамках гранта: «Научно-педагогическая школа экологической и промышленной безопасности на базе кафедр экологии и естествознания, географии и безопасности жизнедеятельности НГГУ, сложившаяся как региональный центр на территории ХМАО—Югры» (2008 г.); результаты исследований в рамках конкурса «Лучший аспирант образовательного учреждения ХМАО—Югры в 2009 году».

Материалы данного исследования в настоящее время внедрены в научно-практическую деятельность природного парка «Сибирские Увалы», Нижневартовского отдела филиала ФГУ «ЦЛТИ по УрФО» по ХМАО, Ханты-Мансийского регионального отделения Межотраслевых эколого-экономических исследований Российской академии естественных наук (РАЕН), что подтверждает научную и практическую состоятельность работы.

ГЛАВА 1. АСПЕКТЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СНЕЖНОГО ПОКРОВА

1.1. Снеговедение в междисциплинарном анализе снежного покрова

Благодаря географическому положению Россия занимает ключевое место среди стран, проводящих исследования снега. Здесь впервые введено представление о снежной составляющей картины мира, что подтверждают работы А.И.Воейкова, Г.Д.Рихтера, Э.Г.Коломыца, П.П.Кузьмина, А.К.Дюнина.

Снеговедение — это наука, изучающая снег и снежный покров и аккумулирующая знания о них из смежных областей: геоморфологии, метеорологии, биологии, химии, физики и экологии. Она исследует широкий круг явлений и процессов, связанных с возникновением, существованием и сходом снежного покрова, его физико-механические, химические, кристаллографические свойства, а также изменения снежного покрова во времени и пространстве, его влияние на природу и хозяйство. Снеговедение, являясь ветвью гляциологии, подразделяется на ряд научных дисциплин (рис. 1).



Рис. 1. Место снеговедения в системе наук

Основы снеговедения заложены А.И.Воейковым. В 1891 г. в России впервые в мире стали проводиться регулярные снегомерные съемки. Еще до революции на территории России активно развивались исследования снежного покрова для нужд сельского хозяйства. В XIX в. в связи со строительством железных дорог исследовалась проблема снежных заносов, а позднее Н.Е.Жуковский разработал теорию метелей.

В 30—40-х гг. XX в. основная задача изучения снежного покрова была связана с обеспечением гидрологических прогнозов. К этому времени относятся и многочисленные исследования процессов, происходящих внутри снежного покрова. В 50—60-е гг. в качестве перспективного направления выделилась структурная геофизика снежного покрова, основы которой были заложены Г.Д.Рихтером (Рихтер, 1948, 1956, 1960).

Роль в физико-географических процессах снежного покрова проанализировал Г.Д.Рихтер (1948, 1960), который создал сводку по географии снежного покрова на территории СССР. В 50-е гг. прошлого столетия он предложил районирование СССР по режиму снежного покрова как научную основу снежных мелиораций. Тогда же было обращено внимание на то, что попытки объяснить те или иные факты только процессами летнего периода часто могут приводить к ошибкам, поскольку зимние процессы протекают отлично от летних и накладывают большой отпечаток на развитие всей природы. В силу трудностей исследования природы зимой и исторически сложившейся практики летних географических экспедиций зимние особенности природы изучены недостаточно (Котляков, 1994).

В конце XX в. возникает новое направление — структурное ландшафтно-физическое снеговедение, разработанное Э.Г.Коломыцем (Коломыц, 1960, 1966, 1976). Мы рассматриваем исследование Э.Г.Коломыца как проявление системного анализа, объединившего ландшафтоведение и кристаллографию. Системное снеговедение нацелено на исследование снежного покрова в конкретной ландшафтной обстановке и использует для объяснения жизненного цикла снежного покрова сведения о сезонной динамике всех компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК). Объектами исследования структурного снеговедения, по Э.Г.Коломыцу, являются: проявление законов кристаллофизики

снега в различных типах географической среды, особенности преобразования кристаллов под воздействием тех или иных природных факторов и геосистем в целом, различные виды эталонных корреляций основных вещественных параметров кристаллической структуры снежного покрова с процессами зимнего тепло- и влагооборота в ландшафте.

1.2. Направления изучения снежного покрова

Аспекты направления исследования снежного покрова рассмотрены в рамках разных подходов (Борщук, 1967; де Кервен, 1966; Дюнин, 1983; Дмитриева, 1950; Козлов, 2004; Коломыш, 1960, 1966, 1976; Котляков, 1961, 1994; Куваева, 1967; Кузьмин, 1957; Осокин, 2001; Павлов, 1999; Руденко, 1972; Савельев, 1967; Тушинский, 1953; Федотов, 2006; Шумский, 1955, 1956). Геопространственный подход позволяет производить исследование снежного покрова не только в системе «пространство–время», но и с позиции потребностей общества. Это требует исследования параметров снежного покрова, изменяющихся в течение жизненного цикла и зависящих от географических факторов. Параметризация означает выделение и определение основных, существенных параметров.

К настоящему времени можно выделить несколько направлений изучения снежного покрова (табл. 1). Каждый из них рассматривает определенный аспект, параметр снежного покрова. Отнесение параметров снежного покрова к тому или иному направлению дано с некоторой степенью условности, так как на практике один параметр снежного покрова может быть исследован с целью изучения и ландшафтно-природоведческих, эколого-социально-экономических, и инженерно-технических характеристик территории.

Ландшафтно-экологическое направление изучает роль снежного покрова в ландшафтах Земли, его взаимосвязи с литосферой, гидросферой, атмосферой и биосферой.

Здесь на первый план выступают такие параметры, которые связаны с жизненным циклом снежного покрова. Например, *установление снежного покрова* — начало периода залегания

снежного покрова. Обратный процесс формирования снежного покрова — это *снеготаяние*. Оно является результатом теплообмена снежного покрова с окружающей средой и происходит тогда, когда приток тепла в снежный покров превышает его отток в более холодные слои снега, в почву, в атмосферу. Скорость процесса снеготаяния оценивается его интенсивностью — количеством образованной талой воды на единицу площади в единицу времени (низкая (на равнинах) — 5—6 мм/сут, средняя — 8—12 мм/сут, высокая — 15—18 мм/сут). Завершение периода залегания снежного покрова называется *сходом снежного покрова*.

Таблица 1

Направления исследования снежного покрова

№	Направление	Параметр снежного покрова
1.	Ландшафтно-природо-ведческое	Снеготаяние, установление снежного покрова, сход снежного покрова, снегоемкость территории, устойчивость снежного покрова, слоистость, зернистость, структура снежного покрова, метаморфизм, разрыхление, диафторез, диагенез, ветровая упаковка снега, ветровая доска, уплотнение снежного покрова, оседание снега, снежность, влагозапас, плотность, влажность снега
2.	Эколого-социально-экономическое	Проводимость, загрязнение снежного покрова (химическое, радиационное и др.), индекс загрязнения снежного покрова, масса снежного покрова на территории за определенный период, концентрация тяжелых металлов в снеговой воде
3.	Инженерно-техническое	Снеговая нагрузка, упрочнение снега, водоудерживающая способность снежного покрова, твердость снега, сцепление снега, теплопроводность, сопротивление снега сдвигу, сопротивление снега сжатию, сопротивление снега растяжению, прочность, пористость, вязкость

Отношение числа дней с фактическим снежным покровом в данную зиму к общему числу дней от первого до последнего дня со снежным покровом определяется таким параметром, как *устойчивость снежного покрова*. *Снегоемкость территории* — количество снега, которое может накопиться на данной территории за зиму. Определяется водным эквивалентом, т.е. количеством воды, получаемой при таянии собранного снега. Мерой снегоемкости территории служит коэффициент сохранения осадков, представляющий собой отношение снегозапаса к сумме осадков, ушедших на его создание. Снегоемкость территории зависит от зимних условий — интенсивности испарения, оттепелей и пр. (Гляциологический словарь, 1984).

Морфология снежного покрова также является одним из предметов изучения ландшафтно-природоведческого направления. Она изучает такие параметры, как *слоистость снега* — сложение снежной толщи в виде горизонтов, различающихся по структуре, составу, плотности, зернистости, ограниченных приблизительно параллельными поверхностями. Различают четыре вида слоистости снега: горизонтальную, при которой слои параллельны друг другу и общей плоскости напластования; косую, в которой слои располагаются под углом к плоскости напластования; волнистую, когда границы слоев образуют волнистую поверхность; сложную, состоящую из комбинации разных видов слоистости, например, косо-волнистую.

Вид слоистости снега определяется характером движения среды, в которой отлагался снег. Показатели слоистости снега: форма, толщина, характер границ слоев, размер зерен, включений — важный признак для определения происхождения и условий накопления снега (Гляциологический словарь, 1984). По процессам, происходящим в снежной толще, и структуре кристаллов выделяют следующие горизонты:

— *горизонт разрыхления снега* — слой снега, в котором в процессе перекристаллизации преобладает вынос водяных паров, приводящий к быстрому укрупнению кристаллов, увеличению пористости и воздухопроницаемости снега;

— *горизонт уплотнения снега* — слой мелкозернистого или среднезернистого плотного снега внутри снежной толщи. Часто возникает в процессе отложения снега при сильном ветре, может

образовываться также в процессе перекристаллизации снежного покрова при диффузии водяного пара и сублимации в уплотненных слоях, преимущественно под корками.

Важным параметром морфологии снега является *зернистость снега* — агрегатность, структурность, особенность строения снежных кристаллов, возникающая в результате процессов перекристаллизации и метаморфизма. Различают мелкозернистый снег с поперечником зерен менее 1 мм, среднезернистый снег (1—3 мм) и крупнозернистый снег (более 3 мм).

При индикации ландшафтов используется такой параметр, как *структура снежного покрова* — форма, размеры, взаимное расположение и ориентировка кристаллов и воздушных пор в снежной толще.

Еще одним параметром морфологии является наличие и характер *корок в снежном покрове* — это уплотненные фирновые или ледяные прослои в толще снега, образующиеся на снежной поверхности, когда она в течение нескольких дней не перекрывается новым снегом. Различают 4 типа корок: гололедные, ветровые, радиационные и ледяные прослойки. Корки первых трех типов возникают при отрицательных температурах воздуха, иногда значительно ниже нуля; последний тип является продуктом таяния снега. *Гололедные корки* образуются в пасмурную погоду из мельчайших капель переохлажденной воды, их толщина достигает 3 мм. *Ветровые корки* возникают в периоды устойчивых умеренных или сильных ветров, не сопровождающихся большим переветанием. *Радиационные корки* образуются в периоды антициклонической погоды в конце зимы или ранней весной вследствие радиационного оплавления и перекристаллизации снега. Особенно часто они встречаются на склонах, обращенных к солнцу. *Ледяные прослойки* формируются внутри снежной толщи при замерзании талой воды в ветровых и радиационных корках. Корки долго сохраняются в толще снега и оказывают влияние на процессы перекристаллизации снежной толщи, т.к. нарушают вертикальное движение водяного пара. Они образуют границу между слоями снега разной структуры и играют большую роль в стратиграфии снежного покрова (Гляциологический словарь, 1984).

Процессы, происходящие внутри снежной толщи, также рассматриваются ландшафтно-природоведческим направлением.

Можно выделить процессы, присущие снежному покрову при его аккумуляции, трансформации и разрушении. После выпадения снега происходит процесс изменения формы его частиц, который называется *метаморфизмом*. Согласно проведенным исследованиям (де Кервен, 1966), преобразование отложенного снега состоит из деструктивного, конструктивного и регрессивного метаморфизма. *Конструктивный метаморфизм снега* — процесс, при котором водяной пар переносится в направлении более низких значений давления, в итоге происходит перенос массы из теплых частей снежных толщ, где парциальное давление водяного пара над снежными кристаллами выше, к более холодным частям, где давление ниже. В результате более холодные кристаллы растут за счет более теплых. При небольших градиентах температуры образуются крупные зерна снега со слабо выраженной кристаллической огранкой.

Деструктивный метаморфизм снега — метаморфизм снежных кристаллов, наблюдающийся при отсутствии градиента температуры и соответствующих различий парциального давления водяного пара. Он преобладает в первые часы с момента отложения снега до установления значительного градиента температуры, в результате которого происходит распад дендритовых и игольчатых кристаллов и формируются относительно округлые зерна. При деструктивном метаморфизме важную роль играет массоперенос путем миграции водяного пара. Регрессивный метаморфизм характеризуется нарушением устойчивости конечных форм кристаллов, образованных при конструктивном метаморфизме. Исследованиям метаморфизма снега в различных природных обстановках посвящено немало научных работ (Тушинский и др., 1953; Шумский, 1955, 1956; Котляков, 1961; Куваева и др., 1967; Савельев и др., 1967; Коломыц, 1966).

Следующими за процессом метаморфизма снега идут процессы перекристаллизации — изменение структуры снежного покрова в результате процессов метаморфизма снега. Перекристаллизация снега вызывается в основном внутренней энергией, а также тепловыми и механическими воздействиями. Различают несколько видов перекристаллизации снега: сублимационная перекристаллизация представляет собой переотложение вещества через парообразную фазу, сопровождающееся миграцией вещества

по поверхностям кристаллов. Она происходит и при низких температурах, вплоть до -72°C . Режеляционная перекристаллизация, т.е. преобразование снега с переходом через жидкую фазу, происходит при высоких температурах, близких к 0°C . Паратектоническая перекристаллизация вызывается внутренней свободной энергией напряженного состояния и приводит к некоторому сплющиванию зерен и всей массы снега в плоскости, перпендикулярной к направлению давления, и ее пластическим деформациям. Собирательная перекристаллизация — процесс, в результате которого происходит увеличение кристаллов снега и сглаживание размеров отдельных кристаллов (Гляциологический словарь, 1984).

Интенсивная сублимационная перекристаллизация снега, особенно активно протекающая в горизонтах температурных скачков близ границ разнородных слоев и корок, вызывает *разрыхление снега* — некоторое уменьшение или сохранение одинаковой плотности снежной толщи, сопровождаемое быстрым ростом кристаллов снега. Разрыхление снежного покрова приводит к образованию пористого средне- и крупнозернистого снега, отличающегося большой воздухопроницаемостью, малой прочностью и вместе с тем жесткостью и хрупкостью. Разрыхление снега в результате метаморфизма носит название *диафтореза снежного покрова*. Преобразование снежного покрова без участия высокой температуры и давления, не ведущее к превращению снега в фирн, называется *диагенезом снежного покрова*. На ранней стадии диагенеза снежного покрова происходит смерзание снега, интенсивное сублимационное округление снежных частиц и быстрое оседание снега, особенно рыхлого, в результате чего из скопления разобщенных снежных частиц возникает мелкозернистый снег со скрытой тонкой слоистостью. На поздней стадии диагенеза снежного покрова оседание снега замедляется, сублимационное округление снежных частиц заканчивается и сменяется собирательной перекристаллизацией. На процессы, происходящие в снежной толще, оказывают воздействие не только внутренние факторы, но и внешние, например, ветер, который механическим давлением уплотняет снег. Этот процесс носит название *ветровая упаковка снега*, в нем принимает участие также сублимация влаги на поверхности снега. В результате чего

образуется *ветровая доска* (или снежная доска) — пласт мелкозернистого снега плотностью 400—600 кг/м³ на поверхности снежного покрова, состоящий из плотно уложенных ветром кристаллов. Образуется обычно на наветренных склонах при сильных ветрах, толщина его может достигнуть несколько десятков сантиметров и в этом случае пласт носит название снежной плиты (Гляциологический словарь, 1984).

Разрушению снежного покрова способствуют следующие процессы. *Уплотнение снежного покрова* — увеличение плотности снежной толщи со временем, которое вызывается рядом процессов: воздействием ветра на свежееотложенный снег, давлением массы снега под действием силы тяжести, зимними оттепелями и весенним подтаиванием снега, жидкими осадками, выпадающими в период залегания снежного покрова. В результате уплотнения снежного покрова происходит уменьшение его толщины, т.е. *оседание снега*. Скорость оседания зависит от физико-механических свойств снега, в частности, от начальной плотности и количества вновь отлагающихся масс свежего снега. Усиливается оседание снега с ростом температуры и резко возрастает с началом снеготаяния. Оседание снега в отсутствии таяния происходит в виде пластических деформаций кристаллов и постепенного уплотнения снега с вытеснением воздуха или в виде толчкообразных оседаний — резких обвалов наиболее рыхлых слоев, сопровождающихся нарушением первоначальной структуры. Обычная скорость оседания в тающем снеге — около 1% за сутки.

Для сельского хозяйства интерес представляет *снежность* — характеристика природных условий территории, связанных с наличием снежного покрова. Включает условия выпадения и отложения твердых осадков, возникновения, существования и схода снежного покрова, данные о количестве выпадающего из атмосферы снега и максимальных снеготопливных запасов. Широко используется в практике *вагозапас* — это 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) либо удельной массой снега (г/см² или кг/м²) (Гляциологический словарь, 1984). Запас воды в снежном покрове в значительной степени определяет

величину весеннего половодья, влагообеспеченность почвы в весенний период и в начале лета.

Большое значение для некоторых отраслей экономики имеет *плотность снега* — отношение объема воды, полученной при растапливании некоторого количества снега, к объему снега в тех же единицах. Наличие влаги (воды, водяного пара) существенно увеличивает плотность снега. Плотность тающего снега имеет большое значение для прогноза половодья на реках. Как известно, снежный покров обладает очень малой теплопроводностью, которая меняется в зависимости от его плотности. Чем больше плотность, тем выше теплопроводность снега, поэтому уплотненный снег в меньшей мере предохраняет почву от охлаждения, что имеет большое значение для сельского хозяйства и строительства. Все характеристики снега зависят от его плотности, но вместе с тем плотность снега в высшей степени изменчива — от 10 до 700 кг/м³. Этой характеристике посвящено немало работ, изучены такие вопросы, как расчет средней плотности снежного покрова в зависимости от свежевыпавшего снега (Дмитриева, 1950), влияние плотности снега на термический режим озер (Павлов, 1999). Также остаются актуальными исследования о роли плотности снежного покрова в сельском хозяйстве (Федотов и др., 2006).

Важной характеристикой является *влажность* снежного покрова — процентное отношение массы жидкой воды к массе снега с водой в том же объеме. От влажности зависят другие параметры снежной толщи, например, альbedo.

Эколого-социально-экономическое направление сосредоточено на изучении таких характеристик снежного покрова, которые отражают загрязнения окружающей среды, оказывают влияние на качество жизни человека, его здоровье, на отрасли экономики и возникающий при этом экономический эффект — либо положительный, либо отрицательный. Рассматриваемое направление изучения снежного покрова в настоящее время только формируется. Одной из его ключевых характеристик является *загрязнение* покрова — поступление на его поверхность, а затем и в толщу вредных веществ, вызывающих его деградацию, изменение структуры, состава, ухудшение физико-химических и химических свойств. Загрязнение снежного покрова может быть: химическое — поступление неорганических, органических соединений,

нефти и нефтепродуктов, радиоактивное — поступление радиоактивных веществ в результате выбросов и аварий на атомных электростанциях.

Для мониторинга окружающей среды используется такой параметр, как *проводимость* — способность снега пропускать сквозь себя потоки вещества и энергии. Различают вертикальную и латеральную проводимость, что приводит к выравниванию концентрации загрязнителей в снеговой толще, равномерному распределению в пространстве.

Концентрация тяжелых металлов в снеговой воде (мкг/л) — отношение массы тяжелых металлов к объему исследуемой смеси — используется для мониторинга природных сред и выявления ареала распространения загрязняющих веществ, которые представляют наибольшую опасность для здоровья населения, особенно детей. Вовлекаясь в круговорот, они передаются по пищевым цепям, вызывая целый ряд негативных последствий на различных ступенях, в том числе в организме человека как конечном звене любой экологической цепи.

Для характеристики экологической оценки загрязненности снежного покрова коллективом Института экологии природных систем Академии наук Республики Татарстан (Валетдинов и др., 2007) предложены:

— «индекс загрязнения снежного покрова» (ИЗСП), отражающий отношение фактического поступления загрязняющего вещества на обследуемую территорию ($\text{мг/м}^2 \cdot \text{время}$):

$$\text{ИЗСП} = \text{П}_{\text{факт}} / \text{ПДП},$$

где ПДП — количество вещества (загрязнителя), поступающего на определенную площадь в единицу времени в количествах, образующих концентрации, не превышающие установленные ПДК (предельно допустимая концентрация);

— суммарный индекс загрязненности снежного покрова по пяти приоритетным элементам (СИЗСП) — показатель общей оценки загрязненности снежного покрова;

— масса снежного покрова на территории за определенный период (M , кг/м^2), используемая для расчета массы поступления загрязняющих веществ за холодно-снежный период на единицу (m , $\text{мг/м} \cdot \text{время}$):

$$m = c \cdot M,$$

где c — концентрация вещества, мг/л.

Инженерно-техническое направление изучает расчетные параметры снежного покрова, значимые в хозяйственной деятельности человека. *Снеговая нагрузка* — нагрузка, испытываемая сооружениями от массы снега. Снеговая нагрузка зависит от массы снежного покрова, приходящейся на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, ветрового режима, преимущественного типа метелей, рельефа и застроенности прилегающей территории, формы сооружений, их тепловыделений в атмосферу, абляции снега на покрытиях. Снеговая нагрузка увеличивается от жидких осадков, попадающих зимой в снег и удерживаемых на покрытиях зданий. *Упрочнение снега* — повышение прочности снежного покрова посредством уплотнения (укатки) или добавления инородных веществ. Применяется для обеспечения надлежащей прочности и несущей способности покрытий снежно-ледяных дорог, снежных оснований и блоков, используемых для строительства сооружений из снега (Гляциологический словарь, 1984).

Большое значение для расчета половодий имеет *водоудерживающая способность*, определяемая количеством воды, которое снежный покров способен удержать в данном его состоянии. Она изучалась П.П.Кузьминым опытным путем на специально разработанных приборах с использованием весового и калориметрического способов. В результате исследований было установлено, что водоудерживающая способность снежного покрова зависит от его структуры и плотности: меньшей плотности соответствует большая водоудерживающая способность (Кузьмин, 1957).

Твердость снега — способность снежного покрова оказывать сопротивление проникновению другого тела, в котором не возникает остаточных деформаций. Она характеризует прочность снега и, в частности, несущую способность снежного покрова. Мерой твердости является размер следа (царапина, углубление), оставляемого на исследуемом материале абсолютно (условно) твердым телом, внедряемым под определенной нагрузкой. По техническим условиям на зимних снеговых дорогах твердость снега, как минимум, должна быть равна 106 Па. Твердость снежного покрова оказывает влияние на передвижение животных и птиц (Руденко, 1972).

Важную роль в лавиноведении играет *сцепление снега* — связь между частицами снежного покрова, а также связь снежного покрова с поверхностью склона, препятствующая смещению снега.

Теплопроводность снега — способность снежного покрова к передаче тепла. Показатель теплопроводности снежного покрова один из самых низких среди природных тел (Борщук, 1976), что препятствует выхолаживанию грунта (Осокин и др., 2001), позволяет сохранять положительные температуры у поверхности почвы и обеспечивать жизнедеятельность живых организмов в зимний период. Низкая теплопроводность снега объясняется обилием в нем сложных и мелких воздушных пор. Снежный покров сокращает потери тепла земной поверхностью. Теплопроводность снега зависит от его плотности (Дюнин, 1983): чем больше плотность снега, тем выше его теплопроводность, так как частицы льда проводят тепло почти в 100 раз интенсивнее, чем воздушные промежутки между ними (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициент теплопроводности природных объектов
(по Дюнину, 1983)**

Природный объект	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К
Воздух	0,025
Лед	2,302
Снег	
плотный	0,712
обычный	0,176
свежевыпавший	0,0293

Теплопроводность снежного покрова зависит от *пористости*, которая обусловлена наличием большого количества промежутков между кристаллами льда, образующих сообщающиеся между собой поры и пронизывающих снежный покров во всех направлениях. Пористость выражают в процентах и вычисляют по формуле:

$$n = 100(1 - \rho/\rho_{\text{л}}),$$

где n — пористость снежного покрова, ρ и $\rho_{\text{л}}$ — соответственно плотность снега и кристаллического льда. Пористость снежного покрова связана с его структурой и изменяется по мере его

уплотнения от 98 до 20%. К началу снеготаяния (обычно при плотности 280—300 кг/м³) она составляет 73—67%.

Следующая группа параметров снежного покрова (сопротивление снега сдвигу, сжатию, растяжению, прочность снега) имеет прикладное значение и используется для различного вида оценок в хозяйственной деятельности, например, при строительстве лыжных трасс.

Сопротивление снега сдвигу определяется силами сцепления между его зернами и силами внутреннего трения, которые, в свою очередь, зависят от плотности, строения и температуры снега, а также от условий его нагружения и деформирования. Оно определяется по формуле:

$$P_{\tau} = C + fP,$$

где P_{τ} — сопротивление снега сдвигу, C — сила сцепления, f — коэффициент внутреннего трения, P — сила нормального давления на поверхности среза (Козлов, 2004). Способность снега сопротивляться сжимающим силам, предел прочности снега — *сопротивление снега сжатию*. *Сопротивление снега растяжению* — способность снега сопротивляться растягивающим силам. Свежевыпавший снег оказывает небольшое, практически равное нулю сопротивление разрыву, а в уплотнившемся снеге сопротивление разрыву возрастает с увеличением плотности и достигает значения $0,027 \cdot 10^5$ Па. Сопротивление разрыву влажного снега меньше, чем сухого.

Прочность снега — способность снега сопротивляться разрушению и образованию остаточных деформаций при воздействии напряжений. Этот параметр имеет важное значение при строительстве лыжных трасс.

Большую роль в процессах формирования снежных обвалов играет *вязкость снега* — свойство снега необратимо превращать в теплоту механическую энергию, сообщенную ему в процессе деформирования. Свежий снег обладает большей пластичностью и меньшей вязкостью по сравнению с плотным снегом и тем более со льдом. По данным Иосида и Хузиока (1955), вязкость снега как функция плотности снега при температуре от -1 до -3°C и от -5 до -13°C соответственно может быть определена по эмпирическим формулам (Козлов, 2004):

$$\eta_1 = 9,81 \cdot 107 / (0,10 - 0,19\rho),$$

$$\eta_2 = 9,81 \cdot 107 / (0,037 - 0,09\rho),$$

где η — вязкость снега, ρ — плотность снега.

1.3. Снежный покров как система

Современные представления о геосистемах. В современной физической географии все большее значение приобретает разработка теоретических и методических основ изучения структурности природной среды, т.е. выявление объективно существующих целостных систем. Появление понятия системы, в том числе и геосистемы, связано с необходимостью выделения определенных фрагментов реальности в целях их познания и практического использования.

Термин «геосистема» впервые употребил академик В.Б.Сочава в качестве синонима понятий «ландшафт» и «природно-территориальный комплекс» (Сочава, 1978), акцентировав внимание на их системной сущности. Он понимал геосистему как природную систему, состоящую из взаимообусловленных компонентов, принадлежащих литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере, относительно ограниченных в пространстве и функционирующих, развивающихся во времени как единое целое. Однако термин «геосистема» в настоящее время применяется и в качестве родового прилагательного: природная геосистема, антропогенная геосистема (Геоэкология и природопользование, 2005).

Критериям геосистем отвечают следующие интегральные образования: 1) сложные земные образования, включающие в себя одновременно элементы природы, населения и хозяйства; 2) природные, социально-экономические, природно-технические и другие территориальные системы: системы расселения, территориальные рекреационные системы; 3) все объекты, изучаемые науками о Земле.

Во всех случаях в основе формирования геосистемы лежат процессы энерго-массо-информационного обмена. Геосистемы являются открытыми, находящимися в постоянной вещественно-энергетической связи с дифференцированной внешней средой. Этой средой служат глубинные структуры земной коры, атмосфера

(выше приземного слоя воздуха), геосистемы более высокого ранга, ландшафтная оболочка в целом и социум. Интегрированная модель геозкосистемы представлена на рисунке 2.

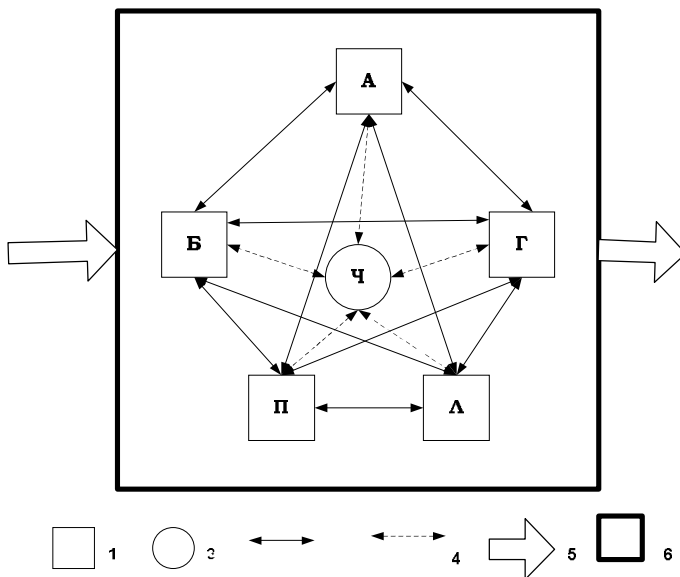


Рис. 2. Интегрированная модель геозкосистемы (по Винокуровой, Колосовой, Смирновой, 2002):

- 1 — элементы среды — антропогенно-измененные компоненты природы:
 А — атмосфера, Б — биосфера, Г — гидросфера, П — педосфера,
 Л — литосфера; 2 — «хозяин» — человек (связи: 3 — между элементами
 среды, 4 — между человеком и средой, 5 — внешние связи,
 6 — границы системы)

Общим признаком геосистем вне зависимости от трактовок является объединение ее компонентов потоками вещества и энергии, т.к. любая территориальная система обнаруживает свойства целостности в том случае, если отдельные элементы ее структуры связаны между собой потоками вещества и энергии. Компоненты геосистем — составные части геосистем (вода, почва, растительность, ландшафтные комплексы, антропогенные объекты, население), объединенные в структурно-функциональное целое потоками вещества и энергии или движущимися телами.

Структура геосистемы включает не только фундаментальные стабильные связи, придающие ей качественную определенность, но и переменные, не имеющие жестко фиксированных границ. Динамическая устойчивость природной системы предполагает непрерывное изменение ее составляющих. В ней происходит непрерывное разрушение одних и становление других взаимосвязей (Сукачев, 1966), поэтому фундаментальная стабильность структуры постоянно воспроизводится переменными связями в их подвижности, взаимном превращении, совершается процесс регуляции функционирования переменных параметров и элементов, направленный на сохранение стабильных параметров. Соподчинение механизмов регуляции геосистем различной сложности образует многоярусную систему управления — географическую оболочку.

По уровню интеграции, согласно В.В.Козину (Геоэкология и природопользование, 2005), геосистемы классифицируются на следующие виды:

- монокомпонентные (морфосистемы, фитосистемы, педосистемы);
- бикомпонентные (хиономорфосистемы, фитопедосистемы);
- полные природные (ландшафтные);
- комбинированные (природно-технические, геосоциоэко-системы);
- тотальные (геосистемы взаимодействия «природа — население — хозяйство», составляющие окружающую человека среду и включающие самого человека).

По размерности геосистемы в первом приближении делятся на локальные, региональные и глобальные. По характеру функциональных связей геосистемы делятся на изолированные, закрытые и открытые.

Следуя этой классификации, снежный покров представляет собой бикомпонентную геосистему и определяется нами как хионогеосистема. Хионогеосистема включает в себя две подсистемы — абиотическую (АП) и биотическую (БП). АП состоит из воздушной составляющей, которая тесно взаимосвязана с атмосферным воздухом, но отличается от нее газовым составом и является необходимым компонентом для биотической подсистемы, и гидрологической составляющей, представляющей запасы воды,

сосредоточенные в снежном покрове. БП — это «население» снежного покрова (живые организмы и бактерии), которое может здесь существовать благодаря АП.

Исследование хионогеосистемы целесообразно проводить по схеме: снежная среда → физико-географические условия → антропогенное воздействие → технические сооружения → социокультурный комплекс.

Геосистемная сущность снежного покрова. Снежный покров представляет собой сложную систему, которая обладает качественными и количественными особенностями. Эти особенности проявляются благодаря совместному действию компонентов целостной системы в режиме самоорганизации.

Формируясь на границе взаимодействия планетарных оболочек (лито-, атмо-, гидро-, биосферы и педосферы), снежный покров представляет собой самостоятельную систему, функционирующую на поверхности суши Земли под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Анализ, прогноз и управление снежным покровом основаны на междисциплинарном подходе. Снежный покров как сложная, динамическая система обладает определенными свойствами, параметрами, морфологией, динамикой, экологически и хозяйственно значимыми функциями (Мухаметдинова (Кузнецова), 2009).

Хионогеосистемы могут входить в состав различных геосистем в качестве их подсистем и в то же время, как форма отражения различных связей, способны образовывать комбинированные системы разного типа (снежный покров — формы рельефа, снежный покров — лесные геосистемы, снежный покров — инженерные сооружения и др.). Во временном измерении хионогеосистеме можно рассматривать как сезонно существующую геосистему, представленную хронологически (сезонно) определенным ярусом географической оболочки. Важно также учитывать, что динамика снежной толщи определяется в первую очередь физическими характеристиками и состоянием надснежной и подснежной поверхности (тропосферы и литосферы), т.е. развитием вертикальных связей или процессов межкомпонентного массоэнергообмена в ландшафтной сфере. Снежный покров можно рассматривать и как часть нивально-гляциальной системы (рис. 3), т.е. как определенное звено в цепи круговорота воды.

Основную системообразующую роль в данном случае играют горизонтальные перемещения: потоки вещества и энергии, формирующие снежный покров и связывающие его с другими звеньями гидросферы в процессе общего круговорота воды в природе. Следовательно, снежный покров — это сезонная система, появление и динамику которой можно считать результатом сложного соотношения вертикальных и горизонтальных связей.

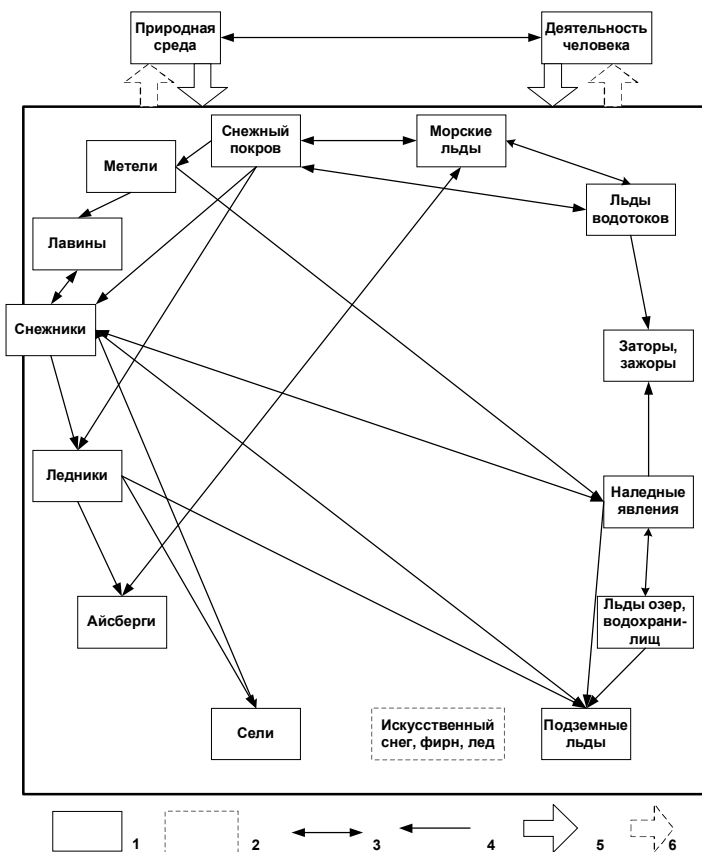


Рис. 3. Функциональная схема глобальной нивально-гляциальной системы (Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, 1997) :

- 1 — элемент нивально-гляциальной системы, 2 — гляциотехнический элемент, 3 — двухсторонние связи, 4 — односторонние связи,
- 5 — воздействие на систему, 6 — воздействие системы

Свойства хионогеосистем. При экологической оценке геосистем определяются их экологически значимые свойства (Егоренков, Кочуров, 2005), т.е. те, которые могут способствовать или не способствовать проявлению экологических проблем, а также представляют особую ценность, ведь их потеря приводит к значительному ущербу. Оценка экологически значимых свойств геосистемы тесно связана с определением ее устойчивости, т.е. способности поддерживать свое нормальное состояние при внешних (в том числе антропогенных) воздействиях. Снежный покров обладает следующими свойствами (рис. 4):

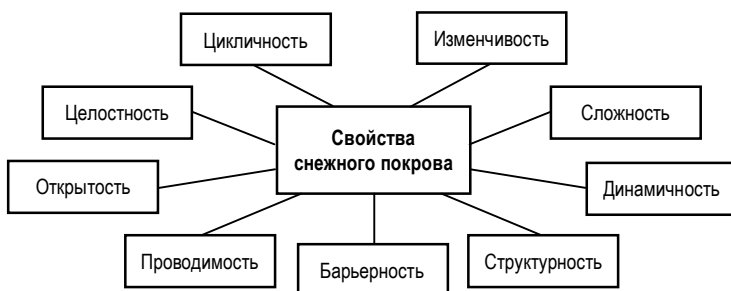


Рис. 4. Свойства снежного покрова

Важнейшим свойством снежного покрова является *целостность*, основанная на взаимозависимости и взаимосвязи его компонентов. Целостность снежного покрова можно рассматривать и в виде непрерывности. При формировании снежного покрова не образуется резких границ между разными горизонтами, для которых характерны постепенные, диффузные переходы.

Снежный покров обладает такими свойствами, как сложность, структурность. Под *сложностью* понимается, прежде всего, характер его динамического поведения. Динамическая сложность связана с изменением параметров в жизненном цикле снега. Кажущаяся простота снежного покрова сочетается с чрезвычайно сложным динамическим поведением. *Структурность* снега определяется его кристаллическим строением. При образовании снежного покрова первичные кристаллы льда попадают в среду, резко отличную от условий средней и верхней атмосферы, где они возникли.

Приспособление к новым условиям сопровождается изменениями внутреннего сложения снежной толщи, названными в свое время диагенезом (Paulke, 1934), а несколько позднее — метаморфизмом (Bader, 1939). Метаморфизм снежной толщи включает в себя как преобразование форм и размеров самих частиц, так и возникновение новых пространственных связей между ними, вызывающее изменение плотности и сцепления снега.

Открытость — это свойство геосистемы, обеспечивающее обмен энергией и веществом с другими геосистемами (Колтунов, 1988). Снежный покров через энерго-, массо- и теплообмен осуществляет взаимосвязь с педосферой, атмосферой, биосферой, литосферой (верхним слоем земной коры). Продолжительную историю имеет разработка вопросов влаго- и теплообмена между почвой и атмосферой через снежный покров как активную промежуточную среду (Павлов, 1962, 1965; Pitman a. Zuckertnan, 1968).

Природным системам свойственна изменчивость во времени (например, динамика влагозапасов, уровней воды, содержания загрязняющих веществ). Способность обратимо изменяться под действием периодически меняющихся внешних факторов без перестройки структуры определяется таким свойством, как *динамичность*. Она обеспечивает гибкость системы, ее «живучесть». Для снежного покрова характерны сезонная и суточная динамика вследствие изменения солнечной радиации и свойств воздушных масс. Динамика определяется действующими силами, проводимостью природных тел, а кроме того — способностью вмещать в себя вещество и энергию (Колтунов, 1988). Вмещающая способность природных тел не всегда сводится к исчислению геометрических объемов, свободных для вмещения. В природных телах существует равновесное насыщение, когда количество вмещаемого вещества/энергии является результатом действия суммы удерживающих и вытесняющих сил. В отличие от большинства компонентов природной среды снег чрезвычайно динамичен. За сравнительно короткий промежуток времени, исчисляемый лишь несколькими месяцами, внутреннее сложение снежной толщи претерпевает столь резкие и необратимые изменения, что это позволило Б.П.Вейнбергу (1940) рассматривать снежный покров «скорее как явление, чем как тело». Ритмичность служит признаком динамической устойчивости систем.

Устойчивость — это способность восстанавливать или сохранять структуру и другие свойства при изменении внешних воздействий; устойчивость, в частности, объясняет и динамичность системы (Дмитриев, Фрумин, 2004). Сохранять устойчивость снежному покрову помогают такие характеристики, как сопротивление снега сдвигу, сжатию, растяжению, прочность снега. Они будут рассмотрены далее.

Изменчивость свойств компонентов системы в пространстве может быть детерминированной, или упорядоченной, и недетерминированной, или случайной, когда параметр снежного покрова (плотность, пористость, коэффициент теплопроводности снега и т.п.) меняется из точки в точку, не подчиняясь какой-либо закономерности. Изменчивость повышает устойчивость снега.

Смена определенных ритмов в развитии снежного покрова обусловлена таким свойством, как *цикличность*. Снежный покров, исключая циркумполярные области, относится к системам с краткопериодным функционированием. Жизненный цикл состоит из пяти фаз: I фаза — временный снежный покров, II фаза — фаза интенсивного снегонакопления (аккумуляции), III фаза — трансформация и уплотнение снежной толщи, IV фаза — снеготаяние, V фаза — сход снежного покрова.

Наряду с «размазыванием» веществ в природных системах идут и процессы их концентрации, исключения из круговорота, сосредоточения в некоторых областях. Следовательно, наряду с проводимостью природные системы обладают свойствами задерживать некоторые вещества, что можно назвать *барьерностью*. В самом общем смысле барьер принято понимать как локальное нарушение проводимости, приводящее к ускорению или замедлению потоков веществ и круговоротов в целом. Данное свойство снежного покрова широко используется для изучения и оценки загрязнения атмосферы и окружающей природной среды в целом (Загрязнение приземной атмосферы г.Москвы, 1993).

Свойства снежного покрова отражают дифференциацию природной среды, что позволяет использовать его в качестве индикатора показателей зимнего гидротермического режима ландшафта (Коломыц, 1964, 1960) и летнего (постснеговые процессы). В жизненном цикле снежного покрова через вещественные параметры идет накопление информации в стратифицированной толще.

Кристаллографическая структура снежной толщи, развивающаяся в течение зимы, выступает в качестве индикатора. Отдельные информационные свойства снежного покрова, например, накопление загрязнителей в депонирующей среде, широко используются в мониторинговых исследованиях.

1.4. Функции снежного покрова

Обладая набором параметров, характеристик, снежный покров выполняет определенные функции. Функционирование — это интегральный природный процесс, обеспечивающий непрерывные процессы преобразования и обмена веществом и энергией внутри системы. Снежный покров выполняет следующие функции: климатообразующую, светорегулирующую, биозащитную, депонирующую, транспортирующую и ландшафтообразующую. Они определяют взаимодействие между геосферами через снежный покров (Мухаметдинова (Кузнецова), 2008).

Климатообразующая функция снежного покрова представлена в целом ряде работ (Рутковская, 1956; Борисов, 1956; Фельдман, 1956; Хесс, 1959; Осокин, 1969), основанных на анализе отдельных метеорологических элементов. В многочисленных своих работах Г.Д.Рихтер указывал, что снежный покров не только оказывает значительное влияние на радиационный баланс и связанный с ним температурный режим, но и способен изменять ход давления, ветра, влажности и даже состав приземных слоев воздуха. В 1871 г. А.И.Воейков писал, что «до сих пор обращали слишком мало внимания на влияние, которое оказывает поверхность снега на климат окружающих стран... Особенно важно это в России, где это влияние наиболее заметно».

Климатообразующая функция заключается в возможности снежного покрова оказывать влияние на распределение некоторых климатических показателей на той или иной территории.

Большинство авторов влияние снежного покрова на климат связывает с отражательной способностью снега (альбедо) и его малой теплопроводностью. Альбедо снежной поверхности в зависимости от характера снега составляет от 45 до 95%, поэтому температура поверхности снега почти во всех случаях ниже,

чем температура соприкасающегося с ней воздуха. Снежный покров в результате малой теплопроводности предохраняет почвогрунты от выхолаживания. Большое альbedo и малая теплопроводность снега снижают суточные колебания температур воздуха при безоблачной погоде, а при облачной — увеличивают (Фельдман, 1956).

Таким образом, являясь «продуктом» климата, сам снежный покров оказывает влияние на компоненты климата: распределение солнечной радиации, температуру, атмосферное давление, влажность, циркуляцию воздуха.

Светорегулирующая функция. В Среднем Приобье продолжительность залегания снежного покрова составляет 180—210 дней, а на тех же широтах в европейской части России 160—180 дней. В связи с этим в Среднем Приобье гораздо позже наблюдается переход через нулевую отметку температуры, что отражается и на развитии растительного и животного мира, и на формировании ландшафтных комплексов в целом.

Световой и температурный режимы в снежном покрове определяет солнечная радиация. Способность снежного покрова воздействовать на распределение солнечной радиации — это светорегулирующая функция. От плотности снега и структуры его кристаллов зависят отражение и поглощение света снежным покровом. Исследования светорегулирующих функций снега в нашей стране проводились с различными целями (Дюнин, 1983; Кузьмин, 1957, 1960; Сулаквелидзе, 1955; У Янь, Онипченко, 2006; Яншина, 1960, 1961). Известно, что альbedo снега составляет почти 1,0, т.е. вся энергия солнечной радиации, падающая на снег, им отражается. Это приводит к значительному охлаждению территории.

Многочисленные эксперименты в лабораторных и природных условиях (Дюнин, 1983) дали следующие результаты. Для свежевыпавшего снега σ_T (постоянная излучения абсолютно черного тела, полностью поглощающего любую радиацию, падающую на его поверхность) = 0,985 – 0,995; для старого, «лежалого» крупнозернистого σ_T = 0,97 – 0,98. Это свойство П.П.Кузьмин (Кузьмин, 1960) объяснял тем, что поверхность снежного покрова имеет огромное количество пор сложной формы с очень маленькими «выходами» на поверхность. По П.П.Кузьмину (Кузьмин, 1957), солнечные лучи способны пронизывать снежный покров на глубину до 30—70 см в зависимости от его структуры, плотности,

влажности и чистоты. В первые дни весны таяние снега начинается не сверху, а в глубине снежного покрова под поверхностной прозрачной ледяной пленкой. Это явление называют «парниковым эффектом». Снег совершенно непрозрачен для лучей длинных волн красной части спектра. Он их почти полностью отражает. Зато коротковолновые лучи проходят сквозь тонкий поверхностный слой снега свободно. Проникновение солнечных лучей сквозь снежный покров обеспечивает возможность физиологической активности подснежных растений — хионофитов.

Чем выше плотность снега, тем больше коэффициент поглощения (Сулаквелидзе, 1955). По данным А.В.Яншиной (Яншина, 1960, 1961), наибольший коэффициент поглощения (около 30—40%) наблюдался у свежеснежного снега, который состоит из пластинчатых кристаллов и имеет небольшую плотность, около $0,10—0,15 \text{ г/см}^3$. В свежеснежном метелевом сильно уплотненном снегу (плотность $0,3—0,4 \text{ г/см}^3$) коэффициент поглощения составляет около 60%, а глубина проникновения солнечной радиации соответственно уменьшается. В ходе перекристаллизации снежного покрова коэффициент поглощения им света уменьшается. При плотности снега $0,20—0,25 \text{ г/см}^3$ и среднезернистой структуре коэффициент поглощения снижается до 21%, а солнечный свет проникает на глубину 30—35 см. При крупнозернистой структуре снежной толщи глубина проникновения солнечной радиации достигает 40—50 см (Яншина, 1961).

Альbedo снежного покрова зависит от степени влажности и загрязнения снежной поверхности, а также от угла падения солнечных лучей, при больших углах падения лучей наибольшее альbedo (90—97,2%) наблюдается у сухого чистого снега (Сулаквелидзе, 1955). В силу высокого альbedo у снежного покрова величина ультрафиолета в несколько раз выше, чем у поверхности почвы без снега. Соответственно растения, которые растут вблизи снежного покрова, получают более сильное ультрафиолетовое облучение. Поэтому многие хионофиты имеют приспособления к таким условиям (У Янь, Онипченко, 2006).

Снежный покров определяет распределение солнечной радиации в холодно-снежный период, обеспечивает возможность физиологической активности подснежных растений, млекопитающих и,

следовательно, участвует в функционировании ландшафтных комплексов.

Биозащитная функция снежного покрова — это способность снежного покрова создавать благоприятные условия (защитить от низких температур, обеспечивать кислородом и влагой) для растений и живых организмов в холодно-снежный период. Еще в 1913 г. академик В.И.Вернадский писал, что «снежный покров — не только покрывка озимей, это живительная покрывка, которая весной дает им газы, более обогащенная кислородом, чем окружающий воздух» (цит. по: Дюнин, 1983). Снежный покров является одним из наиболее совершенных естественных теплоизоляторов. Он сильно сокращает потери тепла земной поверхностью, а также отражает много радиационной тепловой энергии, получаемой извне.

Теплопроводность снежного покрова зависит от структуры снежных кристаллов, мощности и плотности снежного покрова. Исследуя распределение температур в снеге, А.А.Молчанов (Молчанов, 1960) пришел к выводу, что температурный градиент, рассчитанный на 1 см снега, зависит от температуры поверхности снега и его толщины (табл. 3).

Таблица 3

**Температурный градиент на 1 см толщины снега
(по Молчанову, 1960)**

Глубина снега, см	Температурный градиент при различных температурах поверхности снега (в °С) утром							
	-30... -25	-25... -20	-20... -15	-15... -10	-10... -5	-5... -2	-2...0	0...+2
0—5	2,40	1,20	0,35	0,68	0,35	0,20	0,04	0,02
5—15	1,60	1,00	0,67	0,52	0,23	0,11	0,02	0,01
15—30	0,80	0,24	0,17	0,14	0,10	0,05	0,02	0,0
30—45	0,71	0,18	0,16	0,10	0,07	0,01	0,01	0,0
45—60	0,04	0,02	0,22	0,03	0,03	0,01	0,0	0,0

С повышением температуры поверхности снега температурный градиент падает, и не только в поверхностных слоях, но и на определенных глубинах, однако с увеличением толщины он уменьшается.

Средняя толщина снежного покрова Среднего Приобья из максимальных декадных за зиму составляет 76 см на защищенных участках и около 47 см — на открытых. Как следствие, температура почвогрунтов под ним может иногда превышать 0 °С в течение всей зимы, благодаря чему биохимические процессы здесь прекращаются не полностью. Высокая теплота возгонки и таяния снега придают снежному покрову свойства буферной среды, которая дает некоторым организмам возможность жить под снежным покровом (Формозов, 1990, У Янь, Онипченко, 2006). Кроме того, снежный покров является источником увлажнения почвогрунтов, что играет немаловажную роль в развитии растительности. Весной, когда растения начинают расти и развиваться, их потребности во влаге обеспечивает талая вода, содержащая многие элементы минерального питания растений.

Биозащитная функция является составляющей ландшафтообразующей функции снежного покрова. Благодаря созданию температурного, водного, воздушного режима в толще снежного покрова формируются условия для развития определенных групп растений, живых организмов.

Депонирующая функция снежного покрова. В последнее время все более значимой для мониторинга окружающей природной среды становится депонирующая функция снежного покрова (Теоретические основы..., 1998; Snow Ecology, 2001; Летувнинкас, 2002; Черных и др., 2003; Нецветаева, 2004). Это способность снежного покрова накапливать атмосферные выпадения, в том числе и загрязняющие вещества, переносить их со стоком талых вод в другие компоненты природной среды.

Снеговой покров является идеальной депонирующей средой для загрязнителей, распространяющихся воздушным путем. Их накопление в снеговом покрове тесно связано с уровнем загрязнения приземного слоя атмосферы и является достаточно надежным индикатором последнего.

Концентрация твердых частиц и других загрязнителей в атмосферном воздухе вблизи источников их техногенного поступления зависит от многих факторов (Летувнинкас, 2002):

- характера производства и изменения его технологических параметров;

- эффективности работы очистных устройств;
- расстояния от источника организованных выбросов — для высоких (выше 50 м) и средней высоты (10—50 м) источников максимальная концентрация возникает на некотором расстоянии от них, а затем теоретически падает обратно пропорционально квадрату расстояния;
- высоты выбросов относительно поверхности земли — чем больше высота труб, тем меньше при прочих одинаковых условиях приземная концентрация рассеиваемых веществ;
- тепловых и физических характеристик выбросов — холодные и с грубо дисперсными частицами выбросы рассеиваются хуже;
- турбулентности воздушных течений, создаваемых сочетанием теплового излучения земной поверхности и промышленных или иных источников загрязнения;
- условий температурной стратификации атмосферы — температурные инверсии, когда с высотой над поверхностью земли температура воздуха повышается, резко ухудшают рассеивание, прижимая факел рассеяния к земле;
- направления и скорости ветра — перенос загрязнителей происходит преимущественно в направлении преобладающих ветров. Их максимальные концентрации от высокой и средней высоты источников с нагретыми выбросами в приземном слое атмосферы возникают при определенной наиболее неблагоприятной для конкретных условий рассеяния скорости ветра, называемой опасной скоростью; вблизи низких источников (менее 10 м), каковыми являются автотранспорт и другие мелкие источники в городе, концентрация обратно пропорциональна скорости ветра; наиболее неблагоприятные условия возникают в условиях штиля, с которыми связано возрастание концентрации на 50—70%;
- ряда других факторов, препятствующих рассеянию загрязнителей и ведущих к их накоплению в атмосфере: туманы, особенности рельефа (замкнутые котловины), развитие фотохимических реакций, длительное отсутствие осадков.

Снежный покров позволяет учитывать массу выпадения атмосферных осадков, загрязняющие примеси в атмосферном воздухе, а также последующее загрязнение водных объектов и почвенного

покрова. Использование снежного покрова как индикатора также обусловлено следующими факторами:

- отбор проб снежного покрова чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отборами проб воды и воздуха;
- концентрация загрязняющих веществ в снежном покрове на несколько порядков выше, чем в атмосферном воздухе;
- при послойном отборе проб снега можно определить временную динамику загрязненности снежного покрова;
- снежный покров может служить индикатором загрязнения атмосферы сульфатами, нитратами, тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями.

В рассматриваемом аспекте снег используется в качестве индикатора загрязнения окружающей среды. С учетом того, что на территории Нижневартковского района снежный покров залегаёт 7—8 месяцев и накапливается подавляющее количество суммарных годовых загрязнений, такой индикатор загрязнений должен быть признан как наиболее репрезентативный.

Таким образом, депонирующая функция снежного покрова отражает состояние загрязнения геосистем в холодно-снежный период и определяет поступление депонированных веществ в другие геосферы за счет проявления другой — транспортирующей функции.

Транспортирующую функцию можно рассматривать как способность снежного покрова перемещать химические соединения, вещества, а вместе с ними и энергию на основе диффузионных потоков как внутри снежной толщи, так и по земной поверхности в период снеготаяния. Проявление транспортирующей функции существенно зависит от интенсивности геоморфологических процессов. В то же время, выступая как рельефообразующий фактор, снежный покров оказывает весьма существенное влияние на общий ход развития территории путем изменения общей интенсивности, направления и частных форм транспортировки вещества литосферы (Евсеева и др., 1996; Коркин, 2008).

К перемещениям вещества в литосфере под воздействием снежного покрова относятся различные процессы денудации как в период его устойчивого залегания, так и при его сходе, а также

перенос химически растворимых веществ и продуктов денудации тальными водами. Они транспортируют материал различного происхождения: геологического, биологического, антропогенного.

Процессы перемещения вещества в географической оболочке под действием или при участии снежного покрова связаны с изменением физического состояния гидрологической составляющей ландшафта, когда снежный покров выступает как компонент природы и как фактор, вызывающий их развитие (Нефедьева, 1975).

Геоморфологическая активность снежного покрова в разные фазы его существования определяется режимом снежной толщи. Продолжительность и интенсивность процессов денудации зависят от рельефа, литологии поверхностных отложений и растительного покрова. Сезонные изменения толщины снежного покрова в сочетании с температурными условиями холодно-снежного периода определяют глубину промерзания грунтов, что в свою очередь влияет на интенсивность и формы процессов денудации, развивающиеся при участии снежного покрова.

Общая активность развития процессов денудации определяется такими показателями, как величина запасов воды в снеге, с их увеличением возрастает активность воздействия снежного покрова на процессы перемещения вещества и продолжительность залегания снежного покрова (табл. 4). Запасы воды в снежном покрове Нижневартковского района значительны, они увеличиваются с юга на север. Величина запасов воды в снежном покрове увеличивается в течение всего холодно-снежного периода, достигая своего максимума в третьей декаде марта — 159 мм.

На активность снежного покрова как фактора денудации указывают данные по твердому стоку, показывающие, что большая часть твердых наносов переносится реками именно в период весенней денудации при участии снеготалых вод: для реки Обь — до 86%, для рек Вах и Сабун — до 97% (Ресурсы..., 1972). Годовой сток и сток весеннего половодья отражены на рисунках 5, 6, анализируя которые можно прийти к выводу, что большая часть годового стока приходится на весеннюю составляющую, т.е. на талые снеговые воды. При этом наибольшие показатели по стоку отмечаются в верховьях рек, наименьшие — в пойме Оби.

Важное гидрологическое значение снежного покрова, согласно В.В.Паромову (Паромов, 2002), заключается в том, что он накапливается в водосборе в течение всего холодно-снежного периода, не участвуя в питании рек. С наступлением положительных температур воздуха начинается быстрое ставивание снежного покрова, приводящее к формированию половодья.

Таблица 4

Запас воды в снежном покрове на последний день декады (мм) и продолжительность залегания снежного покрова (Справочник, 1998)

Станция	Варь-Еган			Ларьяк			Лобчинские		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
октябрь	—	6	21	—	—	15	—	12	20
ноябрь	36	48	64	26	40	50	34	46	59
декабрь	77	89	100	62	72	81	73	80	94
январь	109	116	126	89	94	105	101	108	116
февраль	133	143	148	112	119	121	122	127	132
март	152	153	154	130	136	133	138	148	151
апрель	150	138	111	132	111	79	147	119	102
май	70	—	—	—	—	—	48	—	—
Среднее из наибольших за зиму	169			150			166		
Продолжительность залегания, дней	211			198			204		

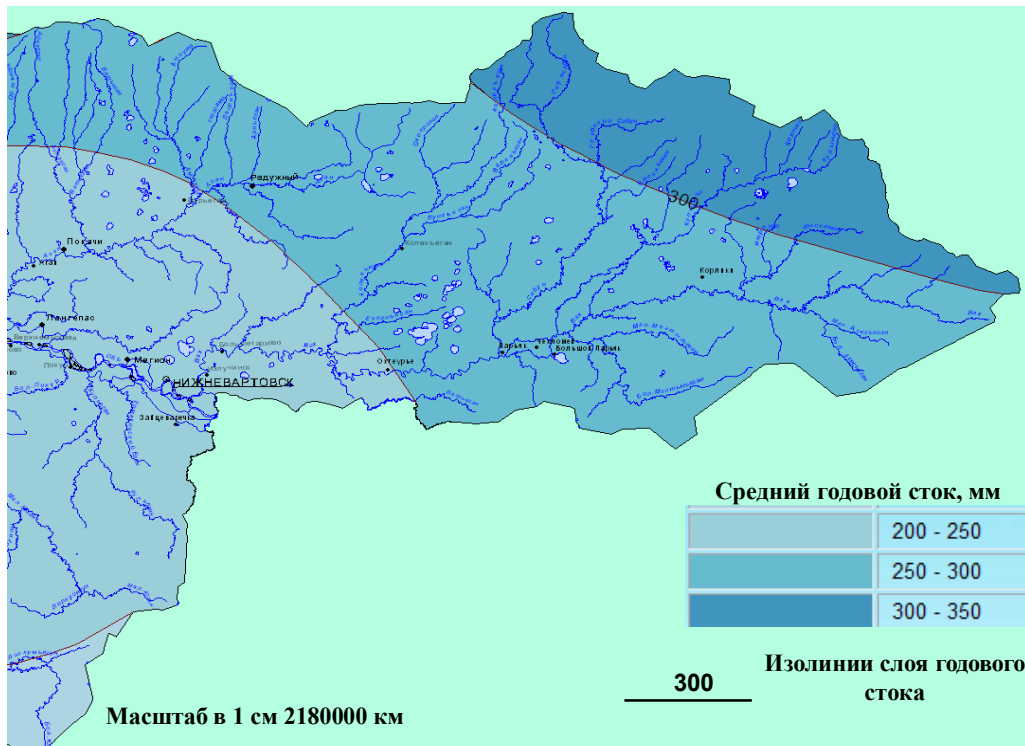


Рис. 5. Среднемноголетний годовой сток (Романов С.К.; Масленникова В.В. Атлас ХМАО, 2005)

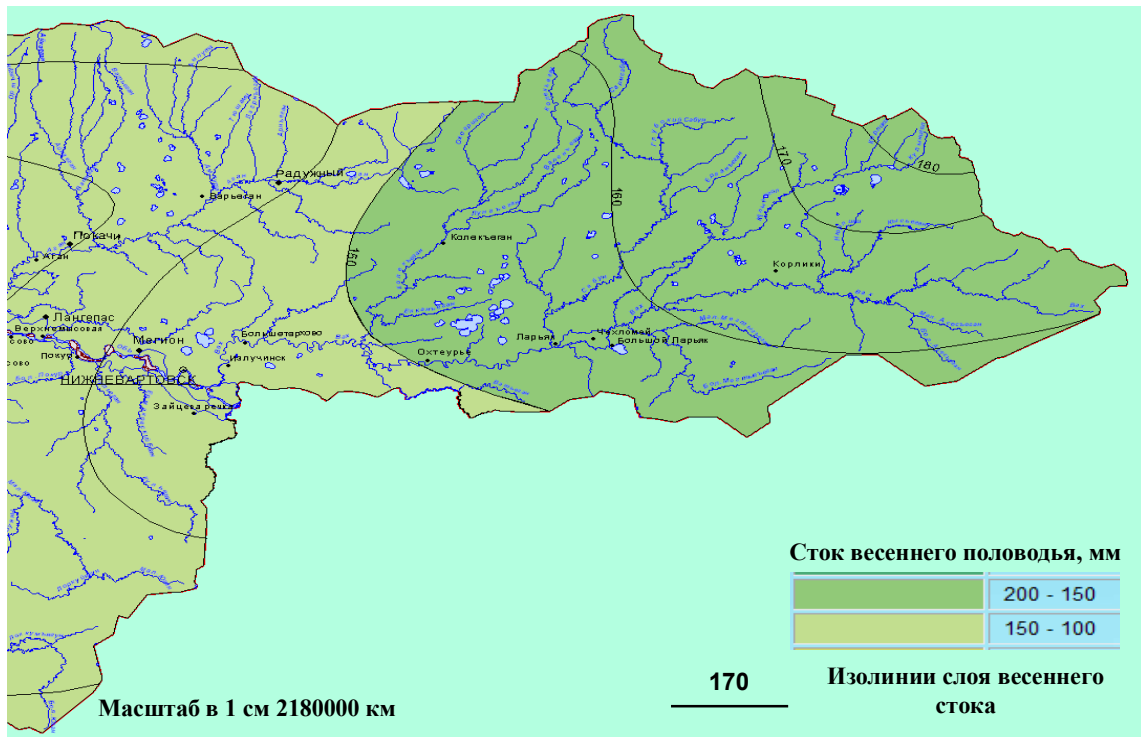


Рис. 6. Среднегодовой слой весеннего стока (Романов С.К.; Масленникова В.В. Атлас ХМАО, 2005)

Потери твердых осадков невелики. Поэтому, несмотря на то что по своей сумме они значительно уступают летним осадкам, именно количество накопившегося за зиму снега является основным фактором формирования как объема половодья, так и годового стока.

Ландшафтообразующая функция заключается в способности снежного покрова создавать определенные условия для развития ландшафта посредством влияния на температурный, световой и гидрологический режимы, перемещения вещества и энергии.

Исследования снежного покрова Западной Сибири позволили Я.К.Башлакову (1983) прийти к выводу, что биокomпоненты ландшафта продолжают развиваться в холодно-снежный период, причем в своем размещении обнаруживают строгую приуроченность к местам обитания, характеризуемым определенной мощностью и режимом снежного покрова.

Толщина снежного покрова, его плотность и структурные особенности, а также продолжительность залегания являются одними из основных факторов, определяющих жизнь растительного мира. Состояние и время схода снежного покрова оказывают воздействие на температурный, водный и минеральный режим растительных сообществ и ритмику их сезонного развития (Герасимова и др., 2002; У Янь, Онипченко, 2006), следовательно, определяют и пространственную дифференциацию растительности. (Александрова, 1961; Баландин, Разживин, 1980; Холод, 1993).

Толщина снежного покрова является одним из важнейших факторов, которые определяют срок вегетационного периода и, соответственно, влияют на ритмику роста и развитие растений. По мере увеличения мощности снежного покрова происходит не только сокращение вегетационного покрова, но и изменяется состав и структура растительных сообществ (Александрова, 1961). Режим снежного покрова оказывает глубокое влияние на многие процессы в сообществе и тем самым определяет не только ритм развития растений, но и видовой состав и структуру фитоценозов.

Снежный покров оказывает воздействие на плодородие почв через зимнюю минерализацию органических веществ. Подснежная почва относительно теплее, поэтому в зимнее время опад и мертвые корни продолжают разлагаться. Скорость разложения

опада зависит от мощности снежного покрова и содержания влаги в почве.

Снежный покров влияет на биомассу и продукцию растительных сообществ. Согласно В.Д.Александровой (Александрова, 1961), для малоснежных местообитаний характерно небольшое покрытие почвы растительностью и существенно меньшая биомасса по сравнению с местообитаниями с более высоким снежным покровом. По сравнению с участками со снежным покровом состав, структура и продукция сообществ, биомасса и жизненные формы растений бесснежных территорий существенно отличаются.

Таким образом, снежный покров, оказывая воздействие на режимы почв, состав, структуру и продукцию растительных сообществ путем изменения режима поступления света, влаги, температуры, обеспечивая их элементами минерального питания, транспортируя химические соединения на основе диффузионных потоков, накапливая атмосферные выпадения, является фактором географической дифференциации ландшафтов.

Обладая параметрами, использующимися в ландшафтно-природоведческих, эколого-социально-экономических и инженерно-технических исследованиях, выполняя климатообразующую, депонирующую, транспортирующую, светорегулирующую, биозащитную и ландшафтообразующую функции, снежный покров представляет собой систему, через которую происходит взаимодействие природных оболочек Земли в холодно-снежный период.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

При исследовании снежного покрова в настоящее время используется комплекс методов, который позволяет изучать его характерные свойства, процессы и параметры (рис. 7).

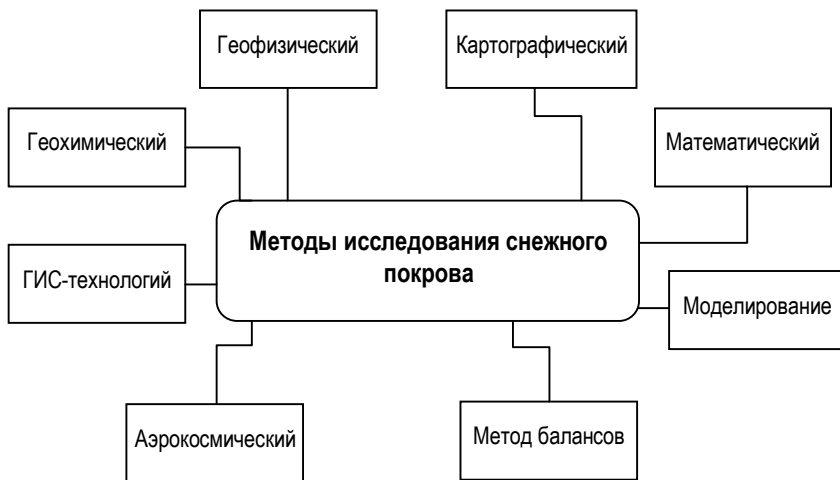


Рис. 7. Методы исследования снежного покрова

В зависимости от цели исследования и вида информации применяются те или иные методы анализа или их совокупность.

Геофизический метод — метод, направленный на изучение физических свойств и физических процессов. Данный метод используется при изучении оптических свойств снежного покрова, прежде всего альбедо, а также для определения теплообмена в снежном покрове, температуры снежной массы с помощью радиофизического зондирования.

Геосистемный метод предусматривает обязательное рассмотрение в комплексе всех составляющих ландшафта, исходя из его зональных (биоклиматических) и аональных (геолого-геоморфологических признаков). Весь многообразный комплекс взаимосвязанных природных компонентов, определяющих

известную мозаичность природной среды, накладывает столь существенный отпечаток на все без исключения процессы сезонного развития снежной толщи, что правомерно рассматривать снежный покров в качестве своего рода индикатора определенных показателей и зимнего гидротермического режима ландшафта (Коломыц, 1964, 1960).

В отличие от большинства других индикаторов (растительности, почв, зооценозов) снежный покров позволяет дать количественную характеристику обмена вещества и энергии в природном комплексе, поскольку в процессе эволюции снежной толщи идет неизбежное накопление информации и вещественных параметров в ее стратиграфии. Будучи по своей природе весьма динамичным компонентом зимнего сезона и развиваясь в тесной зависимости от режима тепло-влагооборота, снежная толща и приобретает ту совокупность индикационных параметров, заключенных в ландшафтно-теплофизических свойствах снега.

Метод балансов ориентирован на исследование потоков энергии и вещества с учетом их внутренних преобразований в ландшафте. Функционирование снежного покрова сопровождается поглощением, преобразованием, аккумуляцией и высвобождением энергии (Каленов, Ибрагимова, 2006). Основным источником энергии для многих природных процессов является лучистая и тепловая энергия солнца. Уравнение радиационного баланса деятельной поверхности элементарного природно-территориального комплекса:

$$R = (I + S) \cdot (I - A) - E_{\text{эф}},$$

где R — радиационный баланс, I — прямая солнечная радиация, S — рассеянная радиация, A — альbedo, $E_{\text{эф}}$ — эффективное длинноволновое излучение.

Уравнение теплового баланса:

$$R = LE + P_A + P \pm A + B_z - LC,$$

где R — радиационный баланс, E — физическое испарение, P_A — затраты тепла на турбулентный обмен с атмосферой, P — теплообмен в снежном покрове, A — поток тепла в почву или из почвы, B_z — вынос тепла со стоком, LC — тепло, выделяющееся при

конденсации водяных паров, L — скрытая теплота парообразования, равная примерно $0,6$ ккал/см³.

Для снежного покрова как специфической поверхности можно определить испарение за разные интервалы времени (часы, сутки, декады, месяцы и т.д.). Так, А.Р.Константиновым (Константинов, 1968) получена формула расчета испарения с поверхности снега за сутки:

$$E = \left(\frac{t_n - t_2}{0,018 \cdot U_{10}} + 0,097U_{10} \right) \cdot (e_n - e_2), \text{ мм/сут,}$$

где E — испарение с поверхности снега, t_n — температура поверхности снега, t_2 — температура воздуха на высоте 200 см, U_{10} — скорость ветра на высоте 10 м (по флюгеру), e_n — упругость водяного пара (мб), определяемая по температуре поверхности снега, e_2 — упругость водяного пара на высоте 200 см от поверхности земли (снежного покрова).

2.1. Методы изучения пространственно-временных характеристик снежного покрова

При исследовании толщины, плотности и влагозапаса снежного покрова автором проведены маршрутные и стационарные микроснегосъемки на организованных стационарах в репрезентативных ключевых участках, отображающих ландшафтное разнообразие изучаемой территории. Для пойменных ландшафтов таким ключевым участком является «Вампугольский», для I надпойменной террасы — «Церковная грива», «Высокий», «Мегионский», для водораздельной зоны — «Белозерный», «Зайцевореченский» (рис. 8).

Снегомерная съемка — это измерения толщины и плотности снежного покрова с целью определения снегозапасов (Копанев, 1971).

При проведении маршрутной снегомерной съемки с измерением толщины (рис. 9) и плотности (рис. 10) снежного покрова автором использовались традиционные приемы. Толщина снежного покрова на участках измерялась в зависимости от равномерности

залегания снега, через 10—20 м (от 25 до 100 промеров) с помощью снегомерной рейки и вычислялась ее средняя арифметическая величина.

На каждом участке измерялась (в трех точках) плотность снега с помощью весового снегомера. Она определялась по формуле (Моргунов, 2005):

$$p = G / (S \cdot H) = G / (50 \cdot H),$$

где p — плотность пробы снега, $г/см^3$, G — вес пробы, $г$, S — приемная площадь цилиндра, $см^2$ ($50 см^2$), H — высота пробы снега, $см$.

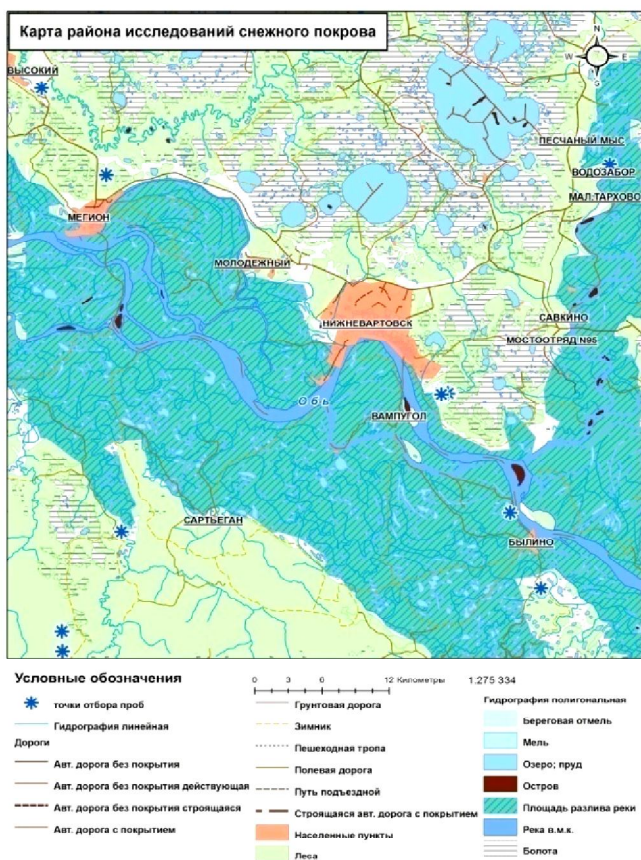


Рис. 8. Схема района исследования

Запас воды определялся по формуле:

$$a = H\rho = 10H\rho,$$

где 10 — множитель для перевода см в мм.



Рис. 9. Измерение толщины
снежного покрова



Рис. 10. Измерение плотности
снежного покрова

Между участками во время передвижения измерялась толщина снежного покрова через каждые 500 м. При пересечении различных элементов рельефа толщина снежного покрова измерялась не менее чем в трех точках: 1) склоны — на бровке, в середине и у подножия; 2) долина V-образная — на противоположных склонах и на дне; 3) гребень — на противоположных склонах и на вершине; 4) широкая долина — у подножий противоположных склонов и на дне в средней части.

При проведении снегосъемки автором производилось описание микрорельефа снежной поверхности.

2.2. Физико-химические методы авторского изучения снежного покрова

В отдельно взятом исследовании невозможно охватить весь комплекс методов изучения снежного покрова, поэтому в данной работе были использованы следующие методы: снегомерная съемка, геохимические методы, картографический, ГИС-технологии, статистические, математические.

Исследование снежного покрова в течение холодно-снежного периода с 2007 по 2010 гг. проводилось на ключевых участках: нефтегазопромысловых месторождениях (Самотлорском, Варьеганском, Тюменском, Нижневартовском, Гун-Еганском и Лор-Еганском) (рис. 11).

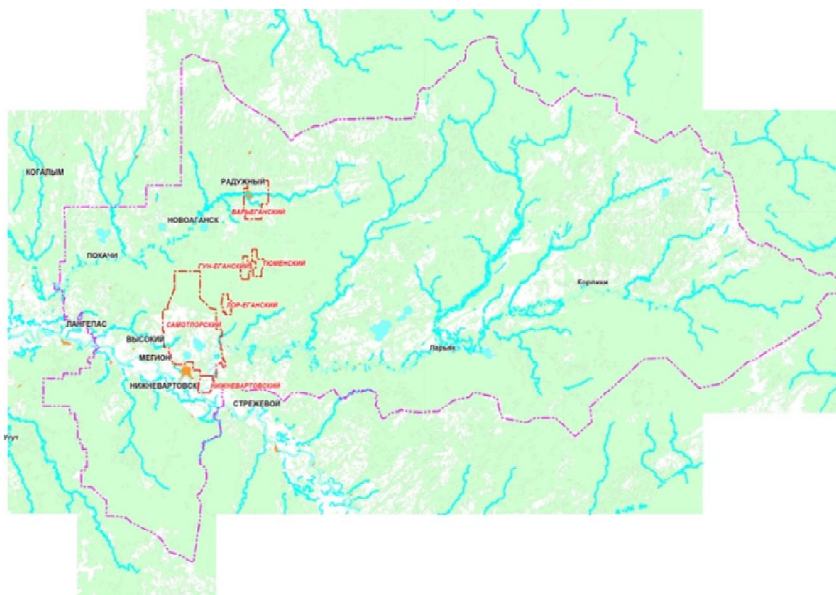


Рис. 11. Схема расположения лицензионных участков

Определение географических координат площадок отбора проб осуществлялось прибором системы спутникового позиционирования GPS (Garmin XL 12).

Отбор проб снежного покрова производился в соответствии с РД 52.04.186-89. Оценка снежного покрова обследуемой территории проводилась в соответствии с существующими нормативно-методическими документами:

— «Методическими рекомендациями по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» 5174-90;

— «Руководством по контролю загрязнения атмосферы» РД 52.04.186-89.

В таблице 5 представлен перечень компонентов физико-химического состава снежного покрова, определенных в отобранных пробах, и методик, использованных при проведении физико-химического анализа.

Исследование загрязнения снежного покрова на селитебной территории г.Нижевартовска автором проводилось внутри микрорайонов и на интенсивно загруженных автомагистралях города.

Таблица 5

Перечень определяемых веществ, ГОСТов, РД и методик, применяемых при физико-химическом анализе снежного покрова

Определяемые физико-химические показатели	Нормативный документ	Диапазон определения
Аммоний	ПНД Ф 14.1.1-95	0,05–4,00 мг/дм ³
Фенол	ПНД Ф 14.1:2.105-97	1,0–30,0 мг/дм ³
рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	1–14 ед. рН
Удельная электропроводность	РД 52.24.495-2005	2–500 мкСм/см
Хлориды	ФР.1.31.2002.00599	0,1–100 мг/дм ³
Нитраты	ФР.1.31.2002.00599	0,1–20,0 мг/дм ³
Сульфаты	ФР.1.31.2002.00599	0,1–100 мг/дм ³
Нефтепродукты	ПНД Ф 14.1:2.4.168-2000	0,02–200 мг/дм ³
Ртуть	ПНД Ф 14.1:2.4.160-2000	0,01–2000 мг/дм ³
Железо общее	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98	0,01–25,0 мг/дм ³
Марганец	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98	0,01–20,0 мг/дм ³
Цинк	М-МВИ-80-2001	0,02–1000 мг/дм ³
Свинец	М-МВИ-80-2001	0,01–15,0 мг/дм ³
Хром	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98	0,1–100 мг/дм ³
Никель	ПНД Ф 14.1:2.4.139-98	0,01–2000 мг/дм ³

В качестве фонового участка был выбран стационар «Церковная грива», располагающийся в лесном ландшафте, где антропогенное воздействие минимально. На территории г. Нижневартовска были отобраны 23 пробы (рис. 12).



Рис. 12. Схема расположения точек отбора проб снежного покрова на территории г.Нижневартовска

Гравиметрический метод направлен на определение массы и процентного содержания какого-либо элемента или химического соединения, находящегося в испытуемой пробе. Анализ проб согласно этому методу проводят в следующем порядке: 1) отбор

средней пробы и подготовка ее к анализу; 2) взятие навески; 3) выбор осадителя и осаждение определяемого элемента; 4) фильтрование; 5) промывание осадка; 6) высушивание и прокаливание осадка; 7) взвешивание; 8) вычисление результатов анализа.

Методом инверсионной вольтамперометрии измерялась массовая концентрация кадмия, свинца, цинка и меди в исследуемой пробе талой снеговой воды. При этом выполняют следующие основные операции: регистрация вольтамперограмм раствора «холостой» пробы; регистрация вольтамперограмм раствора анализируемой пробы воды; регистрация вольтамперограмм раствора пробы воды с добавлениями соответствующих рабочих растворов (аттестованных смесей). Лабораторные исследования проводились в аккредитованном испытательном лабораторном центре НГГУ (сертификат № РОСС RU.0001.21 ЭЛ 99).

Титриметрический (объемный) метод заключается в измерении объемов как определяемого вещества, так и реагента, используемого при данном определении. Методы титриметрического анализа разделяют на 4 группы:

— методы кислотно-основного титрования, в основу которых положены реакции нейтрализации;

— методы осаждения, определяющие элемент, который, взаимодействуя с титрованным раствором, может осаждаться в виде малорастворимого соединения;

— методы окисления-восстановления, основанные на окислительно-восстановительных реакциях, которые протекают между искомым веществом и веществом рабочего раствора;

— методы комплексообразования, которые определяют катионы и анионы, обладающие способностью образовывать малодиссоциированные комплексные ионы.

Колометрия — это метод абсорбционного анализа. При использовании этого метода исследуемый раствор сравнивают с набором стандартных растворов, которые должны быть свежеприготовленными и отличаться друг от друга не менее чем на 10—15%.

2.3. Статистические методы исследования снежного покрова

Данные, полученные в результате собственных полевых исследований, по толщине, плотности, снегозапасу, содержанию в снежном покрове загрязняющих веществ, фондовые материалы, опубликованные сведения метеостанций Нижневартовского района автором обрабатывались статистическими методами в программе Microsoft Office Excel 2003. *Статистические методы* — совокупность количественных методов сбора, обработки и анализа массовых исходных данных, когда специально отбираются, группируются и обрабатываются различные количественные данные.

Первичная статистическая обработка заключалась в определении необходимого числа элементарных математических статистик, характеризующих выборочное распределение данных: выборочное среднее и выборочная дисперсия.

Среднее выборочное ($\bar{x}_в$) вычислялось по формуле:

$$\bar{x}_в = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где x_i — значение исследуемого показателя, n — объем выборки.

Мерой рассеивания данных является оценка дисперсии (S^2) и среднего квадратического отклонения (S), вычисляемые по формулам:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_в)^2}{n - 1}, \quad S = \sqrt{S^2},$$

где x_i — числовое значение показателя, n — их количество (если $n > 30$, то в знаменателе вместо $n - 1$ будет только n), $\bar{x}_в$ — среднее выборочное значений показателя.

Вторичная статистическая обработка (сравнение средних, дисперсии, корреляционный анализ) проводилась для обработки полученных данных по толщине снежного покрова, чтобы определить статистические закономерности, скрытые в первичных экспериментальных данных.

Корреляционный анализ — метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов (корреляции) между переменными. При этом сравниваются коэффициенты корреляции между одной парой или множеством пар признаков для установления между ними статистических взаимосвязей. Цель корреляционного анализа — обеспечить получение некоторой информации об одной переменной с помощью другой переменной.

Результаты полевых исследований получили выражение на картографическом материале. *Картографический метод исследования* — метод научного исследования, в котором карта выступает как модель изучаемого объекта и промежуточное звено между объектом и исследователем (Плохих, 2008). С помощью карт были изучены морфометрические и статистические показатели снежного покрова, исследованы динамика и развитие снежной толщи, проведена оценка экологического состояния территории по качественному составу снежного покрова. Наиболее эффективно применение картографического метода исследования в комплексе с дистанционными методами (Дильмурадов, 1983).

Снежный покров характеризуется сезонной изменчивостью, большой площадью распространения, что обуславливает необходимость привлечения космической информации для его изучения. Автором для исследования влияния нефтегазопромысловых участков на состояние снежного покрова применялись космические снимки Quick Bird, Landsat-7.

Космическая съемка открыла возможность одновременной фиксации на значительных территориях границ распространения снежного покрова, а также изучения его динамики. Обе характеристики являются основными для оперативного картографирования снежной толщи, необходимого прежде всего в целях гидрологических прогнозов, и эффективными для климатологического анализа (Книжников, 2004). В частности, для выявления водозапаса в снежном покрове хорошие перспективы имеет съемка в микроволновом диапазоне. Дополнительные возможности при гидрологическом прогнозировании открывает использование многозональных снимков.

Метод ГИС-технологий. В последние десятилетия в областях науки и практической деятельности, связанных с задачами

анализа, накоплением и обработкой информации для установления закономерностей территориального упорядочения объектов, процессов, явлений на земной поверхности, большое внимание уделяется геоинформационным технологиям и создаваемым на их основе географическим информационным системам (ГИС).

С помощью ГИС-технологий (программной среды MapInfo) была построена серия карт, отображающих состояние снежного покрова и содержание тяжелых металлов на исследуемой территории. При обработке и создании графических и картографических материалов использовался инструментарий ГИС-пакета MapInfo v8.5, ArcView GIS 3.2, программа растровой графики Adobe Photoshop v8.0 CS.

ГЛАВА 3. ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

3.1. Пространство и время в жизненном цикле снежного покрова

Геопространство — форма существования географических объектов и явлений в пределах географической оболочки (Гальцов, 1988). Время — форма последовательной смены состояний объектов и процессов (Пространство и время, 2000). Поскольку снежный покров — «периодическая» система, время и пространство для него являются неотъемлемыми характеристиками, которые проявляются в его жизненном цикле, а именно в продолжительности устойчивого снежного покрова, датах его установления и схода.

В Нижневартовском районе снежный покров наблюдается в течение 6—7 месяцев в году, поэтому их условно можно назвать «снежным пространством». В данный период времени происходят «перестройки» компонентов окружающей природной среды (биосферы, педосферы, гидросферы, атмосферы) и самого человека, адаптация к «снежному пространству».

Время существования снежного покрова носит у разных авторов разные названия: нивально-гляциальный (Ревякин, 1977) и холодно-снежный период (Рутковская и др., 1977). Различия в названии связаны с рельефом территории, где проводились исследования снежного покрова. Нивально-гляциальный период характерен для горных районов, холодно-снежный — для равнинных территорий. Поскольку в нашей работе рассмотрена равнинная территория, то и время существования снежного покрова будем называть холодно-снежным периодом.

Жизненный цикл — совокупность фаз развития снежного покрова в течение холодно-снежного периода времени. Это один из главных показателей динамики снежной толщи, который отражает условия, влияющие на изменение как внешних характеристик снежного покрова — морфологии, стратиграфии, так и внутренних — физико-химических свойств.

Существует несколько подходов при выделении фаз в жизненном цикле снежной толщи. В качестве основного критерия В.С.Ревякиным (Ревякин, 1977) определены процессы динамики и трансформации снежной толщи. Согласно ему, жизненный цикл снежного покрова подразделяется на следующие фазы (*Приложение 1*, табл. I): осенние временные снежные покровы (предзимье) → интенсивное накопление (ранняя зима) → трансформация снежной толщи (морозная зима) → уплотнение снежной толщи (поздняя зима) → снеготаяние → сход снежного покрова (послезимье).

По мнению Н.В.Рутковской (Рутковская, 1979), сезонная ритмика ландшафтов определяется изменениями в режиме тепла и влаги и соотношениями между ними в течение года. Она выделяет в жизненном цикле существования снежного покрова пять фаз холодно-снежного периода и одну фазу теплого (весеннего) периода: предзимье → умеренно морозная зима → значительно морозная зима → предвесенье → снеготаяние → послезимье.

На основе фенологических наблюдений, сведений о ритмике природных явлений и практической жизни народов ханты, манси, селькупов Ю.И.Гордеев (*От морозов до...*, 2000) выделяет следующие фазы в жизненном цикле снежного покрова: глубокая осень (или предзимье) → умеренная зима → морозная зима → глухозимье → послезимье → предвесенье → снеготай.

Анализ перечисленных работ и личный вклад автора позволил выделить следующие фазы жизненного цикла снежного покрова (*Приложение 2*, табл. II): временный снежный покров → интенсивное снегонакопление (аккумуляция) → трансформация и уплотнение снежной толщи → снеготаяние → сход снежного покрова.

Каждая фаза характеризуется определенными параметрами и процессами: среднесуточной температурой воздуха, толщиной, водозапасаем и метаморфизмом снежного покрова. Автором (Мухаметдинова (Кузнецова), 2009), по данным Нижневартовской метеостанции за период 2007—2009 гг., построена таблица 6, где отображены фазы и соответствующая им среднесуточная температура и толщина снежного покрова.

Анализируя таблицу, можно сделать следующий вывод: наиболее низким температурам соответствует наибольшая толщина снежного покрова.

Фазы снежного покрова и их характеристики

Фаза	Наименование фазы	Усредненные даты	Среднесуточная температура воздуха, °С	Толщина снежного покрова, см
I фаза	Временный снежный покров	20.10—20.11	–8,3	0—10
II фаза	Фаза интенсивного снегонакопления (аккумуляции)	21.11—20.01	–11,5	11—60
III фаза	Трансформация и уплотнение снежной толщи	21.01—20.03	–17,0	61—75
IV фаза	Снеготаяние	21.03—21.04	–4,4	74—11
V фаза	Сход снежного покрова	22.04—17.05	3,9	10—0

Вышеизложенное позволяет автору утверждать, что снежный покров является системой, развивающейся в пространстве и времени и, как и любая другая система, проходящей в своем развитии несколько периодов:

1. период зарождения (формирования);
2. период эволюционирования (трансформации);
3. период разрушения (снеготаяния).

Периоды существования снежной толщи формируют ее жизненный цикл.

Снежный покров наблюдается на всей территории России, но его характеристики, свойства изменяются «от места к месту». Это зависит от факторов распределения снежного покрова.

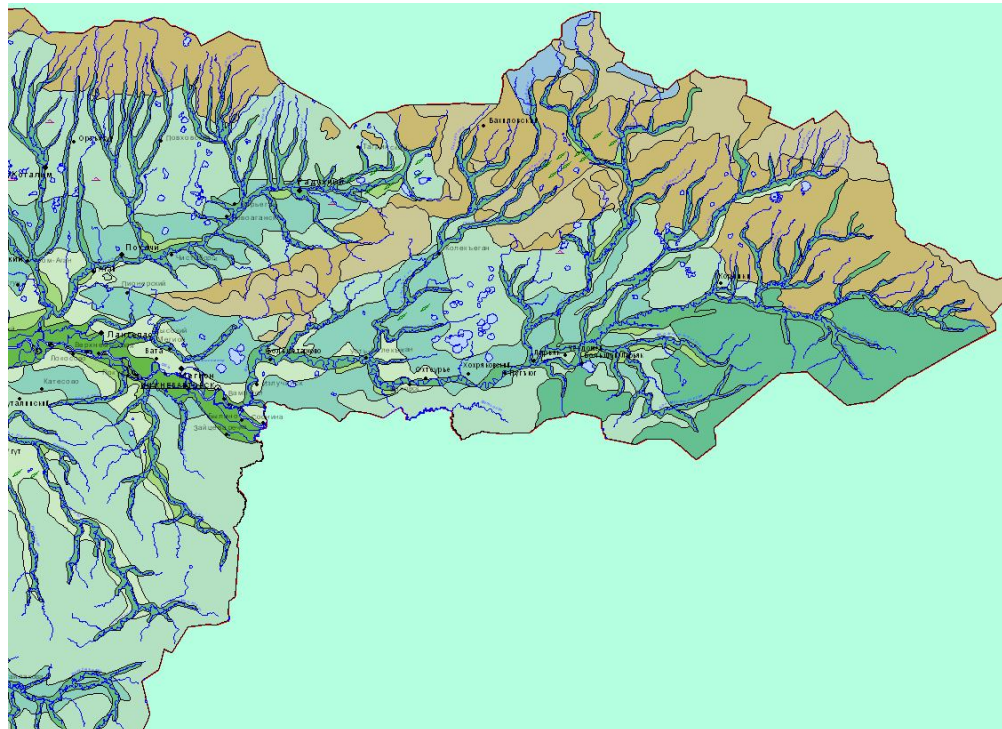
Факторы распределения снежного покрова подразделяются на главные — географическая широта и долгота места исследования, солнечная радиация, осадки и второстепенные — рельеф, температура воздуха, направление и скорость ветра, растительность (Мухаметдинова (Кузнецова), 2007).

3.2. Геоморфологические факторы распределения снежного покрова

Представление о дифференцированном рельефе исследованной территории сформированы А.А.Земцовым, Л.К.Зяtkовой, В.Т.Трофимовым, И.Л.Кузиным, С.Е.Коркиным (Земцов, 1976, 1988; Зяtkова, 1979; Трофимов, 1980; Кузин, 2002; Коркин, 2009) и др. В этих исследованиях отмечается, что современный рельеф района сложился под действием тектонических и экзогенных факторов — морской абразии и аккумуляции, ледниковой деятельности, флювиальных процессов, мерзлотных и других явлений.

Центральную часть района занимает плоская болотно-озерная Среднеобская низменность со средними абсолютными отметками высот 35—55 м, на которой возвышается Аганский Увал — холмисто-увалистый расчлененный водораздел рек Аган и Вах, достигающий абсолютной отметки 156 м (Рельеф., 1988). В северо-восточной части находится пологоувалистая хорошо дренированная Верхнетазовская возвышенность (максимальная абсолютная отметка — 217 м), в юго-восточной и восточной частях — плоская и пологоволнистая Кетско-Тымская равнина (максимальная абсолютная отметка — 158 м).

При первом рассмотрении на территории района различаются следующие геоморфологические ярусы рельефа (рис. 13): пойма р.Обь и поймы рек-притоков, первая, вторая и нерасчлененные третья и четвертая террасы, водораздельные равнины. Пойма Оби — плоская, с гривами, сегментно-островная, ширина поймы 18—20 км. Первая терраса тянется вдоль р.Обь хорошо выраженной полосой; у рек-притоков встречается в нижнем и среднем течении; поверхность террасы плоская или слабо бугристая, заболочена. Вторая терраса морфологически четко выражена в рельефе, прослеживается вдоль Оби, заходит по долинам крупных рек — Вах, Колекъеган, Сабун, Куынигол; плоская, значительно заболочена. Нерасчлененные третья и четвертая террасы имеют плоскую, сильно заболоченную и заозеренную поверхность; абсолютные высоты изменяются от 70 до 110 м.



РАВНИНЫ И ТЕРРАСЫ	
Аллювиально-ледниковые (флювио- и гляциальные)	
<i>Аллювиально- и аллювиально-озерные</i>	
	Пойма крупных рек. Н = 5 - 7 м.
	Первая надпойменная терраса. Аллювиальная. Н = 8 - 15 м.
	Вторая надпойменная терраса. Аллювиальная. Н = 15 - 25 м.
	Третья надпойменная терраса. Аллювиальная. Н = 30 - 45 м.
	Нерасчлененный или опущенный террасный долин
Озерно-аллювиальная	
	Озерно-аллювиальные равнины (верхняя надпойменная терраса) Н = 50 - 70 м.
	Озерно-аллювиальные равнины. Н = 80 - 100 м.
	Озерно-аллювиальные равнины. Н = 90 - 110 м.
Аллювиально-денудационные	
Выжигенные равнины (Н = 150 - 250 м)	
<i>Ледниковые и водноледниковые равнины, измеченные постледниковыми процессами денудации.</i>	
	Плохие, голые-узлыстые в финальные поверхности
	Плохие склывы слабо растительные
	Средне и сильно растительные склывы
Морские и ледово-морские равнины, измеченные постледниковыми процессами денудации.	
	Плохие, голые-узлыстые в финальные поверхности
	Плохие склывы слабо растительные

Рис. 13. Геоморфологическая карта (Васильчук Ю.К.; Атлас ХМАО, 2005)

Согласно материалам наблюдений О.А.Дроздова (Будыко, Дроздов, 1958; Мишон, 1988) над осадками 2000 гидрометеорологических станций, на каждые 100 м повышения местности количество осадков в среднем увеличивается на 50 мм. Этот вывод подтверждается данными, приведенными в таблице 7.

Таблица 7

**Некоторые показатели толщины снежного покрова
в районе исследования (в см)**

Метеостанция	Высота, м	Средняя толщина снежного покрова, см	Максимальная толщина снежного покрова, см	Минимальная толщина снежного покрова, см
Ларьяк	55	54	81	21
Варьеган	63	68	90	44
Корлики	80	78	123	50

Увеличение количества осадков с высотой местности обусловлено адиабатическим изменением состояния атмосферы. Подъем воздуха на ветроударных склонах возвышенностей сопровождается понижением его температуры, конденсацией водяных паров и выпадением обильных осадков, в том числе твердых.

Основными отрицательными формами рельефа, к которым в холодно-снежный период приурочена большая толщина снежного покрова, являются долины небольших рек, озерные котловины.

Морфометрия. Режим снежного покрова нельзя рассматривать вне связи с рельефом. Наряду с высотой местности необходимо учитывать углы наклона и экспозиции склонов при характеристике распределения снежного покрова.

На изучаемой территории широко распространены поверхности, практически не имеющие наклона (до 0,5°). Они занимают около половины площади района. Несколько более благоприятные по условиям дренирования пространства с углами наклона 0,5—1,5°, которые также имеют большое распространение в пределах равнинного рельефа. Такие горизонтальные низкие поверхности в условиях малых уклонов, с большими запасами воды в виде снега, с близким залеганием грунтовых вод, как правило, сильно заболочены и труднодоступны для освоения.

Более крутые склоны (круче 6°) приурочены главным образом к речным долинам, где они протягиваются сравнительно узкими (до 1 км) полосами. На таких склонах в северной части округа развиваются процессы солифлюкции, а на южных — эрозии.

Снежные скопления, концентрируя большие запасы воды, обладают важным свойством — относительно медленной отдачей этих запасов. Таяние снега в сугробах, особенно на лесных опушках, запаздывает по сравнению с таянием на открытых участках на 10—20 дней. Такая растянутость сроков таяния снежного покрова обуславливает уменьшение интенсивности весеннего паводка. Движение потоков запоздалого стока по оттаявшей и насыщенной влагой почве опасно в эрозионном отношении (Коркин, 2008). Особенно интенсивно протекают процессы эрозии в тех случаях, когда потоки, питаемые сугробами, расположенными на склонах северных экспозиций, протекая вдоль дорог, кромок сугробов, поступают на южную оттаявшую часть склона (Холупяк, 1962).

В Нижневартовском районе преобладающими экспозициями склонов являются восточные, северо-западные, северо-восточные, юго-западные и юго-восточные (Васильчук; Атлас ХМАО, 2005). Теневые склоны (от северо-западного до северо-восточного) из-за незначительного солнечного излучения нагреваются медленнее, чем склоны, находящиеся в проекции солнечного света дольше (от юго-западного до юго-восточного), следовательно, снежный покров будет дольше сохраняться на теневых склонах. Кроме того, в зависимости от ориентации склонов несколько меняется направленность и интенсивность процессов передувания снега.

3.3. Климатические факторы формирования снежного покрова

Годовой цикл развития природы районов длительного залегания снежного покрова делится на холодно-снежный и вегетационный периоды (Окишева, 2008). Мы рассматриваем холодно-снежный период. При анализе климатических характеристик в качестве информационной основы использованы опубликованные данные метеостанций Нижневартовского района

(рис. 14) (Научно-прикладной справочник., 1998) и собственные полевые наблюдения за снежным покровом на ключевых участках.

Район исследования расположен в умеренном климатическом поясе. По классификации климатов А.А.Григорьева и М.И.Будыко (Природа, человек, экология., 2007), он относится к влажному климату с умеренно теплым летом и умеренно суровой снежной зимой. Климат характеризуется продолжительной зимой, длительным залеганием снежного покрова (200—210 дней).

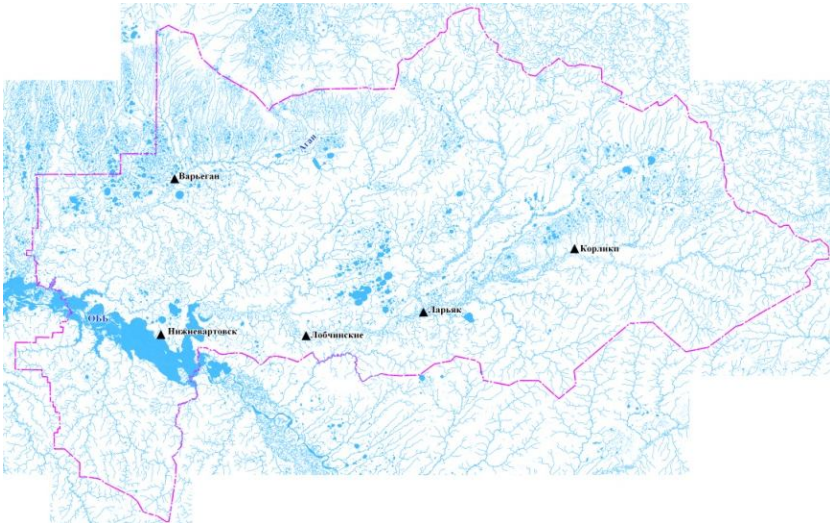


Рис. 14. Схема расположения метеостанций Нижневартовского района

Радиационный режим. На изучаемой территории величина суммарной радиации возрастает с севера на юг от 0,336 до 0,378 МДж в год (Орлова, 1962). Доля прямой и рассеянной солнечной радиации в суммарной имеет годовой ход. Меньше всего поступлений солнечной энергии отмечается в период с ноября по январь, когда суммарная радиация не превышает 0,0042 МДж за месяц. Зимой преобладает рассеянная солнечная радиация. Минимум месячных сумм суммарной приходится на декабрь. Зимой при наличии снежного покрова альbedo поверхности составляет 78—80%. Для годового хода суммарной солнечной радиации

характерно резкое увеличение (в 3 раза) месячных сумм от февраля к марту, что объясняется увеличением высоты солнца, продолжительности дня и уменьшением облачности (Природа, человек, экология., 2007). В марте под действием прямых солнечных лучей начинает стаять и испаряться снег, хотя температура окружающего воздуха низка. В марте-апреле суммарная радиация интенсивно возрастает (почти 2 раза), что вызывается быстрым увеличением высоты солнца над горизонтом, значительным увеличением продолжительности дня и небольшой облачностью. В связи с увеличением суммарной радиации во второй половине марта, наряду с адвекцией теплого воздуха, снег начинает уплотняться. Радиация является важным фактором уплотнения и таяния снежного покрова.

В пределах рассматриваемой территории с октября по май лежит снег, т.е. подстилающая поверхность обладает одинаковыми свойствами значительную часть года. Следовательно, благодаря большой отражательной способности снежного покрова в это время поглощается меньше 30% приходящей суммарной радиации. Весной снег темнеет, и количество поглощенной радиации увеличивается. Осенью в связи с началом установления снежного покрова происходит наиболее интенсивное уменьшение количества поглощенной радиации.

Радиационный баланс почти не изменяется с севера на юг и составляет 0,1 МДж в год. Зимой он имеет отрицательные значения, т.к. приход радиации в это время меньше потерь тепла на излучение. Изменения величины радиационного баланса могут быть в конце осени, когда снежный покров еще неустойчив и почва временами оголяется. При однородной снежной поверхности наибольшее влияние на распределение величины баланса оказывает облачность. В марте радиационный баланс переходит через нуль, а в апреле, когда нарушаются циркуляционные условия, типичные для зимы, он становится положительным. Наибольшее увеличение радиационного баланса приурочено ко времени схода снежного покрова. В октябре, когда устанавливается снежный покров, показатели радиационного баланса становятся отрицательными.

Одной из характеристик радиационного режима является продолжительность солнечного сияния, которая зависит от географической широты (длины дня), облачности и рельефа. Она позволяет

судить о световых ресурсах территории. Продолжительность солнечного сияния определяется главным образом астрономическими факторами и режимом облачности, некоторое уменьшение ее наблюдается также из-за большого загрязнения воздуха в промышленных городах и в районах интенсивной нефтегазодобычи при сжигании попутного нефтяного газа на факелах.

Средняя годовая продолжительность солнечного сияния в пределах района изменяется севера на юг от 1600 до 1800 ч. Наибольшее количество часов солнечного сияния (табл. 8) отмечается в июле (299 ч), наименьшее — в декабре (26 ч). Весной число часов солнечного сияния в 2,5—3 раза больше, чем осенью, что связано с годовым ходом облачности (весной преобладает антициклональный тип погоды). В среднем за год облачность снижает число часов солнечного сияния на 57—60%.

Таблица 8

**Характеристика продолжительности солнечного сияния
(сост. по: Научно-прикладной справочник..., 1998)**

Месяц	Продолжительность, ч	Среднее квадратическое отклонение, ч	Средняя продолжительность за день с солнцем, ч
Январь	44	18	3,2
Февраль	101	31	5,3
Март	167	24	6,4
Апрель	225	38	8,6
Май	248	46	8,9
Июнь	272	51	9,7
Июль	299	48	10,3
Август	201	44	7,2
Сентябрь	120	38	4,8
Октябрь	65	24	3,6
Ноябрь	44	19	3,1
Декабрь	26	16	2,6
Год	1812	162	6,8

Таким образом, снежный покров играет важную роль при распределении солнечной радиации на изучаемой территории.

Облачность. На радиационный баланс существенно влияют степень покрытия неба облаками, их высота и мощность.

Количество облачности в зимнее время невелико (рис. 15).

По направлению к весне оно увеличивается и становится особенно значительным в мае и июне, т.к. для этого времени года характерна погода с ясными ночами и конвективной облачностью днем. Наибольшая степень покрытия неба облаками отмечается в октябре, поскольку осенью преобладают циклоны.

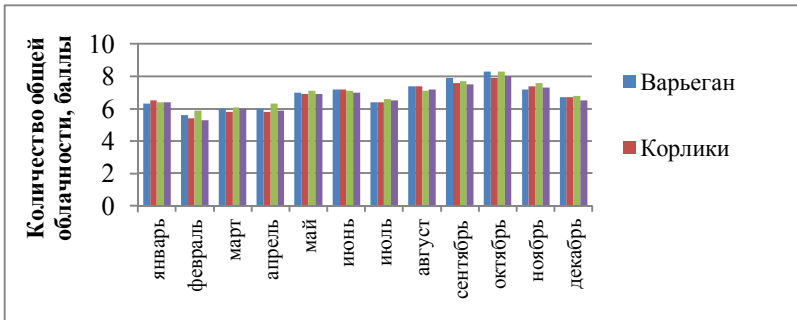


Рис. 15. Среднее количество общей облачности на территории Нижневартовского района

Косвенной характеристикой условий освещенности служит число дней без солнца, когда солнечные лучи не достигают поверхности земли из-за облачности или тумана. В Нижневартовском районе число пасмурных дней по общей облачности варьирует (рис. 16) с 7 дней в феврале до 20 дней в октябре.

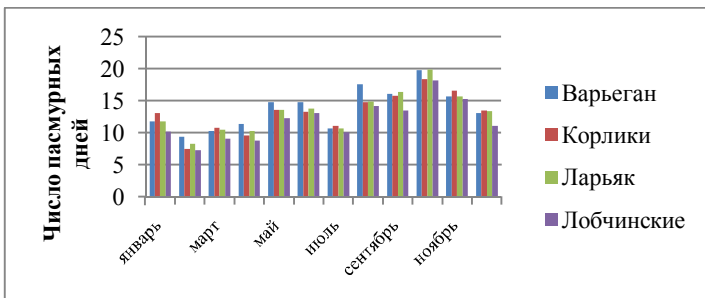


Рис. 16. Среднее число пасмурных дней по общей облачности

В годовом ходе числа пасмурных дней по общей облачности отмечается два максимума: в октябре и в мае, и один минимум в феврале. Наибольшее число пасмурных дней в году зарегистрировано на севере района в Варьегане — 192 дня, наименьшее на юге в Лобчинских — 143 дня.

Годовой ход числа ясных дней противоположен годовому ходу числа пасмурных дней. Наибольшее число ясных дней отмечается с декабря по апрель (рис. 17), наименьшее — с мая по ноябрь. Годовое число ясных дней по нижней облачности изменяется от 109 (Варьеган) до 151 (Ларьяк).

На формирование климата и режима снежного покрова исследуемой территории определяющее влияние оказывает расположение его в центре Евразийского материка, где ощущается влияние и океана, и континента.

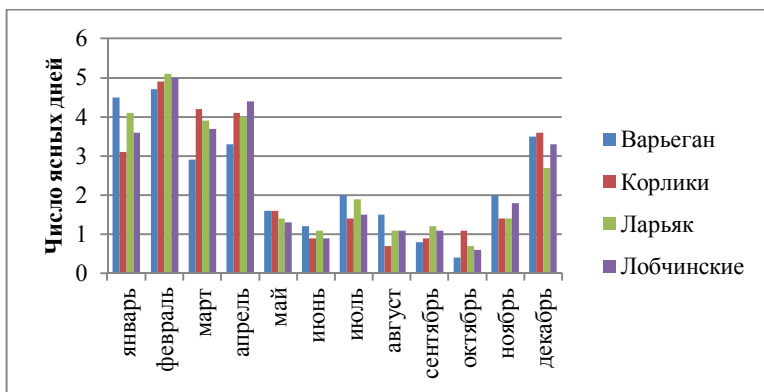


Рис. 17. Среднее число ясных дней по общей облачности

Циркуляционные условия формирования климата района исследования. Циркуляция атмосферы в районе формируется преимущественно под влиянием умеренных и арктических воздушных масс. Арктические воздушные массы, приходящие сюда с Северного Ледовитого океана, отличаются большой сухостью и низкими температурами. Умеренные воздушные массы с Атлантики поступают уже сильно трансформированными.

Внутриконтинентальное расположение проявляется в большой повторяемости антициклональной погоды, в интенсивной трансформации воздушных масс летом и зимой. В то же время западный перенос, преобладающий в умеренных широтах, определяет величину осадков, в том числе холодно-снежного периода. Взаимодействие этих факторов выражается в быстрой смене циклонов и антициклонов, приводящей к очень большой изменчивости погоды и сильным ветрам, что отражается в форме микрорельефа снежной поверхности. Изучаемая территория располагается в северной половине Западной Сибири, где находится один из центров наибольшей междусуточной изменчивости температуры (Орлова, 1962), что проявляется во внутрифазовой цикличности формирования снежного покрова.

В холодное время года взаимодействие Исландской депрессии над северными районами Западной Сибири с Азиатским антициклоном обуславливает преобладание западного, юго-западного переноса сухих и холодных воздушных масс в средней тропосфере. В результате в районе устанавливается ясная и морозная погода. Резкие похолодания связаны также с выносом арктических и умеренных континентальных воздушных масс из Восточной Сибири. В зимнее время над Западной Сибирью атлантический поток проходит в направлении с юго-запада на северо-восток. К северу от этого потока, где находится изучаемый район, наблюдается образование циклонических серий на арктическом фронте, смещающихся в восточном направлении. С этими депрессиями связаны принос тепла и влаги с Атлантического океана, выпадающей в виде снега, а значит, влияющей на формирование снежного покрова.

К концу зимы Азиатский антициклон ослабевает, снижается активность Исландской депрессии, вследствие чего циклоническая деятельность на севере Западной Сибири также становится менее интенсивной. Межширотные термические градиенты увеличиваются и усиливается меридиональный перенос воздушных масс (Рутковская, Окишева, 1966).

Температуры всех воздушных масс, участвующих в циркуляции воздуха, по мере приближения к зиме падают. В октябре происходит переход среднесуточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем и установление снежного покрова.

Ветер. Ветровые условия Нижневартовского района усложняют картину распределения снежного покрова. При анализе закономерностей в распределении снежного покрова необходимо учитывать как планетарные, так и региональные местные особенности в характере его залегания.

В годовом режиме ветра достаточно отчетливо проявляется тенденция к муссонной циркуляции: зимой ветер дует с охлажденного материка на Северный Ледовитый океан, летом — с океана на материк. На исследуемой территории в течение года преобладают ветры юго-западной составляющей (рис. 18).

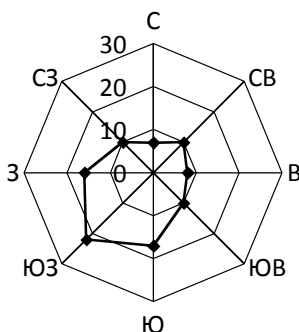


Рис. 18. Среднемноголетняя повторяемость направлений ветра, %

Зимой повторяемость господствующих южных и юго-западных ветров составляет по всей территории 50—65%, в мае она падает до 16—25%. С июня по август преобладают северные ветры. На направление ветра, кроме динамических причин, оказывают влияние и высотные условия. Неровности рельефа вызывают отклонение в направлении ветра. Изменение или усиление этого направления особенно заметно в долинах рек. В долине реки Обь преобладающий ветер зависит от направления долины.

Средняя скорость ветра составляет 3 м/с. Небольшие среднегодовые скорости ветра отмечаются в Ларьяке — 3,5 м/с, наименьшие — в Лобчинских — 2,5 м/с. Для годового хода скорости ветра (рис. 19) характерно уменьшение ее летом (июль–август) и в середине зимы (декабрь–февраль), увеличение — весной (апрель–май) и осенью (октябрь).

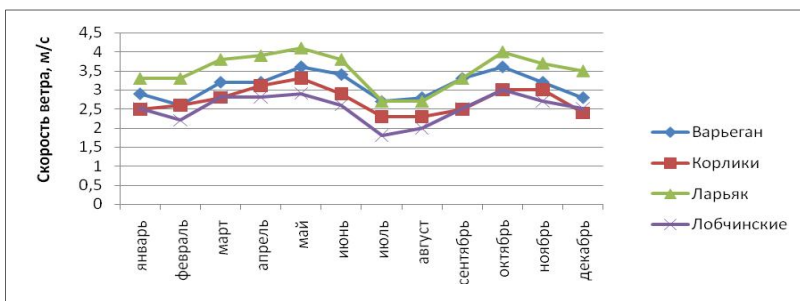


Рис. 19. Скорость ветра

На территории Нижневартовского района преобладают ветры со скоростью менее или равной 8 м/с (от 30 дней в Лобчинских до 69 дней в Ларьяке). В годовом ходе числа дней с такой скоростью ветра (рис. 20) отмечается два максимума: в марте–апреле и в октябре, что объясняется усилением циклонической деятельности в октябре, а в весенние месяцы вследствие начавшегося прогревания поверхности, и два минимума: в феврале и июле–августе.

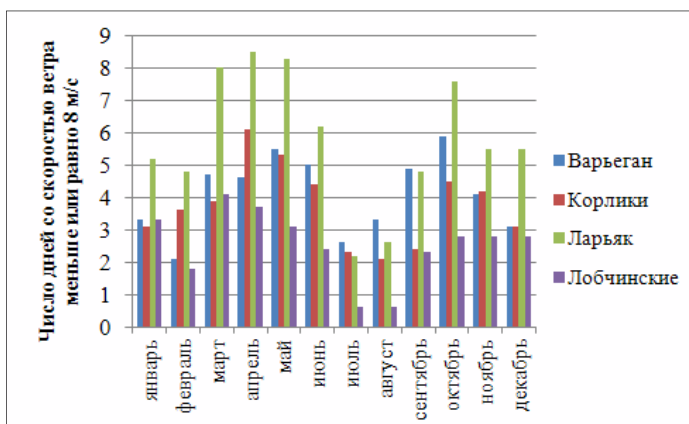


Рис. 20. Число дней со скоростью ветра меньше и равной 8 м/с

Число дней со скоростью ветра меньше и равной 15 м/с по территории района изменяется от 3 до 9. Наибольшее число дней с ветром преобладает в Ларьяке, который расположен в долине двух рек — Вах и Сабун.

Особый интерес представляют скорости ветра в холодно-снежный период года, т.к. скорость ветра во взаимодействии с ландшафтом определяет характер местного залегания снежного покрова и оказывает значительное влияние на его плотность.

В Западной Сибири метелевая деятельность наблюдается главным образом при поднятии к северу южных полярно-фронтальных циклонов и регенерации их на арктическом фронте. Метели наблюдаются во все месяцы холодно-снежного периода и по всей территории.

Наибольшее число дней с метелью отмечается в январе (7 дней), наименьшее — в октябре (3 дня) (рис. 21).

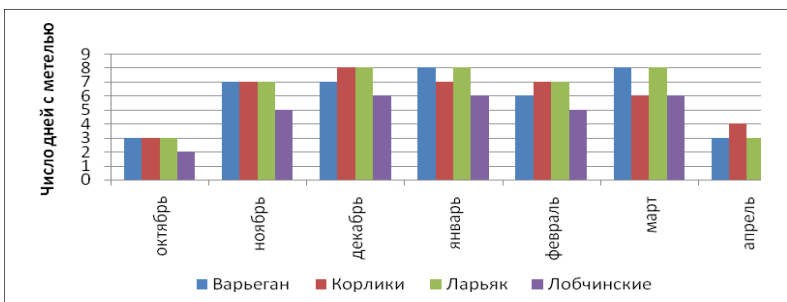


Рис. 21. Среднее число дней с метелью в холодно-снежный период

В течение холодно-снежного периода продолжительность метелей в п.Ларьяк (рис. 22) достигает максимального количества часов в январе, минимального — в апреле.

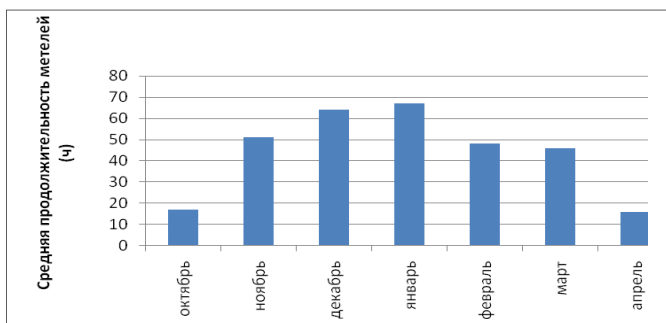


Рис. 22. Средняя продолжительность метелей (ч)

Сильные ветры сдувают снег с повышенных открытых мест в понижения и залесенные участки. Сильные ветры не только перераспределяют снег, но и уплотняют его. Плотность снега тем больше, чем больше скорость ветра, поэтому на изучаемой территории наибольшей она будет в районе речных долин, т.е. в Ларьяке.

По данным метеостанций, в весеннее время года скорость ветра больше, чем осенью. Влияние сильных ветров весной на снежном покрове сказывается очень сильно в дни с низкой относительной влажностью воздуха, способствующей его быстрому испарению.

Термический режим. Для района исследований характерны два типа годового распределения температурного режима: летний с равномерным и умеренным прогреванием и зимний с сильным и равномерным охлаждением. Переход от одного типа к другому совершается в апреле и октябре. Снежный покров при таком температурном режиме является явлением сезонным, но очень длительным, т.к. холодно-снежный период длится 6—7 месяцев.

Среднегодовые значения температуры воздуха являются отрицательными. Они изменяются от $-3,1^{\circ}\text{C}$ на юге района до $-4,5^{\circ}\text{C}$ на востоке (рис. 23). Семь месяцев (январь, февраль, март, апрель, октябрь, ноябрь, декабрь) в году имеют отрицательную температуру воздуха.

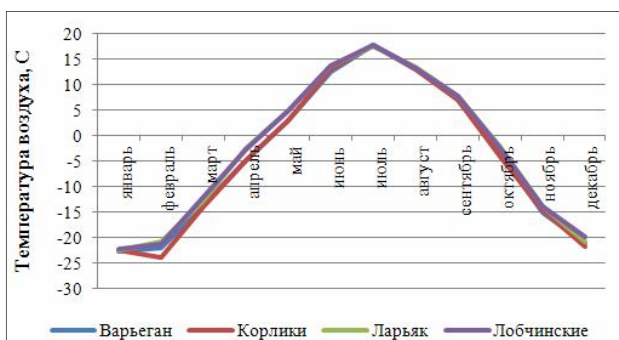


Рис. 23. Годовой ход температуры

Морозный период в Нижневартовском районе почти в три раза продолжительнее безморозного (рис. 24).

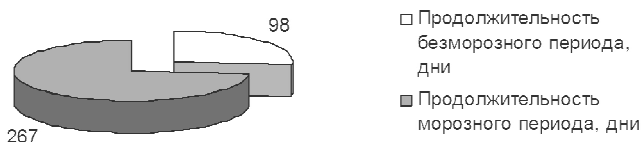


Рис. 24. Продолжительность безморозного и морозного периодов в Нижневартовском районе

Средняя температура холодного-снежного периода везде низкая от $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и изменяется в том же направлении, что и среднегодовая температура воздуха. Холодно-снежный период характеризуется значительной межсуточной изменчивостью температуры воздуха, средняя величина которой составляет $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Самые низкие среднемесячные температуры отмечаются в январе (Варьеган, Ларьяк, Лобчинские и Нижневартовск) и феврале (Корлики). Абсолютный минимум отмечается на севере района в январе в Варьегане ($-60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Изотермы в январе идут с северо-запада на юго-восток. Их направление определяется формой якутского центра холода. Разница в температуре января между севером и югом района составляет $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Через север территории проходит изотерма $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$, а через юг $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вследствие увеличения длины дня и высоты солнца над горизонтом температуры от января к февралю несколько увеличиваются и только на востоке понижаются. Это связано с тем, что арктические вторжения с Карского моря и Таймырского полуострова имеют большую силу и бывают здесь чаще, чем теплые вторжения с юга.

Рост температуры от февраля к марту значительный и составляет в среднем $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура марта на севере района $-13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, на юге $-12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. В апреле якутский полюс холода ликвидируется, распределение изотерм приближается к широтному направлению. Но температуры сохраняются отрицательными. Они вырастают по сравнению с мартом на $8\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$. В этом же месяце происходит переход к положительным значениям температуры (табл. 9).

Таблица 9

**Даты перехода температур воздуха через 0 °С осенью и весной
(составлена автором по данным Нижневартовской авиационной
метеорологической станции)**

Год	Даты перехода температур через 0°	
	весна	осень
1996	16.04	16.10
1997	28.03	13.10
1998	29.04	28.09
1999	04.04	25.09
2000	11.04	16.10
2001	08.04	09.10
2002	21.04	08.10
2003	17.04	06.10
2004	02.05	13.10
2005	17.04	20.10
2006	21.04	04.10
2007	04.04	21.10
2008	21.04	12.10
2009	20.04	19.10

В мае вся территория имеет уже положительные температуры воздуха. На севере изучаемого района проходит изотерма +3 °С, на юге +5 °С. Рост температуры от апреля к маю составляет от 6,5 до 8 °С, в конце этого месяца на юге территории возможны последние заморозки (табл. 10).

Таблица 10

**Даты последнего и первого заморозков (составлена автором по:
Научно-прикладной справочник..., 1998)**

Станция	Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя
Варьеган	02.06	20.05	21.06	12.09	29.08	29.09
Корлики	11.06	29.05	29.06	30.08	09.08	20.09
Ларьяк	28.05	12.05	09.06	17.09	21.08	06.10
Лобчинские	31.05	19.05	14.06	10.09	23.08	02.10

Средняя температура июня на севере — 12,6 °С, на юге — 13,6 °С. Но заморозки нередки до середины июня на севере и востоке района. Самый теплый месяц на изучаемой территории — июль,

его средняя температура составляет 17,7 °С. В отдельные годы в июле температура достигает своего максимума в 36—37 °С. Средняя температура августа ниже июльской на 5 °С и равна июньской — 13,2 °С. Средняя продолжительность периода с положительной температурой воздуха изменяется от 79 (Корлики) до 111 суток (Ларьяк) (рис. 25).

От августа к сентябрю температура уменьшается на 5—6 °С. В период с конца августа до середины сентября возможны первые заморозки. Переход к отрицательным значениям продолжается в среднем с 8 октября на севере района до 16 октября на юге.

Средняя месячная температура октября имеет отрицательные значения. В первой декаде октября наблюдается появление первого снега, а в третьей — переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С и образование устойчивого снежного покрова. Изотермы октября вытянуты с северо-запада на юго-восток, на севере их значение равно –3 °С, на юге –1 °С.

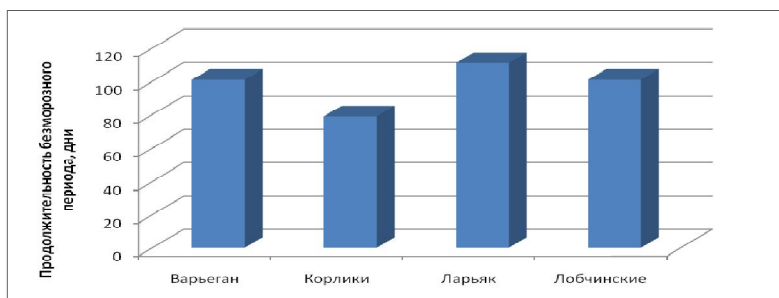


Рис. 25. Продолжительность безморозного периода

В середине-конце октября начинаются устойчивые морозы, в конце октября на севере территории и в первой декаде ноября на остальной территории средняя суточная температура переходит через –10 °С, с середины ноября — через –15 °С. Средняя температура декабря на большей части округа ниже –19...–20 °С.

Сравнивая температуры осени и весны, следует отметить, что последняя холоднее первой. Средняя температура весны: от –5 °С до –3,3 °С на севере, –4,3 °С на юге, осени: –3,8 °С на севере и –2,8 °С на юге. Это объясняется тем, что весной большое

количество тепла тратится на снеготаяние, а также особенностями циркуляции атмосферы над Западной Сибирью, более частыми и интенсивными арктическими вторжениями весной по сравнению с осенью.

Влажность воздуха и осадки. Относительная влажность воздуха в течение года изменяется от 61% до 84%. Наибольшая относительная влажность воздуха отмечается в конце осени (октябрь–ноябрь). Начиная с февраля, происходит понижение влажности, наиболее интенсивное (до 5—7%) — от марта к апрелю, самая низкая относительная влажность отмечается в весенне-летнее время (рис. 26). В мае в 13 ч она составляет 50—65%.

Низкая относительная влажность воздуха весной в совокупности с сильными ветрами на исследуемой территории способствует быстрому испарению снега. Высокая относительная влажность воздуха (80% и более) в 13 ч на территории округа отмечается в течение 100—140 дней, в основном в холодное время года.

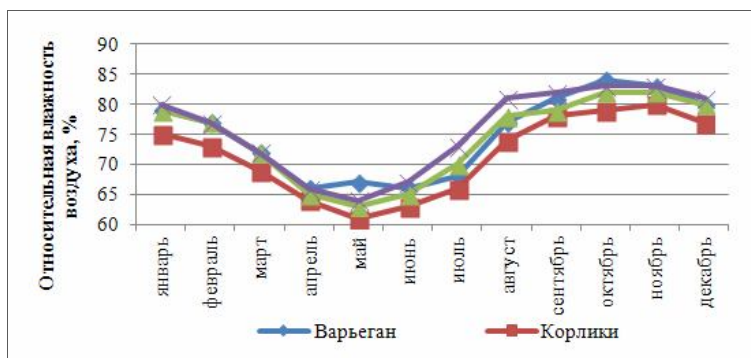


Рис. 26. Относительная влажность воздуха на территории Нижневартовского района

Увлажнение территории почти целиком зависит от влаги, приносимой атлантическими воздушными массами. Годовой ход осадков относится к континентальному типу. Максимальное за год количество осадков выпадает в июле — августе (82—92 мм). В холодный период выпадает около 20% их годовой суммы. Большая часть осадков выпадает в первые зимние месяцы.

Циклоническая деятельность в холодно-снежный период года на изучаемой территории становится интенсивнее, здесь в это время проходит в среднем 11 циклонов. Наименьшее количество осадков получает юго-восточная часть района. Эта территория очерчена изогией в 150 мм. Более 200 мм осадков получает юго-западная часть территории в бассейне рек Обь, Аган и Кульеган, что объясняется поступлением влаги сюда как с «ныряющими» циклонами с северо-запада, так и с южными циклонами.

На большинстве станций минимум осадков приходится на февраль: на севере — 18 мм, на юге — 21 мм. На большей части территории от марта к апрелю происходит рост осадков.

Основное уменьшение осадков в холодно-снежный период происходит от октября к ноябрю на 12—15 мм. От декабря к январю наблюдается меньшее снижение осадков — на 3 мм.

Из анализа рисунка 27 следует, что наиболее влажным месяцем за холодно-снежный период года является октябрь, когда выпадает от 49 до 60 мм осадков.

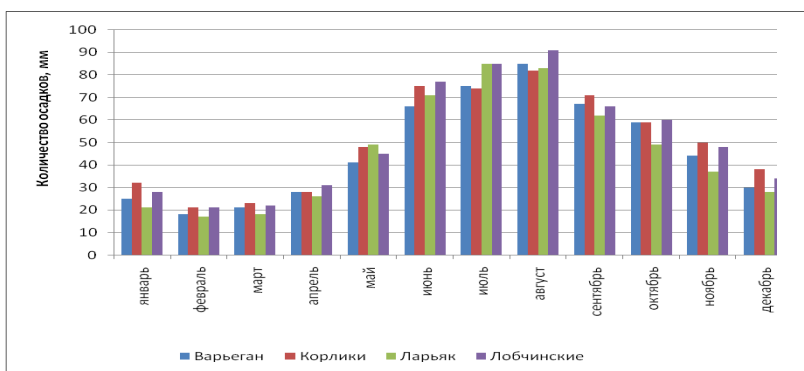


Рис. 27. Количество осадков на территории Нижневартовского района

В силу того, что циркуляционные условия первой половины холодно-снежного периода более благоприятны для выпадения осадков и воздушные массы имеют большую влажность, первые месяцы периода получают от 70,8 до 74,8 % осадков (табл. 11), в течение которых происходит наиболее быстрый рост снежного покрова.

Характеристика осадков холодно-снежного периода года

Станция	Количество твердых осадков в холодно-снежного периода (октябрь–апрель), мм	Процент твердых осадков от общегодового	Количество твердых осадков первой половины холодно-снежного периода (октябрь–январь), мм	Процент осадков первой половины холодно-снежного периода от общей суммы твердых осадков
Варьеган	173	30,9	124	71,7
Корлики	220	36,6	156	70,9
Ларьяк	151	27,6	107	70,8
Лобчинские	179	29,4	134	74,8

Средняя продолжительность снегопадов в день для Западной Сибири составляет 14—16 ч (Василенко и др., 1985). Многолетнее число дней за год со снегопадами интенсивностью 20 и более мм в сутки на исследуемой территории изменяется от 0,01 и менее согласно А.Л.Шныпаркову (2005).

Таким образом, осадки холодно-снежного периода представляют базу для формирования снежного покрова в Нижневартовском районе. Они обеспечивают его высоту от 54 до 78 см. Основная часть осадков холодно-снежного периода выпадает в первую его половину, в это время наиболее интенсивно идет рост толщины снежного покрова.

3.4. Временная и территориальная изменчивость снежного покрова

Район исследования относится к территориям с устойчивым ежегодно образующимся снежным покровом различной продолжительности залегания. Под устойчивым снежным покровом понимают покров, который держится не менее одного месяца с перерывами, не превышающими трех дней. На всей изучаемой территории первый снежный покров образуется в октябре.

Снегонакопление начинается осенью с даты устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 0 °С к отрицательным

значениям и может заканчиваться значительно позднее установления положительных среднесуточных температур воздуха весной, когда уже началось снеготаяние (Трясцын, 2000).

Рост снежного покрова продолжается до третьей декады марта, когда его толщина достигает 69—83 см. В первую декаду апреля снежный покров значительно уплотняется, а затем начинает таять (Мухаметдинова (Кузнецова), 2007).

Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в первой декаде мая, а окончательный сход — во второй декаде мая. В таблице 12 приведены даты появления и схода, образования и разрушения снежного покрова. На севере района на 4 дня раньше образуется и на 12 дней позже разрушается снежный покров по сравнению с югом. Сход снежного покрова не совпадает с переходом среднесуточной температуры через 0 °С, он запаздывает примерно на 30 дней. Сход снежного покрова ближе к дате перехода через 5 °С (Орлова, 1962).

Таблица 12

**Даты появления, образования, разрушения
и схода снежного покрова**

Станция	Дата появления снежного покрова			Дата образования			Дата разрушения			Дата схода снежного покрова		
				устойчивого снежного покрова								
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя
Варьеган	04.10	19.09	22.10	17.10	01.10	05.11	06.05	20.04	23.05	15.05	22.04	03.06
Корлики	02.10	18.09	20.10	14.10	01.10	28.10	09.05	22.04	22.05	18.05	22.04	03.06
Ларьяк	05.10	05.09	28.10	21.10	30.09	08.11	30.04	06.04	22.05	15.05	17.04	16.06
Лобчинские	06.10	22.09	29.10	18.10	01.10	07.11	02.05	15.04	17.05	14.05	24.04	07.06

Солнечная радиация, проникающая в толщу снежного покрова, может вызвать в некоторых его слоях таяние, которое называют радиационным, или объемным, и относят к радиационному типу снеготаяния. Оно всегда имеет избирательный характер из-за неравномерного распределения примесей, сильно поглощающих лучистую энергию. Радиационное таяние охватывает верхние слои снега толщиной 20—40 см. Снеготаяние может быть также обусловлено теплом, поступающим с дождевыми осадками, выпадающими на поверхность снежного покрова. Талая вода движется вниз под действием капиллярных и гравитационных сил. В верхней части вертикального профиля снежного покрова при этом образуется горизонт вытаивания-вымывания, где вода имеет некоторый избыток тепла и продолжает плавить лед. Температура тающего слоя снега в таком горизонте нередко выше 0,2—0,3 °С. В нижней части профиля существует горизонт вымывания-намерзания, где запас холода расходуется на замерзание проникающей талой воды. Между этими горизонтами расположен горизонт равновесия с нейтральным балансом. В горизонте вытаивания происходит сглаживание структурных различий, размывание корок, а в горизонте намерзания процесс снеготаяния становится обратимым, проявляется первичная тонкая слоистость, образуются корки, происходит структурная дифференциация. Только при полном протаивании толщи снежного покрова вся она превращается в горизонт вытаивания, начинается водоотдача снежного покрова.

За начало снеготаяния принимается момент установления в снежной толще нулевой температуры, после чего затраты поступающего тепла идут уже не на нагревание, а на таяние снега. Момент с начала снеготаяния может быть также определен по уравнению теплового баланса снежного покрова из условия равенства между суммой накопленного тепла и количеством тепла, необходимого для прогревания толщи снега до 0 °С. Период от начала таяния до полного схода снежного покрова считается продолжительностью снеготаяния.

Число дней со снежным покровом велико (рис. 28): от 201 дня (на юге) до 215 дней (на севере).



Рис. 28. Число дней со снежным покровом на территории Нижневартовского района

Толщина снежного покрова играет значимую роль в жизни животных, растений и человека: оказывает влияние на распределение подснежных убежищ птиц и грызунов, передвижение млекопитающих (Новиков, 1981), строительство зимников. Глубина промерзания почвогрунтов находится в тесной зависимости от толщины и плотности снежного покрова. Чем больше толщина снега, тем больше и его водоудерживающая способность. От данного параметра снежного покрова зависит режим ледяного покрова на реках и озерах. Толщина снежного покрова — слой снега, накопленный на поверхности земли за определенный промежуток времени. Она изменяется в зависимости от природно-территориальных (ландшафтных) комплексов, от крутизны и формы микрорельефа, характера растительности и подстилающей поверхности.

Наибольшей величины толщина снежного покрова достигает в марте, иногда в феврале и апреле — 88—100 см (табл. 13). Это объясняется распределением зимних осадков и особенностями циркуляции холодно-снежного периода.

Среднее значение толщины снега в районе исследования составляет 63 см (*Приложение 3*, рис. I).

Различие в характере циркуляционных условий первого (октябрь–декабрь) и второго (январь–апрель) периодов зимы приводит к тому, что основное накопление снега происходит в начале зимы. За этот период снежный покров достигает 60% наибольшей толщины. От количества снега, выпавшего за этот период, в значительной мере зависит температурный режим почвы в зимнее время и степень увлажнения почвы весной (Орлова, 1962). Толщины 30 см, которая уже может защитить растения от вымерзания, снежный покров достигает на всей территории района к концу ноября (рис. 29). Нарастание толщины снежного покрова идет довольно равномерно в течение всей зимы.

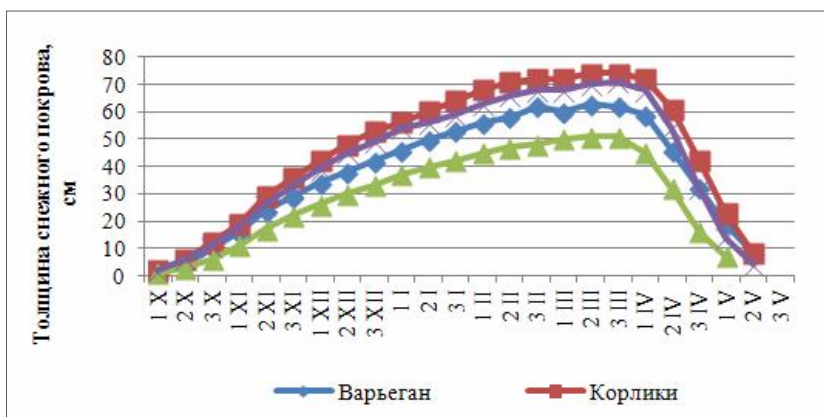


Рис. 29. Средняя декадная толщина снежного покрова (сост. автором по: Научно-прикладной справочник, 1998)

Таблица 13

Средняя толщина снежного покрова (в см) за холодно-снежный период (н/д — нет данных)

Месяц	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	Средние значения
Октябрь	2,2	5	6,6	4,3	1,4	10,8	0,7	4,1	5,7	2	10,2	1	3,3	4,4
Ноябрь	9,05	20,1	18,6	8,9	9,3	21,8	18	23,7	23,6	24,3	9	15,9	7,7	16,2
Декабрь	20,7	42,4	46	26	30,3	35,2	31,9	44,1	29,8	30,3	28,2	36,9	31,6	33,3
Январь	33,3	68,2	65,8	48,4	38,1	67	59,7	73,1	49,7	35	57,8	58,1	61	55,0
Февраль	48,9	76,5	74,8	55,1	55,5	88,6	80,8	82,5	60,7	34,9	68,4	66,9	72,9	66,7
Март	59,8	80,3	73,8	64,4	76,5	92,7	92,2	96,7	63,4	42	75,5	88,8	76,1	75,6
Апрель	н/д	87,1	58,1	38,2	55,7	78,5	82,1	100,6	39,8	37,7	33,8	66,6	24	58,5
Май	н/д	32,4	8,2	—	4,1	23,2	10,4	36,4	2	6	—	29,4	—	16,9
Среднее	29,0	51,5	44,0	35,0	33,9	52,2	47,0	57,7	34,3	26,5	40,4	45,5	39,5	41,3

Из анализа толщины снежного покрова за последние 13 лет (табл. 13) следует, что максимальная толщина снежного покрова наблюдалась в апреле 1998 г. — 87,1 см, в феврале 1999 г. — 74,8 см, в апреле 2004 г. — 100,6 см.

За холодно-снежный период 2005/2006 г. отмечается минимальный показатель среднегодовой толщины снежного покрова — 22,9 см, максимальный — 57,7 см в 2003/2004 г., что нашло отражение в максимальном паводке на реке Обь. В 1998, 2003, 2004, 2006 гг. толщина снежного покрова за апрель превышает данный показатель за февраль. Отсутствие снежного покрова в мае 2000, 2007 и 2009 гг. взаимосвязано с положительной или равной 0 °С температурой воздуха в апреле. Графическую модель динамики толщины снежного покрова иллюстрирует рисунок 30 (коэффициент корреляции достоверен и составляет 0,5).

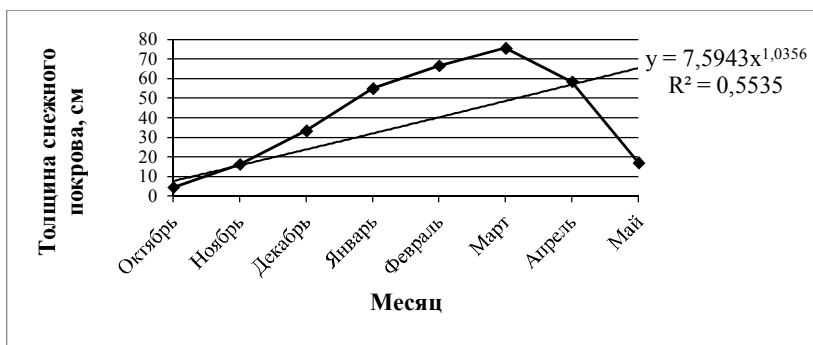


Рис. 30. Графическая модель динамики толщины снежного покрова

Различие толщины снежного покрова на открытом и защищенном месте можно видеть на рисунке 31. Средняя максимальная декадная толщина снежного покрова за зиму составляет 90 см на защищенных участках и около 76 см — на открытых. На открытых участках толщина снежного покрова к концу зимы на 10—15 см меньше, чем на защищенных лесных участках. Это объясняется не только сдуванием снега, но и уплотнением его под действием ветра.

Дальность переноса снежных частиц ветром достигает от нескольких метров до 3-х километров в умеренных широтах

(Василенко и др., 1985). При этом даже на плоской поверхности создаются своеобразные микроформы рельефа.

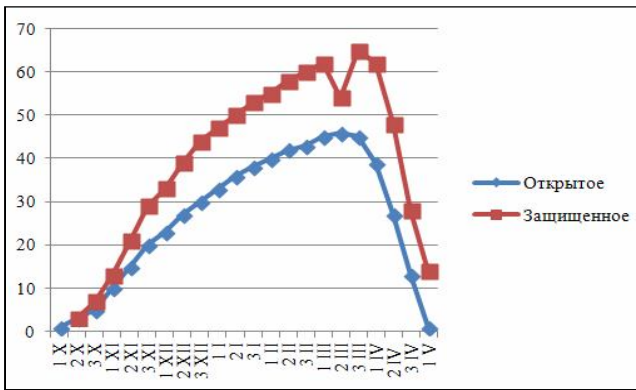




Рис. 31. Средняя декадная толщина снежного покрова в п.Ларьяк

Ветровые формы снежного микрорельефа могут быть аккумулятивными (снежные сугробы, дюны, барханы) и дефляционными (заструги, впадины) (табл. 14). Из-за сноса снега с открытого пространства его толщина существенно возрастает в лесу, оврагах и балках.

В конце зимы под влиянием усилившихся выносов теплых воздушных масс с юга и при усиленном притоке солнечной радиации снежный покров начинает уплотняться и оседать, становится зернистым. Изменения толщины снежного покрова становятся заметными на территории исследования в конце марта — начале апреля. Снег тает в течение дня, а ночью вновь подмерзает и не дает еще существенного стока. Таяние снега идет значительно скорее, чем его накопление.

Плотность снега — это отношение массы снега к его объему. Наличие влаги (воды, водяного пара) существенно увеличивает плотность снега. Плотность тающего снега имеет большое значение для прогноза половодья на реках. Как известно, снежный покров обладает очень малой теплопроводностью, которая меняется в зависимости от его плотности. Чем больше плотность, тем выше теплопроводность снега, поэтому уплотненный снег в меньшей мере предохраняет почву от охлаждения.

Виды форм снежного микро рельефа

Форма снежного микро рельефа	Морфологические особенности	Вид
Гряды, дюны, барханы	Аккумулятивные формы, представляют собой снежные холмики, возникающие возле небольших препятствий (камней, пучков травы, отвалов почвы на поднятой целине, стогов сена). Соединяясь, они образуют цепи холмов, способные передвигаться.	
Снежная рябь	Формируется в результате сортировки снега ветровым потоком и воздействия вихрей.	
Заструги	Дефляционные формы, неподвижные, вытянутые по ветру узкие и твердые снежные гребни длиной до нескольких метров и высотой иногда до 1,5 м (обычно 20—30 см).	

Среднее значение плотности снега на тестовой территории равно $0,25 \text{ г/см}^3$, максимальное — $0,3 \text{ г/см}^3$ — на открытых участках: в поймах рек и на болотах. На эти природные системы поступает больше солнечного излучения, чем на поверхность снежного покрова под пологом леса. Процессы метаморфизма снежного покрова весной здесь начинаются раньше, чем на лесных участках.

Плотность снежного покрова в течение холодно-снежного периода нарастает постепенно, достигая своего максимума в первой декаде мая — 312 кг/м^3 (рис. 32). Динамика увеличения плотности

снежной толщи возрастает в течение апреля до 30 кг/м³ за 10 дней, что объясняется увеличением количества солнечной радиации в этот период.

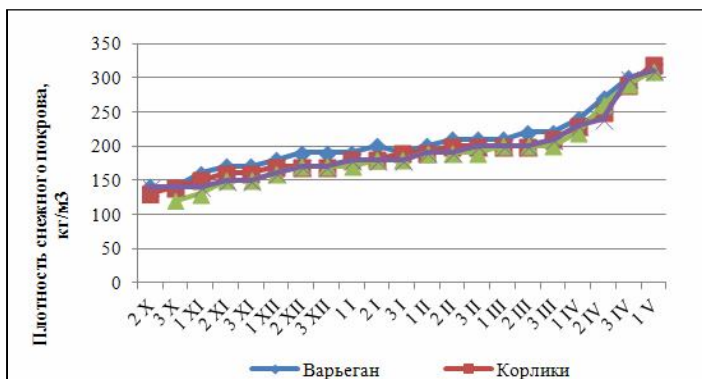


Рис. 32. Плотность снежного покрова

Запас воды в снежном покрове в значительной степени определяет величину весеннего половодья, влагообеспеченность почвы в весенний период и в начале лета, поэтому очень широко используется на практике.

Распределение запасов воды в снежном покрове по Нижневартовскому району изучалось для периода, непосредственно предшествующего весеннему снеготаянию, когда влагозапас достигает максимальных значений (третья декада марта — первая декада апреля за период 2007—2010 гг.). Распределение влагозапасов на исследуемой территории подчиняется общей закономерности увеличения влагозапасов по направлению с юга на север. Максимальные запасы отмечаются в пойме рек, средние значения равны 128 мм.

Величина запасов воды в снежном покрове увеличивается в течение всего холодно-снежного периода, достигая своего максимума в третьей декаде марта (159 мм). Анализируя динамику влагозапаса, можно отметить следующее: с октября по февраль наблюдается его интенсивное увеличение, в течение марта его прирост прекращается, а с начала апреля отмечается его уменьшение. В целом график влагозапасов (рис. 33) соответствует графику толщины снежного покрова.

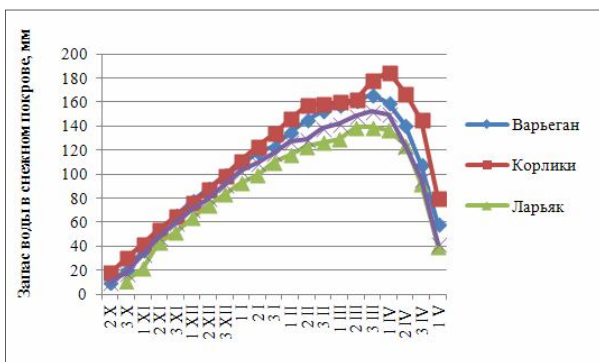


Рис. 33. Запас воды в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады

На влагозапас в снежной толще оказывает влияние конденсация и испарение с поверхности снега. В первой половине зимы над устойчивым снежным покровом преобладает конденсация, затем испарение. Испарения достигают максимума в начальный период таяния. Суммарное испарение в равнинных районах не превышает 26—30 мм (Василенко и др., 1985). На большей части территории разность между испарением и конденсацией за зиму не превышает 10 мм.

3.5. Гидрологические факторы и снежный покров

Следуя классификации Я.И.Марусенко (Марусенко, 1961), реки района можно отнести к таежному типу. Они характеризуются широкими долинами, имеют многочисленные староречья, озера, протоки и острова, с сильно извилистыми руслами и заболоченными поймами. Во время весенних половодий берега подмываются, наблюдаются прорывы меандр, образуются острова-останцы. Берега русла низкие, и во время весеннего половодья поймы затопливаются на значительные расстояния. Грунтовые воды близко подходят к поверхности земли (до 2 м), подтапливают ее и усиливают заболачивание. Годовая сумма осадков в их бассейнах составляет 400—500 мм. Благодаря низким температурам и незначительному испарению район относится к зоне избыточного

увлажнения. Основное питание рек снеговое. Вода в реках относится к карбонатному классу с общей минерализацией около 100 мг/л. Она содержит растительные остатки, железо, аммиак.

Величина среднего многолетнего стока рек района растет с юго-запада на северо-восток от 200 до 300 мм. Весенне-летний сток от среднегодового составляет для рек в бассейне р.Вах 62%, р.Аган — 57%, р.Кульеган — 70%. Вследствие значительной мощности снежного покрова, предохраняющей почву от промерзания, зимний сток сравнительно велик для рек в бассейне р.Вах — 18%, р.Аган — 20%, р.Кульеган — 11%.

Главная водная артерия района — река Обь. Режим ее меняется под влиянием физико-географических условий района: при движении на север увеличивается роль талых вод. Правым притоком Оби является одна из полноводных рек Тюменской области — р.Вах. К ее бассейну принадлежат реки Кулынигол, Сабун, Колекъеган. Аган — левый приток реки Тромъеган, который является правым притоком Оби. Кульеган — река в юго-западной части Нижневартовского района, левый приток р.Обь. Основные характеристики рек представлены в таблице 15.

Таблица 15

**Основные характеристики рек Нижневартовского района
(сост. автором по данным В.А.Лезина, 1999)**

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Средний многолетний расход воды, м ³ /с	Объем годового стока, км ³
Обь	3 650	2 470 000	5 500	173
Вах	964	76 700	665	21
Кулынигол	367	7 390	65	2
Сабун	328	15,7	135	4,3
Колекъеган	457	12,2	105	3,3
Аган	544	32 200	260	8,4
Кульеган	342	6 860	50	1,55

Снежный покров оказывает влияние на характеристики стока рек Нижневартовского района: 1) общий объем стока, 2) интенсивность и продолжительность весеннего паводка, 3) доля весеннего стока в среднегодовом стоке, 4) характер зимнего стока в связи с промерзанием рек, 5) грунтовый сток.

На территории района находится более двух тысяч озер. Самые крупные озера района: Торм-Эмтор (139 км²), Сигтынэмтор (36,8 км²), Эллепугол-Эмтор (37,5 км²), Имнлор (34 км²), Самотлор (61,1 км²), Щучье (31,2 км²) и др. По происхождению котловин подавляющее большинство озер органогенные. Это болотные (внутриболотные) озера и озера. (Лезин и др.; Атлас ХМАО, 2005). Озера различны по форме и размерам: круглые, округлые, овальные, вытянутые. Подавляющее большинство водоемов — озера площадью менее 0,1 км², которые являются частью грядово-озеркового или грядово-мочажинно-озеркового комплексных микроландшафтов. По глубине подавляющее большинство озер очень мелкие (глубины менее 2 м), реже — мелкие (2—5 м). Большинство озер (около 90%) не имеет поверхностного стока, т.е. они считаются бессточными. При отсутствии поверхностных водотоков, вытекающих из озер, сток из внутриболотных водоемов происходит путем фильтрации через торфяные берега.

Для озер от снежного покрова могут зависеть такие характеристики, как толщина льда и скорость его образования. При таянии снежного покрова в водосборном бассейне озера увеличивается сток в него, изменяется температура, прозрачность и химический состав озерной воды.

Приблизительно 50% территории района заболочено; доминируют мочажинно-крупногрядовые и озерно-грядовые болота (Атлас ХМАО, 2005).

Северо-западные участки территории относятся к западно-сибирской лесотундровой области предбореально-бореальных эвтрофно-олиготрофных бугристых кустарничково-мохово-лишайниковых, мохово-лишайниковых и травяно-моховых болот умеренного торфонакопления. Остальная часть территории Нижневартовского района расположена в пределах западно-сибирской таежной области бореально-атлантических выпуклых олиготрофных моховых болот активного заболачивания и интенсивного торфонакопления.

Территория района включает три округа, которые отличаются современными стадиями развития, степенью заболоченности и средней мощностью торфяных отложений.

Вахский округ выделяется неравномерной заболоченностью. Основная масса болот сосредоточена в его юго-западной части,

заболоченность которой составляет 30—50%, местами достигает 70—90%. Здесь преобладают озерково-грядово-мочажинные болота. В северо-восточной части Вахского округа, где заболоченность резко снижается, широко распространены небольшие сосново-кустарничково-сфагновые болота — рямы. Запасы верхового торфа составляют 95% от общих запасов. Средняя мощность отложений торфа — 2,4 м.

Аганский округ приурочен к расчлененной возвышенности Аганский увал. Заболоченность округа не превышает 10%. В пределах округа преобладают сосново-кустарничково-сфагновые и сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые болота (Лисс; Атлас, ХМАО, 2005).

Салымо-Юганский округ, расположенный к югу от широтного течения Оби, характеризуется неравномерной заболоченностью. На севере округа на высоких левобережных террасах Оби заболоченность падает до 10%.

Одним из основных факторов промерзания торфяной залежи является толщина и плотность снежного покрова. При меньшей его толщине глубина промерзания болот увеличивается. Для характеристики торфяной залежи используются такие параметры снежного покрова, как температура поверхности снега и теплопроводность. От нее зависит поступление теплоты в торфяную залежь (Болотные системы Западной Сибири, 2001). Талые снеговые воды участвуют в процессе оттаивания болот, принося с собой потоки тепла. Таким образом, снежный покров оказывает влияние на водный, тепловой режим торфяной залежи.

3.6. Влияние почвенно-растительного покрова на распределение снежного покрова

Сложная история развития обширной территории Нижневартовского района, особенности геоморфологического и гидрологического строения в сочетании с изменениями климатических условий и растительности определили разнообразие типов почв. Это разнообразие объясняется особенностями зональных закономерностей и регионального распределения (Шишов и др., 1997).

Северная и северо-западная части Нижневартовского района, относящиеся к подзоне глееземов и подзолов северной тайги, в литогеоморфологическом отношении в основном сложены песчаными отложениями озерно-аллювиального происхождения. Автоморфные почвы в пределах бассейнов рек Аган и Сабун представлены подзолами иллювиально-гумусовыми, подзолами иллювиально-железистыми языковатыми, подзолами иллювиально-железистыми, торфянисто- и торфяно-подзолами иллювиально-гумусовыми. Автоморфные (автономные) подзолистые почвы приурочены к сильно расчлененным и дренированным приречным участкам. Глееземы, глееземы оподзоленные, глееземы оподзоленные торфянистые формируются в пределах всей равнинной территории Нижневартовского района под слабо заболоченными елово-пихтовыми лесами.

Органогенные гидроморфные почвы подзоны глееземов и подзолов северной тайги являются самыми распространенными на территории Нижневартовского района. Они представлены следующими типами почв: гидроморфные торфяно-подзолы, торфяные верховые почвы грядово-мочажинных и грядово-мочажинно-озерковых болот, торфяные верховые сосново-сфагновых болот, торфяные верховые мерзлотные, торфяные верховые и торфяные низинные.

Подзона светлосземов, подзолистых почв и подзолов средней тайги заполняет всю восточную, частично западную и практически всю южную части территории. Автоморфные почвы территории в основном представлены подзолами иллювиально-гумусовыми. Южная и юго-восточная части подзоны светлосземов, подзолистых почв и подзолов средней тайги имеют суглинистый литологический состав озерно-аллювиального происхождения (Природа, человек, экология..., 2007).

От характера залегания снежного покрова зависят физико-географические процессы зимнего и весеннего периодов (температурный режим и промерзание почвы, накопление влаги). Графическую модель зависимости температуры почвы от толщины снежного покрова иллюстрирует рисунок 34 (коэффициент корреляции достоверен и составляет 0,5).

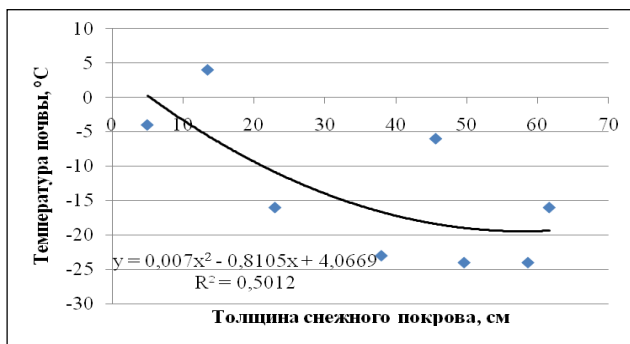


Рис. 34. Зависимость температуры почвы от толщины снежного покрова в Варьегане

Малая теплопроводность снега затрудняет теплообмен между воздухом и почвой и способствует сохранению тепла, накопленного почвой к осени. Таким образом, снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания и тем самым способствует впитыванию талых вод весной, а также защищает зимующие растения от зимних холодов и поглощает азотистые соединения, удобряя тем самым почву.

Район расположен в подзоне средней и частично северной тайги, в составе древостоя преобладают хвойные породы. Лесные массивы в основном приурочены к долинам рек и расчлененным, хорошо дренируемым возвышенностям; высокая степень лесистости — более 50% — свойственна Аганскому Увалу и Вахско-Тымскому междуречью (Атлас ХМАО, 2005). На крайнем севере рассматриваемой территории в подзоне северной тайги произрастают елово-кедровые, местами с лиственницей, зеленомошно-кустарничковые с подлеском из ольховника леса. В подзоне средней тайги преобладают: на Верхнетазовской возвышенности — сосновые с лиственницей лишайниковые леса, местами в сочетании с кустарничково-лишайниково-сфагновыми с сосной и кедром выпуклыми олиготрофными болотами и сосновыми лишайниковыми редколесьями; на Аганском Увале — темнохвойно-березовые и елово-кедровые с лиственницей кустарничково-зеленомошные леса; на Кетско-Тымской равнине — елово-березовые с пихтой и кедром и елово-кедровые с пихтой

мелкотравно-зеленомошные и мелкотравно-кустарничково-зеленомошные леса. Существенно облесена в пределах района Среднеобская низменность; вдоль рек по наиболее дренированным участкам произрастают леса: сосновые с кедром и лиственницей лишайниково-кустарничково-сфагновые (р.Аган), сосновые и березово-сосновые долгомошно-сфагновые и кустарничково-сфагновые (среднее и верхнее течение Ваха), сосновые с кедром зеленомошно-кустарничковые (верхнее течение Колекъегана), березово-сосновые и сосновые кустарничково-зеленомошные (р.Кулынигол).

На левобережье Оби произрастают елово-березовые с пихтой и кедром и березово-осиновые мелкотравно-зеленомошные леса. Значительные площади на территории района занимают вторичные сосново-мелколиственные леса. В пойме Оби широко распространены злаково-осоковые и разнотравно-злаковые луга с ивняками и островами хвойно-мелколиственных лесов.

Характер растительности оказывает влияние на распределение снежного покрова, от породы, возраста и полноты насаждений зависит формирование снежного покрова. Согласно результатам исследований Е.Д.Сабо (1962), сомкнутость крон в сосновых лесах оказывает значительное влияние на ветровой и температурный режимы приземного слоя воздуха, значительно снижая потери влагозапаса на испарение. В еловых лесах увеличение возраста насаждений приводит к уменьшению влагозапаса за счет удерживающей роли крон. В березовых древостоях возраст, бонитет и полнота оказывают слабое влияние на формирование снежного покрова. И в то же время снежный покров определяет характеристики растительного покрова: тип растительности в зависимости от толщины снежного покрова, условия вегетации через поступление с тальми снеговыми водами минеральных веществ, температурный, водный, воздушный режимы.

3.7. Ландшафтные факторы распределения и динамики снежного покрова

Функционирование ландшафтов в холодно-снежный период определяется жизненным циклом и состоянием снежного покрова (рис. 35). Снежный покров выравнивает поверхность земли, заполняя ее неровности. В работах Е.А.Нефедьевой (1960, 1966)

подчеркивается, что снежный покров является одним из важнейших компонентов теплового и водного балансов земной поверхности в холодно-снежный период, следовательно, выступает как ландшафтообразующий фактор.

Ландшафтные факторы в данном исследовании понимаются в широком смысле как структурные процессы и явления окружающей природной среды. К ним автор относит рельеф, климат и растительность, которые в совокупности, образуя ландшафт, создают определенные условия аккумуляции, распределения и динамики снежного покрова.



Период	Состояние селитебных ландшафтов
Холодно-снежный	 <p data-bbox="580 855 773 882">2009 г., Quick Bird</p>
Вегетационный	 <p data-bbox="586 1206 767 1233">2008 г., Landsat-7</p>

Рис. 35. Состояние селитебных ландшафтов района исследования

Для выяснения закономерностей распределения снежного покрова в разных природно-территориальных комплексах Нижневартовско-Приобского ландшафтного района, согласно ландшафтному

районированию В.В.Козина, Н.Н.Москвиной (1998), была составлена таблица по результатам проведенных исследований (табл. 16). В ней отражены параметры снежного покрова: средняя (H_{cp}), максимальная (H_{max}) и минимальная (H_{min}) толщина снежного покрова, среднее квадратическое отклонение толщины снежного покрова (σ), коэффициент вариации (Cv), средняя плотность снежного покрова (ρ), влагозапас (W).

Анализ полученных данных показал, что наибольшая толщина снежного покрова ландшафтного района приходится на надпойменные облесенные террасы и составляет в среднем от 70 до 78 см. Максимальная толщина снежного покрова приходится на приустьевые поймы с ивовыми, ивово-тополевыми, березовыми и березово-осиновыми разнотравными лесами и плоские надпойменные террасы (до 90 см). Минимальные значения толщины снежного покрова отмечены в долинах рек малых порядков и на повышенных поверхностях с сосново-березовыми, зеленомошно-травяным и сосновыми бруснично-мелкотравными лесами (до 40 см).

Плотность снежного покрова на исследуемой территории изменяется от $0,12 \text{ г/см}^3$ на притеррасной пойме с грядово-озерковыми болотами и на дренированных поверхностях второй надпойменной террасы с сосновыми зеленомошными лесами до $0,3 \text{ г/см}^3$ на плоских равнинно-западных болотах надпойменной террасы.

Среднее значение влагозапаса составило 139 мм, наибольшие показатели зарегистрированы на надпойменных террасах (175—177 мм), наименьшие (125 мм) — на притеррасной пойме с редкостойными беломошно-кустарничковыми лесами.

Подводя итог третьей главы, можно установить наличие прямых и обратных связей между факторами формирования снежного покрова: рельефом, климатом, растительностью, ландшафтами и самим снежным покровом. Он оказывает большое влияние на формирующие его факторы, а именно изменение параметров снежного покрова в пространстве определяет микроклиматические показатели территории, половодье, сток и питание рек, развитие форм снежного микрорельефа, растительности, передвижение животных и их кормовую базу, формирование ландшафтных комплексов, функционирование определенных отраслей экономики, в том числе и нефтегазодобывающей промышленности, занимающей лидирующее положение в экономике Нижневартовского района.

Таблица 16

Толщина, плотность и влагозапас снега в ПТК ландшафтных районов по данным автора (2007—2010 гг.)

Тип местности	Н _{ср}	Н _{max}	Н _{min}	σ, см	C _v , %	ρ, г/см ³	W, мм
Нижевартовско-Приобский ландшафтный район <i>Надпойменно-террасовый тип местности</i>							
дренируемые местоположения, занятые хвойными лесами-зеленомошниками на супесчаных подзолистых почвах	70	75	65	5	0,7	0,2	128
плоские террасы с кедровыми и кедрово-сосновыми зеленомошными лесами на языковатых подзолах	77	90	65	9,3	0,1	0,19	143
террасы с грядово-озерково-мочажинными болотами на средних торфах в сочетании с заболоченными сосново-березовыми лесами	61,8	70	55	5,4	0,9	0,29	177
террасы с сосново-кедровыми и примесью березы мшисто-кустарничковыми лесами с маломощными торфяными залежами	56,7	60	53	3,5	0,6	0,3	175
устьевая пойма рек малых и средних порядков со сверхпоемным режимом затопления, плоским рельефом с сырыми суглинистыми отложениями, покрытыми преимущественно осоковыми, реже кустарничковыми лугами на торфяно-иловатых пойменных почвах	65	70	60	7	0,11	0,17	140
долины рек малых порядков, реже средних порядков с сочетанием участков надпойменных террас с сосняками лишайниковыми на иллювиально-железистых подзолах и плоско-волнистых пойм с сосняками зеленомошниками и беломошными лесами	50	60	40	8,16	0,16	0,25	129

Тип местности	Hcp	Hmax	Hmin	σ, см	Cv, %	ρ, г/см ³	W, мм
Нижневартовский ландшафтный район							
<i>Пойменный прирусловой лугово-лесной тип местности</i>							
прирусловая часть с оголенными песчаными гривами и отмелями	77,5	80	75	3,5	0,5	0,2	137
прирусловая наложенная пойма с ивовыми, ивово-тополевыми, березовыми и березово-осиновыми разнотравными лесами с участками разнотравно-мелкозлаковых лугов на слоистых дерновых, слабогумусированных почвах	78,3	90	65	12,5	0,2	0,2	135
прирусловая наложенная пойма с протоками 2-го и 3-го порядков, сочетающая средневысокие гривы с ивняком и разнотравно-злаковым травостоем на слоистых дерновых почвах с межгривными понижениями, занятые канареечничково-осоковым травостоем на суглинистых луговых среднеоглеенных почвах	62,5	70	55	10,6	0,2	0,22	139
прирусловая, реже припроточная с наложенными гривами и валами, затапливаемая в ограниченные сроки пойма с хвойно-мелколиственными травяными и кедрово-пихтово-еловыми зеленомошно-мелкотравными с элементами пойменного разнотравья лесов на дерновых оподзолиных почвах	65,4	68	61	3,6	0,6	0,20	127
<i>Центрально-пойменный лугово-соровый тип местности</i>							
основные поверхности проточно-соровой притеррасной и центральной поймы с осоково-канареечничковыми лугами, местами переходящими в открытые группировки соровой растительности	67,5	70	65	3,5	0,5	0,19	126

Тип местности	Hcp	Hmax	Hmin	σ, см	Cv, %	ρ, г/см³	W, мм
плоские, расчлененные сетью проток и озер, поймы с разнотравно-злаковыми лугами, ивняково-кустарничковыми сообществами в сочетании с осоковыми и канаречниковыми лугами межривных понижений	46,5	50	43	4,9	0,1	0,18	138
<i>Притеррасный лугово-болотный тип местности</i>							
притеррасно заторфовывающаяся пойма с грядово-озерковыми болотами в сочетании с плоско-сфагновыми грядами	63,3	70	60	5,7	0,9	0,13	126
Нижне-Ваховский и Ваховский долинный ландшафтный район <i>Пойменно-таежный тип местности</i>							
повышенные, затапливаемые в ограниченные сроки поймы с сосново-березовыми зеленомошно-травяными и сосновыми бруснично-мелкотравными лесами	45	50	40	7	0,15	0,19	158
притеррасные поймы с чередованием грив, покрытых кедрово-сосновыми мшисто-кустарничковыми лесами на поздолисто-болотных почвах и межривных понижениях с верховыми болотами	62,5	65	60	3,5	0,5	0,2	125
<i>Террасовый тип местности</i>							
дренированные поверхности второй надпойменной террасы с сосновыми зеленомошными лесами	51,7	60	40	10,4	0,2	0,13	126

ГЛАВА 4. СНЕЖНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО РЕГИОНА

Снег, образуясь в атмосфере, при попадании на земную поверхность претерпевает изменения. Изменяется его состав, структура, свойства вследствие изменения микроклиматических показателей, взаимодействия с подстилающей поверхностью, поступления загрязняющих веществ в результате антропогенной деятельности.

Состояние снежного покрова Нижневартовского района обусловлено, прежде всего, спецификой нефтегазодобывающей отрасли, которая составляет основу экономики района. Добычу нефти на изучаемой территории в 2006 г. осуществляли 36 нефтегазодобывающих предприятий, в эксплуатации находится 94 месторождения нефти. Площадь земель, находящихся в пользовании нефтегазодобывающих предприятий, составляет около 0,3% (355,5 км²) от общей площади района.

За период 1996—2006 гг. объем добычи нефти возрос от 65,1 млн. т (1996 г.) до 86,1 млн. т (2006 г.) в год, что составляет более 30% от объемов добычи на территории ХМАО—Югры и около 20% от объемов добычи РФ (О состоянии окружающей среды, 2005, 2008).

4.1. Влияние недропользования на состояние снежного покрова

Нефтегазодобывающая промышленность характеризуется большой землеемкостью, высокой токсичностью применяемых химреактивов, добываемых нефтепродуктов, повышенной взрыво-, пожароопасностью и аварийностью промышленных объектов (Чижов, 1998).

Загрязнение снежного покрова в нефтегазопромысловых районах происходит в результате эксплуатации нефтяных и газовых скважин, сжигания топлива (рис. 36, 37) на прифакельных ГТС, а также вследствие воздействия нефте-, газопроводов и транспортных коммуникаций.

В результате эксплуатации объектов НГП загрязняющие вещества поступают в снежный покров и изменяют процессы снегоотложения, снеготаяния, метаморфизма и морфологии снежной толщи (Приложение 4, табл. III).



Рис. 36. Прифакельная геотехническая система на территории Самотлорского месторождения:

- 1 — факельные установки для сжигания попутного газа,
2 — пироженно-нефтяные бедленды, 3 — периферическая снеговая обваловка (космический снимок Quick Bird, март 2009 г.)

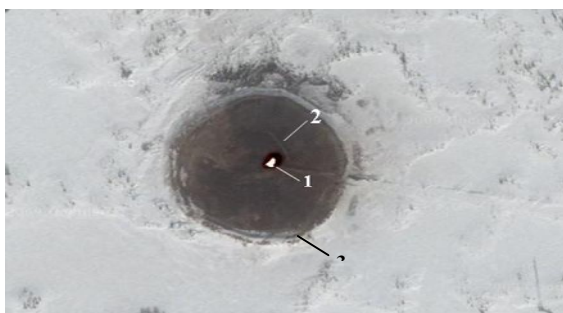


Рис. 37. Прифакельная геотехническая система в акватории оз.Кымыл-Эмтор:

- 1 — факельные установки для сжигания попутного газа,
2 — ареал загрязнения ледового покрова, 3 — периферическая снеговая обваловка (космический снимок Quick Bird, март 2009 г.)

Воздействия нефтяного загрязнения на снежный покров разнообразны и зависят от свойств, морфологии снежного покрова, местных климатических условий, состава нефти, рельефа поверхности, типа ландшафта.

Загрязнителями снежного покрова при строительстве и эксплуатации скважин являются буровые и цементные растворы, химические реагенты и добавки, применяемые для их обработки, нефть, нефтепродукты и буровые отходы. Источниками загрязнения на буровой являются устье скважины, средства механической очистки бурового раствора, рабочие площадки, гидравлические коммуникации, узлы приготовления промывочной жидкости, цементных растворов и химических реагентов для их обработки, насосное хозяйство, склады хранения горюче-смазочных материалов, химических реагентов и бетонитовых порошков (Мухаметдинова (Кузнецова), 2009).

Загрязнения снежного покрова продуктами нефтегазодобывающего комплекса уничтожают местообитания организмов, обитающих в толще снега, загрязняют поверхностные и подземные воды при его таянии, нарушают развитие северных экосистем, которые слабо устойчивы к антропогенному воздействию и не обладают восстановительным потенциалом.

Для оценки влияния нефтедобывающих предприятий на снежный покров нами был проведен анализ концентраций загрязняющих веществ (свинца, марганца, никеля, цинка, хрома, железа общего, нефтепродуктов, хлоридов фенолов, ртути, ионов аммония, нитратов) и величины рН и удельной электрической проводимости (УЭП) в снежной толще на шести лицензионных участках: Самотлорском, Варьеганском, Тюменском, Нижневартовском, Гун-Еганском и Лор-Еганском.

Изменение кислотности. В результате исследования снежного покрова на определение кислотности установлено, что средние показатели рН на лицензионных участках понижаются от 5,5 за 2007 г. до 4,5 за 2009 г. (рис. 38). Максимальное значение водородный показатель имеет на дожимной насосной станции (ДНС)-19, в 300 м от факела с подветренной стороны Самотлорского месторождения в 2009 г., минимальное — 3,7 (в 100 м на север от К-5 Тюменского лицензионного участка в 2009 г.).

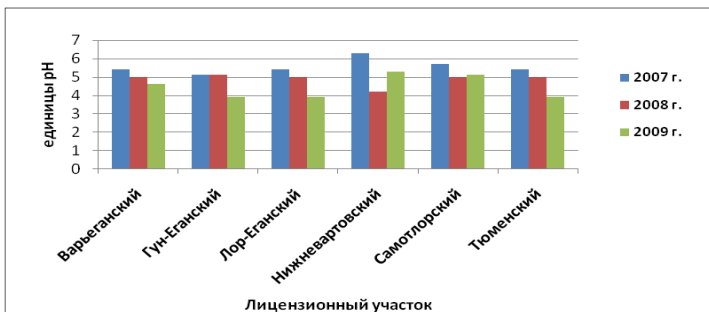


Рис. 38. Средние показатели рН снежного покрова на лицензионных участках

Следовательно, на территориях лицензионных участков отмечается как подкисление осадков вследствие антропогенного влияния (выбросов продуктов сгорания с преобладанием оксидов серы, азота, углерода), так и подщелачивание, что обусловлено влиянием щелочных выбросов (твердых фракций сгоревшего топлива).

Углеводородное загрязнение. Средняя концентрация нефтепродуктов на изучаемых участках (рис. 39) за исследуемый период возросла в 6 раз (от 0,04 мг/дм³ в 2007 г. до 0,24 мг/дм³ в 2009 г.).

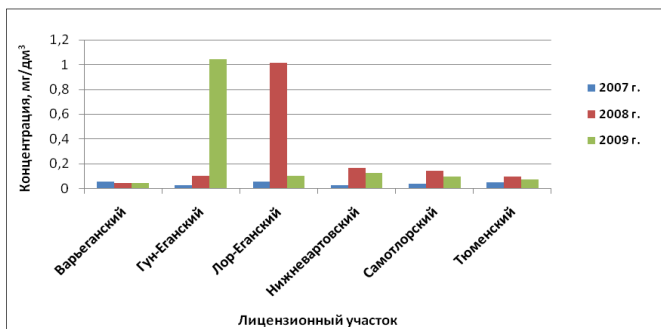


Рис. 39. Средняя концентрация нефтепродуктов на лицензионных участках

Максимальная концентрация (4 мг/дм^3) нефтепродуктов зарегистрирована на территории Гун-Еганского лицензионного участка в 2009 г. в 300 м в северном направлении от факела на ДНС. Загрязнение нефтепродуктами снежного покрова обусловлено различными источниками, такими как нефтепромысловые кусты скважин, внутрипромысловые нефтепроводы, магистральные трубопроводы, при порывах которых образуются наиболее обширные поля загрязнений.

Солевое загрязнение. Концентрация хлоридов и сульфатов на территории северной части России обычно невысока, что связано с биохимическими процессами. Их концентрация повышается при промышленных и хозяйственно-бытовых выбросах и сбросах. Среднюю концентрацию хлоридов иллюстрирует рисунок 40, сульфатов — рисунок 41.

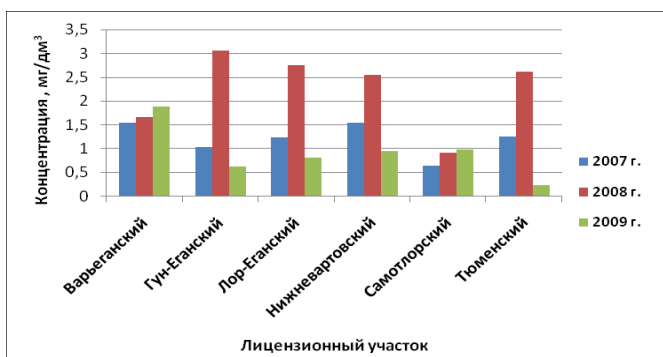


Рис. 40. Средняя концентрация хлоридов на лицензионных участках

На территории лицензионных участков максимальные значения концентрации хлоридов и сульфатов в талой воде зарегистрированы в 2008 г. — $4,69 \text{ мг/дм}^3$ (на Гун-Еганском месторождении, в 200 м в западном направлении от коридора коммуникаций) и $2,85 \text{ мг/дм}^3$ в 2009 г. (на ДНС-4 в 300 м от факела с подветренной стороны Самотлорского месторождения) соответственно.

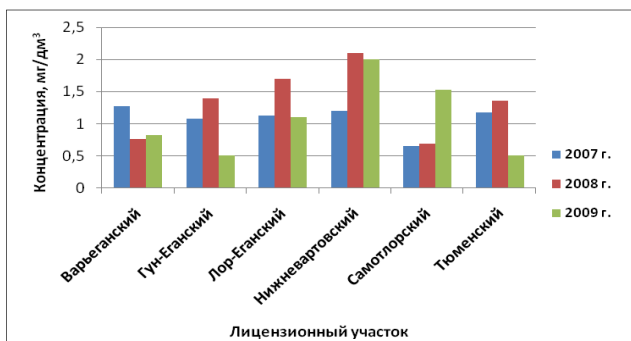


Рис. 41. Средняя концентрация сульфатов на лицензионных участках

Фенолы в естественных условиях образуются в процессе метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих в водной толще и донных отложениях, также в небольших количествах содержатся в почвах лесной зоны.

На графике (рис. 42), отражающем среднюю концентрацию фенола в снежном покрове, видно, что она равна $0,0014 \text{ мг/дм}^3$.

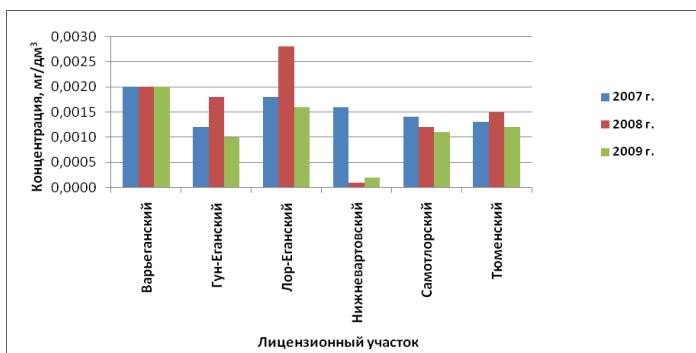


Рис. 42. Средняя концентрация фенола на лицензионных участках

Наибольших концентраций содержание фенола ($0,004 \text{ мг/дм}^3$) достигает в 2008 г. на территории Гун-Еганского (в 100 м на северо-восток от К-14) и Лор-Еганского месторождений (в 300 м в северном направлении от факела на центральном пункте сбора),

наименьших ($0,0001 \text{ мг/дм}^3$) — на территории Нижневартовского лицензионного участка.

В течение рассматриваемого периода в изменении концентрации ионов аммония можно отметить максимальный показатель ($0,54 \text{ мг/дм}^3$) в 2008 г. на Лор-Еганском месторождении (в 300 м в северном направлении от факела на центральном пункте сбора) и минимальный ($0,07 \text{ мг/дм}^3$) в 2009 г. на Самотлорском месторождении. Среднее значение содержания данного вещества уменьшилось в снеговой воде в 2 раза за период 2007—2009 гг. (рис. 43).

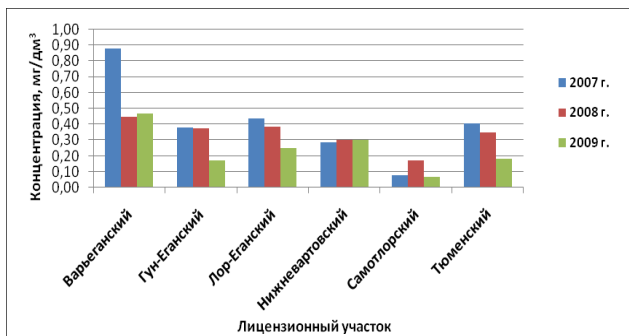


Рис. 43. Средняя концентрация ионов аммония на лицензионных участках

График изменения среднего значения содержания нитратов в образцах талой снеговой воды представлен на рисунке 44.

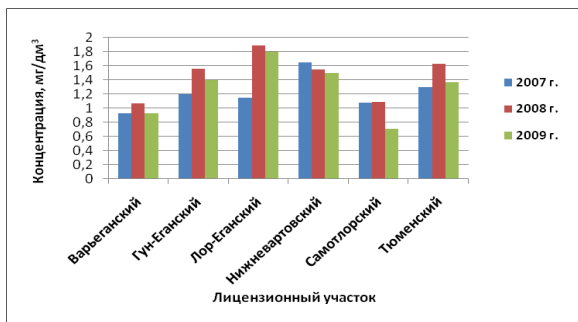


Рис. 44. Средняя концентрация нитратов на лицензионных участках

Согласно рисунку 44, было установлено два максимума концентрации нитратов в 2008 г.: 1,9 мг/дм³ (Лор-Еганский лицензионный участок) и 1,6 мг/дм³ (Тюменский лицензионный участок), минимальное содержание (0,7 мг/дм³) зафиксировано на территории Самотлорского месторождения. На территории Лор-Еганского лицензионного участка в 2009 г. в 200 м на северо-запад от К-4 зафиксирована максимальная концентрация нитратов — 2,2 мг/дм³.

Загрязнение металлами. Особая роль в мониторинге и оценке экологического состояния окружающей среды отводится изучению тяжелых металлов, которые в списке приоритетности занимают одно из ведущих положений. В настоящее время интерес к тяжелым металлам повысился в связи с появлением острых токсичных эффектов, вызванных загрязнением в системе «воздух — вода — почва — растение — человек».

Концентрация железа общего максимальных значений (0,43 мг/дм³) достигает в 2009 г. на территории Варьеганского месторождения в 150 м в северном направлении от факела на ДНС-6. Средний показатель содержания железа в снеговой воде составляет 0,09 мг/дм³ (рис. 45).

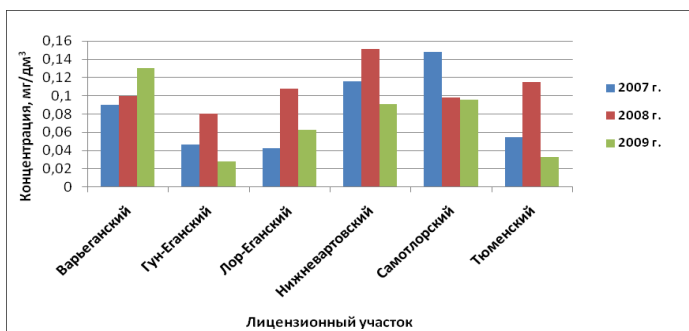


Рис. 45. Средняя концентрация железа общего на лицензионных участках

При рассмотрении динамики содержания марганца (рис. 46) в снежном покрове можно отметить, что она остается постоянной на протяжении всего периода. Средние показатели равны

0,016 мг/дм³. Исключение составляет концентрация марганца на территории Нижневартовского лицензионного участка в 2009 г. (район установки предварительного сброса воды), когда она достигает максимальных значений — 0,1 мг/дм³.

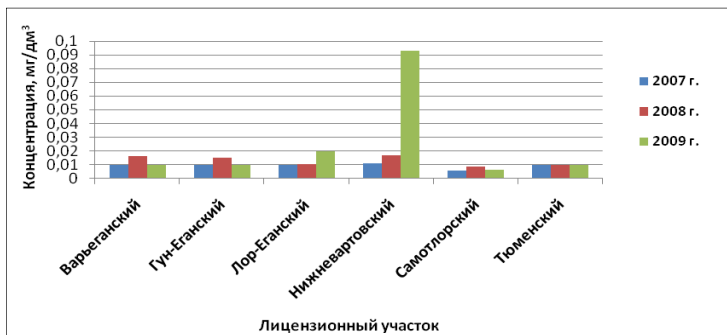


Рис. 46. Средняя концентрация марганца на лицензионных участках

Величины содержания хрома на территории лицензионных участков практически не изменены за рассматриваемый период (рис. 47). Средние значения их равны 0,01 мг/дм³. На Самотлорском лицензионном участке зафиксированы наименьшие концентрации хрома в снеговой воде (0,001 мг/дм³), наибольшие — на Гун-Еганском, Лор-Еганском, Тюменском и Нижневартовском месторождениях (0,02 мг/дм³).

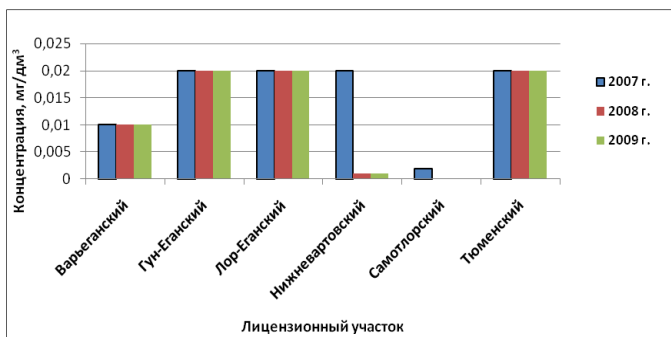


Рис. 47. Средняя концентрация хрома на лицензионных участках

Максимальные загрязнения снега цинком ($0,21 \text{ мг/дм}^3$) приходятся на 2008 г. (территория Тюменского лицензионного участка, в 100 м на север от К-5). Нижневартровский и Варьеганский лицензионные участки (рис. 48) выделяются минимальными показателями по содержанию цинка в талой воде ($0,006 \text{ мг/дм}^3$). $0,033 \text{ мг/дм}^3$ — среднее значение концентрации цинка в снежном покрове на изучаемых территориях.

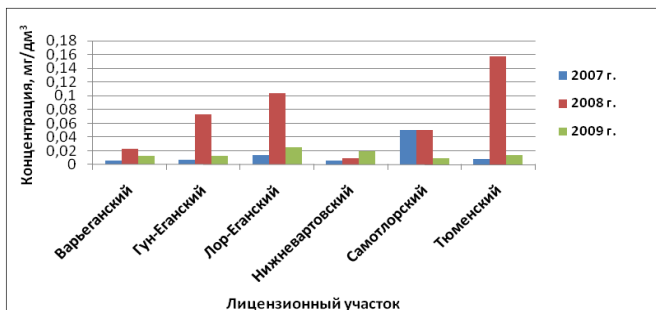


Рис. 48. Средняя концентрация цинка на лицензионных участках

Анализируя содержание свинца в снежном покрове (рис. 49), следует отметить, что наименьшие показатели за исследуемый период зарегистрированы на территории Нижневартовского и Самогторского лицензионных участков ($0,001 \text{ мг/дм}^3$ и $0,005 \text{ мг/дм}^3$), наибольшие ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) — в 2007 г. на всех месторождениях, кроме Самогторского.

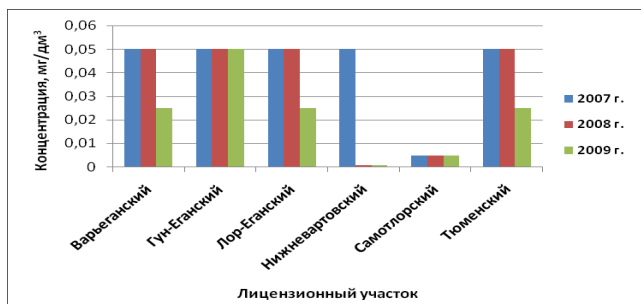


Рис. 49. Средняя концентрация свинца на лицензионных участках

Низкие концентрации никеля ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) в снежном покрове зафиксированы на территории Нижневартовского лицензионного участка за 2007—2009 гг. (рис. 50).

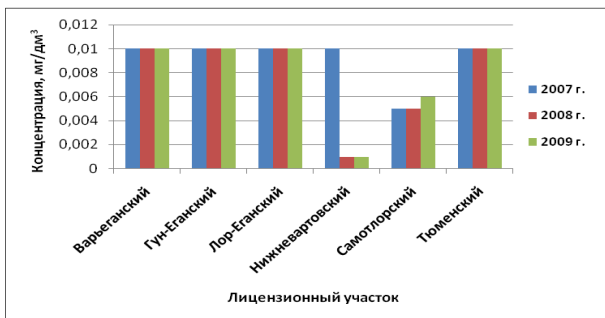


Рис. 50. Средняя концентрация никеля на лицензионных участках

Максимальные показатели содержания никеля в снеговой воде отмечаются в 2009 г. — $0,017 \text{ мг/дм}^3$ на территории Самотлорского месторождения (ДНС-2, в 300 м от факела с подветренной стороны).

Динамика содержания ртути в снежном покрове (рис. 51) позволяет утверждать, что концентрация данного загрязнителя не превышает $0,1 \text{ мкг/дм}^3$ на протяжении всего периода исследований, исключая пробы, отобранные в 2009 г. на территории Варьеганского месторождения в 300 м на север от факела на ДНС-2. На этом участке содержание ртути в исследуемых пробах является максимальным.

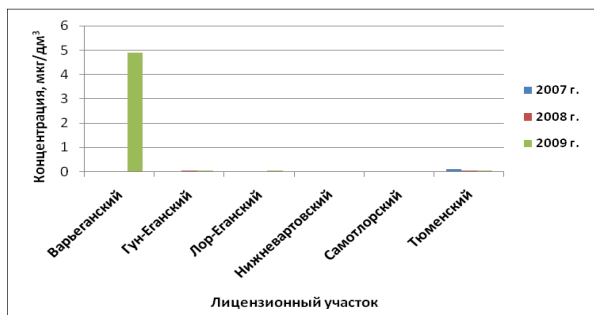


Рис. 51. Средняя концентрация ртути на лицензионных участках

Удельная электропроводность — удобный суммарный индикаторный показатель антропогенного воздействия. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Она изменяется на изучаемых участках следующим образом: средние значения равны 14,4 мкСм/см (рис. 52), наибольшие величины (44 мкСм/см в 300 м на север от факела на дожимной насосной станции № 9) зарегистрированы в 2007 г. на Варьеганском месторождении, наименьшие — в 2007 г. на Самотлорском (6,4 мкСм/см). Нет результатов измерений по данному показателю за 2009 г. по Гун-Еганскому, Лор-Еганскому и Тюменскому лицензионным участкам.

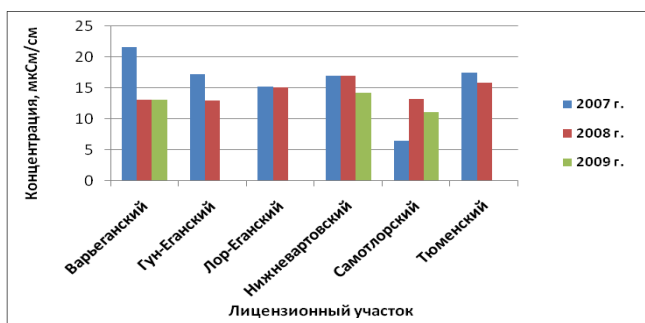


Рис. 52. Средняя величина удельной электропроводности на лицензионных участках

Результаты исследований снежного покрова на территории нефтедобывающих предприятий Нижневартовского района позволяют сделать следующие выводы.

1. За период 2007—2009 гг. содержание загрязнителей в снежном покрове достигает максимальных показателей в 2008 г.

2. Как известно, в настоящее время предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющих веществ в снеге не определена. Для анализа полученных данных было использовано ПДК химических веществ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Приоритетными загрязняющими веществами снежного покрова в условиях Нижневартовского района на лицензионных участках являются нефтепродукты и фенол.

Повышенное содержание железа и марганца обусловлено природно-климатическими условиями Западной Сибири.

3. В большинстве случаев наибольшее содержание загрязняющих веществ зафиксировано вокруг факела как интегрального источника, от которого идет закономерное образование ореолов тяжелых металлов и других поллютантов.

4. Наибольшее содержание загрязнителей (фенол, нефтепродукты, ионы аммония, нитраты) установлено в пробах снеговой воды на территории Лор-Еганского лицензионного участка, наименьшее — на Самотлорском месторождении.

В настоящее время в систему экологического мониторинга окружающей среды на территории ХМАО—Югры включено 479 пунктов по исследованию снежного покрова, что является недостаточным для управления, изучения снеговыми ресурсами и проведения качественного мониторинга в зимний период.

В последнее время сформировалось новое понятие «нефтедержащий снег» — это снег с площадок кустов, с мест разлива нефти при авариях нефтепроводов. Годовое количество нефтедержащего снега сопоставимо с твердыми бытовыми и нетоксичными промышленными отходами (табл. 17).

Таблица 17

**Количество произведенных отходов по объектам
Хохряковской группы месторождений, м³**

Наименование отходов	Годовой объем поступления отходов	Суммарный объем накопления за 20 лет	Способ захоронения
Твердые бытовые отходы	1 986	39 720	Амбар твердых бытовых и промышленных отходов
Нетоксичные промышленные отходы (деревянная упаковка, тара, строительный мусор при строительстве зданий и промышленных предприятий)	213	4 260	
Итого	2 199	43 980	—

Нефтедержацие отходы (с площадок кустов, ДНС, ЦПС, с очистных сооружений, с площадок аварий трубопроводов, при зачистке резервуарного парка)	4 550		Амбар нефтедержациих отходов
Нефтедержациий снег (с площадок кустов, с мест разлива нефти при авариях нефтепроводов)	3 800	11 400	Амбар нефтедержациющего снега
Итого	8 350	25 050	—

Аварии — основная причина поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Динамика аварийности на промысловых трубопроводах Нижневартовского района (рис. 53) прямо пропорциональна динамике добыче нефти (рис. 54). Из этого следует, что чем выше показатели добычи нефти, тем выше аварийность на трубопроводах.

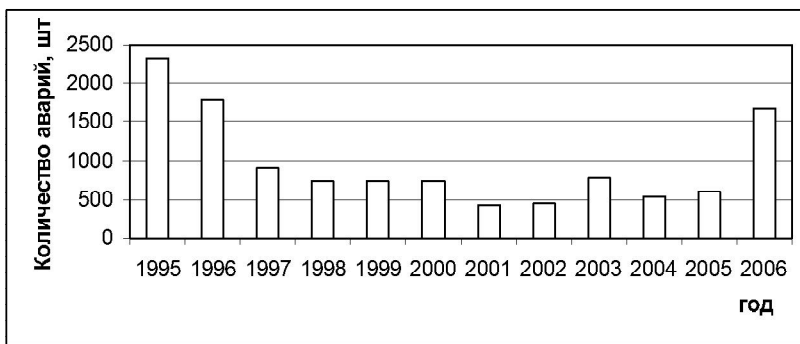


Рис. 53. Сведения об авариях на трубопроводном транспорте Нижневартовского района (Состояние..., 2008)

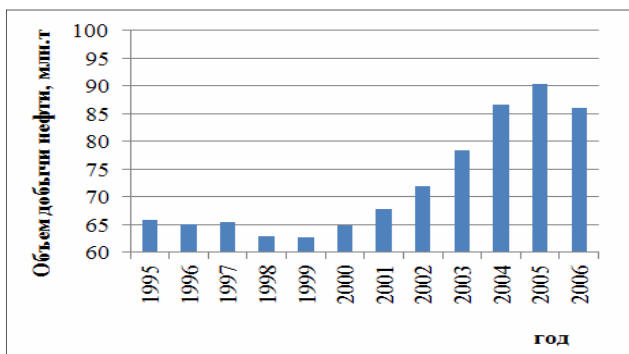
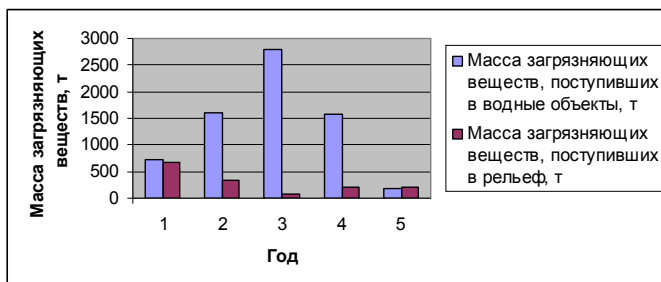


Рис. 54. Динамика добычи нефти на территории Нижневартовского района (Состояние..., 2008)

Основной причиной аварий на трубопроводах являются коррозия труб — в среднем 98%, а также строительный и технический брак, на механические повреждения трубопроводов приходится около 1—2% аварий.

В результате аварий в окружающей среде, в том числе и в снежном покрове накапливается масса химических элементов, которые оказывают отрицательное влияние не только на биосферу, но и на здоровье населения исследуемой территории. Динамика поступления загрязняющих веществ в объекты окружающей среды в результате аварий на трубопроводном транспорте представлена на рисунке 55.



(1 — 2002 г., 2 — 2003 г., 3 — 2004 г., 4 — 2006 г., 5 — 2006 г.)

Рис. 55. Динамика поступления загрязняющих веществ в объекты окружающей среды на территории Нижневартовского района

Из рисунка видно, что основное количество поллютантов выносятся водными объектами, в том числе и тальми снеговыми водами.

Основная масса, т.е. более 90% загрязняющих веществ, поступивших в окружающую среду в результате аварий, приходится на пластовые воды, около 5% — на нефтепродукты и менее 1% — на газообразные вещества (Состояние..., 2008).

При рассмотрении динамики площади разлива нефти и подтоварной воды (рис. 56, 57) следует отметить, что наибольших значений достигает площадь разлива нефти (1 500 м²), однако по общей площади разлива за год максимальный показатель установлен при авариях на водоводах (рис. 58).

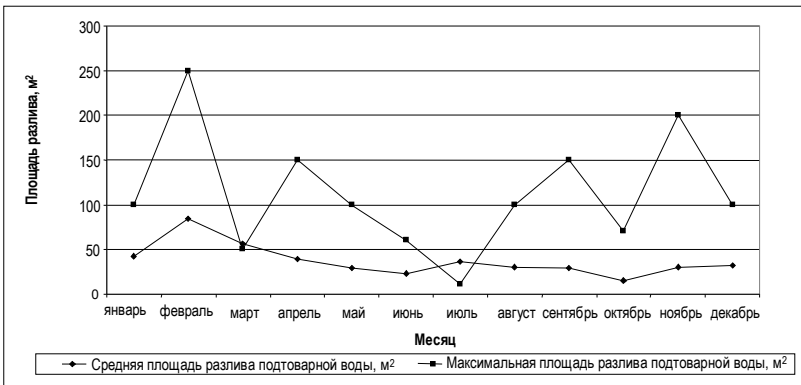


Рис. 56. Средняя и максимальная площадь разлива подтоварной воды за 2007 г.

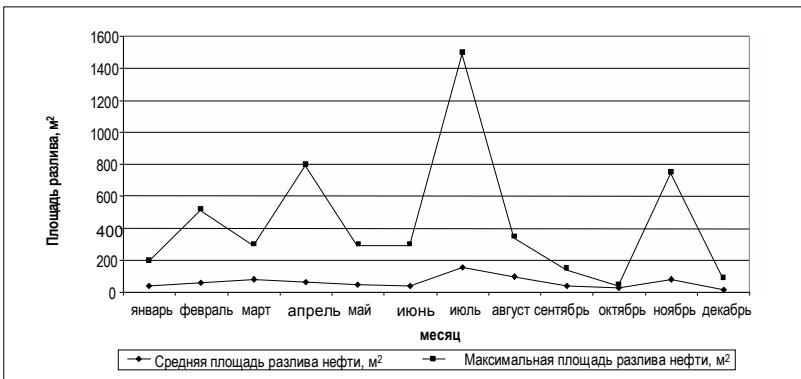


Рис. 57. Средняя и максимальная площадь разлива нефти за 2007 г.

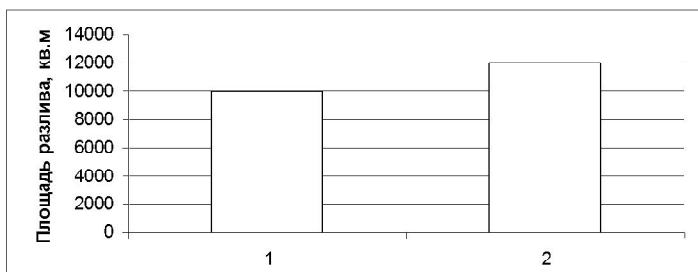


Рис. 58. Общая площадь разлива нефти (1) и подтоварной воды (2)

При таянии нефтесодержащего снега образуются вторичные очаги загрязнения: поступление вместе с талыми водами токсичных соединений в почву и грунтовые воды.

Загрязнение снежного покрова нефтью происходит в основном при растекании по снежной поверхности и просачивании вглубь в результате порывов нефтепроводов, утечки из шламовых амбаров или по другим причинам. В результате образуется сплошное нефтяное пятно с повышенными концентрациями поллютанта в пониженных участках рельефа. При локализации нефтезагрязнения в холодно-снежный период года возникают трудности с оценками масштаба разлива нефти, поскольку истинные площади скрыты под снегом. И только во время весеннего схода снега открываются новые участки старых зимних разливов нефти.

Для восстановления качества снежного покрова необходимо выполнение следующих мер:

- разработка проектов природоохранных зон и близлежащих защитных полос вдоль нефтегазовых объектов на зимний период;

- обеспечение контроля за соблюдением в зонах установленных режимов хозяйственной и иной деятельности, контроль за режимом деятельности на территориях нефтегазодобычи;

- улучшение санитарного состояния прилегающих участков вдоль кустов скважин вне природоохранных зон и зон санитарной охраны, которое позволит снизить загрязнение снежного покрова в особенности во время снеготаяния.

В проектах разработки и эксплуатации крупных месторождений топливно-энергетического сырья особое внимание должно

уделяться обеспечению экологической безопасности и созданию условий для правильной оценки степени экологического риска развиваемого производства. В связи со спецификой данного вида деятельности один из наиболее важных вопросов экологической безопасности — рациональное использование и охрана снежного покрова.

При разработке комплексных программ рационального природопользования необходимо учитывать специфику нефтедобычи, а именно ее негативную роль в формировании потока загрязняющих веществ в снежный покров, воздушную и водную среду. Необходимо в таких программах отразить механизм управления снеговыми ресурсами на уровне региона, для чего установить порядок взаимодействия недропользователя со всеми органами управления конкретного участка территории на основании действующей нормативной природоохранной базы. Также следует учитывать создание информационной базы, регулирующей качество снежного покрова, для целей обеспечения максимально возможного снижения уровня концентрации опасных токсичных веществ в окружающей природной среде.

Снижение показателей загрязнения снежного покрова является важным показателем всего мониторинга окружающей среды нефтегазодобывающих территорий Западной Сибири: если предугадать попадание загрязняющих веществ в снежный покров, то они не будут транспортированы в почвогрунты, подземные и поверхностные воды, а далее и в донные отложения и поверхностный воздух. Это обстоятельство является важным, поскольку от состояния окружающей среды зависит здоровье человека.

4.2. Использование снежного покрова при поиске месторождений нефти и газа

При рассмотрении НГП и снежного покрова следует учитывать, что он используется и как индикатор при геологоразведочных работах.

Геохимические исследования широко используются при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ. По своему содержанию и назначению геохимические исследования разделяются на две группы.

В первую группу входят региональные геохимические исследования, задачи которых — оценка перспектив нефтегазоносности комплексов отложений в пределах исследуемых территорий. Для решения данной задачи исследуются общая геохимическая обстановка, содержание и состав рассеянного органического вещества пород, солевой состав вод и состав растворенных в воде газов.

Вторую группу составляют детальные геохимические исследования (поисковые геохимические исследования), задача которых — поиски залежей нефти и газа. Эти методы основаны на изучении диффузионных потоков углеводородных газов из залежей нефти и газа в перекрывающие отложения, снеговой покров и подстилающие воды.

Важнейшим показателем нефтегазоносности недр является наличие в разрезе осадочных толщ, которые могут рассматриваться в качестве нефтегазоматеринских. Для этого по данным геохимических исследований определяют содержание органического вещества и геохимическую обстановку при формировании осадков.

Целями геохимической съемки на разных этапах геологоразведочных работ являются:

- оценка перспектив нефтегазоносности территорий и выделение перспективных зон и локальных участков для постановки сейсморазведочных исследований;
- оценка перспектив нефтегазоносности объектов, передаваемых сейсморазведкой в глубокое бурение;
- оценка нефтегазоносности отдельных блоков структур;
- уточнение положения точек заложения скважин;
- изучение распространения залежей при линзовидном залегании продуктивных отложений;
- поиски залежей, связанных с ловушками неструктурного типа.

Геохимическая съемка в любом виде традиционно относится к легким методам. Она достаточно проста по технологии исполнения, т.к. основная задача съемки сводится к отбору проб (снега, ила, керна) и измерению содержания в них различного рода компонентов — легких и тяжелых фракций углеводородов, микроэлементов и других составляющих. Далее, исходя из распределения аномальных значений искомых элементов по площади исследования, строятся прогнозные карты потенциальных ресурсов.

Геохимические съемки относятся к разряду мобильных, экологически чистых и недорогих методов.

Опытно-методические геохимические исследования проводятся на заранее выбранном фрагменте изучаемого участка в районе, где, возможно, расположены ловушки или аномалии. На территории ХМАО, например, геохимическая съемка по снежному покрову выполняется в марте–апреле, т.к. именно в это время плотность снега наибольшая. А в июне–июле того же года по приповерхностным отложениям и поверхностным водам проводится дополнительная геохимическая съемка.

Камеральная обработка результатов геохимических исследований и исследований другими методами (радиометрическими, гравиметрическими, электроразведочными и др.), включенными в проект прямых поисков залежей нефти и газа, в общем виде включает:

- обработку данных по отдельным видам исследований;
- комплексную обработку и интерпретацию данных всех видов исследований, включенных в проект работ;
- комплексную обработку и интерпретацию всей геологической, геофизической и геохимической информации по участку работ.

Надежно выявленными считаются только геохимические аномалии, опирающиеся не менее чем на три точки опробования. Отобранные пробы снега в лаборатории подвергаются анализу на стационарных хроматографах.

Опытно-методические геохимические исследования показывают, что содержание углеводородов в снежном покрове, приповерхностных отложениях и поверхностных водах на 1—2 порядка и более превышает чувствительность стационарных газовых хроматографов, что позволяет определять их содержание и состав с высокой степенью надежности.

Таким образом, можно выделить следующие особенности геохимической съемки при поисках нефти и газа:

— нефть и газ способны к вертикальному перемещению (миграции) по поровому пространству или трещинам горных пород до поверхности земли;

— за счет взаимодействия углеводородов и горных пород происходят изменения как горных пород, так и углеводородов;

— при геохимической съемке на нефть и газ могут определяться многие виды геохимических параметров, но только углеводороды, сорбированные породами, подземными и поверхностными водами или снегом, а также углеводороды в свободных газах порового пространства пород и в атмосферном воздухе являются прямыми показателями нефтегазоносности недр;

— при термовакуумной дегазации из проб пород извлекается до 50% сорбированных углеводородов, из проб воды и снега — 95—98%. При этом степень извлечения зависит от глубины создаваемого вакуума;

— содержание углеводородов в пробах приповерхностных отложений, приповерхностных и поверхностных вод и снега колеблется от $n \times 10^{-6}$ до $n \times 10^{-4}$ см³/кг и только в пределах аномалий принимает более высокие значения. В связи с этим анализ десорбированных газов должен производиться на стационарных хроматографах с детектором ионизации в пламени (ДИП), имеющих предел детектирования (по пропану) не выше 1×10^{-11} г/с.

Следовательно, наиболее информативной в условиях Нижневартовского района является геохимическая съемка по снежному покрову, которая может применяться для прогнозирования нефтегазоносности недр и локализации перспективных объектов. Преимущества геохимической съемки по снежному покрову перед другими видами геохимической съемки в условиях исследуемой территории следующие:

- при проведении геохимической съемки по снежному покрову доступна вся территория исследуемой площади; в летнее время значительная, иногда преобладающая, часть территории недоступна;

- в условиях суровой сибирской зимы процессы окисления углеводородов микроорганизмами в снежном покрове практически отсутствуют; в теплый период времени эти процессы идут очень интенсивно как в приповерхностных отложениях, так и в поверхностных водах, что может привести к искажению истинной картины распределения углеводородов и к ошибочной интерпретации результатов съемки;

- содержание углеводородов в снежном покрове выше, чем их содержание в приповерхностных отложениях и поверхностных водах, что повышает надежность результатов исследований;
- при геохимической съемке по снежному покрову не наблюдается смещение геохимических аномалий в направлении стока поверхностных вод, которое характерно для геохимической съемки по приповерхностным отложениям и поверхностным водам и которое может привести к искажению истинной картины распределения углеводородов и к ошибкам при интерпретации результатов работ.

Геохимическая съемка по снежному покрову может успешно применяться для оценки перспектив нефтегазоносности недр, а при поисках месторождений с относительно небольшими запасами может оказаться незаменимой (Мухаметдинова (Кузнецова), 2007).

4.3. Снежно-экологические проблемы северных городов

Помимо влияния нефтегазового комплекса на снежный покров Нижневартковского района оказывают воздействия и городские поселения. Анализ научных исследований селитебных территорий показал, что загрязненность снежного покрова отражает степень антропогенного воздействия на окружающую среду (Новороцкая, 2005; Валетдинов и др., 2007; Дорожкуова, 2002; Епринцев и др., 2007; Куимова и др., 2007; Экология северного города, 2008).

Экологические ситуации как территориальная совокупность экологических проблем существенно обостряются в северных городах, так как общие проблемы катализируются низкими температурами, дефицитом солнечного сияния, штилевыми антициклональными погодными, сложностью проведения работ по озеленению, низкой самовосстановительной способностью природных систем.

Особая роль в мониторинге и оценке экологического состояния окружающей среды городов отводится изучению тяжелых металлов, которые в списке приоритетности занимают одно из ведущих положений. В настоящее время интерес к тяжелым металлам повысился в связи с появлением острых токсичных эффектов, вызванных загрязнением в системе «воздух — вода —

почва — растение — человек». В кругу различных проблем самостоятельное значение имеет снежный покров, выполняющий в течение длительного времени средообразующую, депонирующую, транспортирующую функции.

При изучении содержания тяжелых металлов в снежном покрове г. Нижневартовска были получены результаты, отраженные в таблице IV *Приложения 5*.

Оценка снежного покрова исследуемой территории произведена в соответствии с существующими нормативно-методическими документами (Методические..., 1990; Руководство по контролю..., 1991).

Исследования содержания цинка в снежном покрове г. Нижневартовска показали, что максимальная концентрация цинка зафиксирована в пробах, взятых в 13 и 14 микрорайонах, и составляет 0,445 мг/дм³ и 0,425 мг/дм³ соответственно (рис. 59).

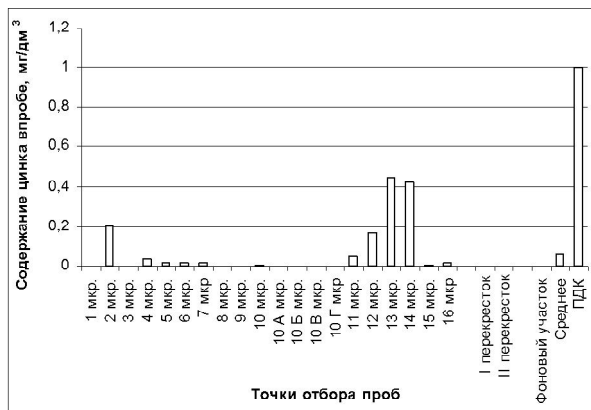


Рис. 59. Содержание цинка в снежном покрове микрорайонов г. Нижневартовска

Содержание цинка в точках исследования варьируется в пределах от 0 до 0,445 мг/дм³. На фоновом участке цинк в снежном покрове отсутствует. Цинк присутствует в пробах снежного покрова на территории 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 15, 16 микрорайонов в пределах 0,0037—0,205 мг/дм³ и полностью отсутствует на территории 1, 8, 9, 10, 10А, 10Б, 10В, 10Г микрорайонов (*Приложение 6*, рис. II).

Среднее значение цинка во всех отобранных пробах снежного покрова составляет 0,058 мг/дм³. Полученные в исследовании результаты не превышают значения ПДК цинка в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, которое равно 1 мг/дм³.

Содержание свинца в снежном покрове г. Нижневартовска изменяется в интервале от 0 до 0,1 мг/дм³, максимальное значение зафиксировано в пробе, взятой на II перекрестке (улиц Ханты-Мансийская и 60 лет Октября) — 0,1 мг/дм³ и в 14 микрорайоне — 0,071 мг/дм³ (Приложение 7, рис. III).

Минимальная концентрация наблюдается в 10А микрорайоне и составляет 0,0001 мг/дм³. В 1, 8, 10Б, 10Г микрорайонах свинец полностью отсутствует. Среднее значение свинца в отобранных пробах составляет 0,0085 мг/дм³ (рис. 60).

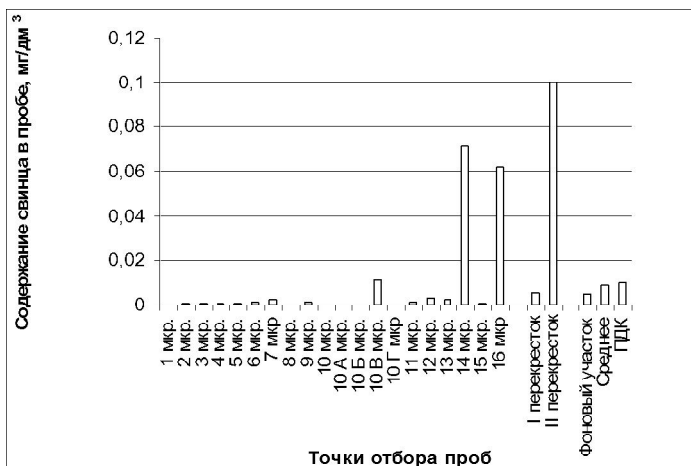


Рис. 60. Содержание свинца в снежном покрове микрорайонов г. Нижневартовска

Полученные данные в пробах 10В, 13, 16 микрорайонов и на II перекрестке превышают значение ПДК, равное 0,01 мг/дм³. Возможные источники поступления свинца в окружающую среду — это сжигание моторного топлива, разрушение аккумуляторных пластин, электрических кабелей.

Содержание кадмия в снежном покрове (рис. 61). Исследования на присутствие кадмия в снежном покрове г. Нижневартовска представлены на рисунке IV Приложения 8.

Кадмий был обнаружен в пробах из 2, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16 микрорайонов в пределах 0,00008—0,045 мг/дм³ и полностью отсутствовал в пробах из 1, 3, 9, 10, 10Б, 10В, 10Г микрорайонов.

Максимальная концентрация отмечается на II перекрестке (улиц Ханты-Мансийская и 60 лет Октября) и составляет 0,045 мг/дм³, а также в 14 и 16 микрорайонах наблюдается повышенное содержание кадмия — 0,024 мг/дм³, что превышает в 45 и 24 раза ПДК. Среднее значение кадмия превышает значение ПДК в 5 раз.

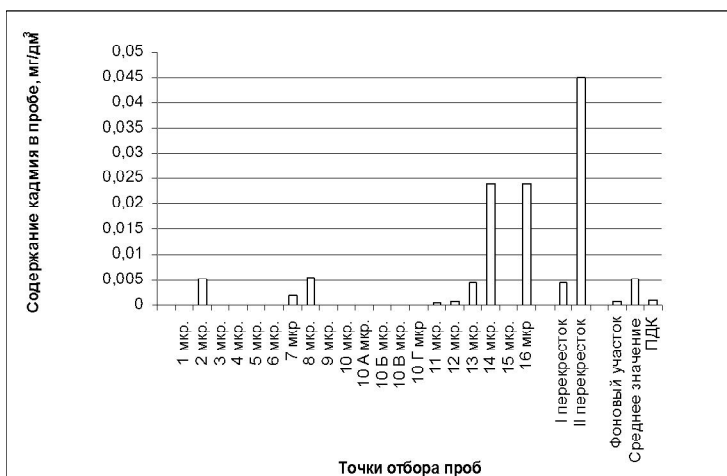


Рис. 61. Содержание кадмия в снежном покрове микрорайонов г.Нижневартовска

Кадмий — тяжелый металл, содержащийся в лакокрасочных материалах, пластиковых трубах, напольных покрытиях. Кадмиевые электроды используются в батареях и аккумуляторах. Кадмий широко используется для нанесения антикоррозионных покрытий на металлы. Кадмиевые сплавы используют главным образом как антифрикционные материалы (Иванов, Королик, Мухаметдинова (Кузнецова), 2010).

Поступление тяжелых металлов в геосистемы и аккумуляция их в снежном покрове происходит в результате сжигания топлива, сбрасывания сточных вод и деятельности предприятий добывающей промышленности. Усиливающееся загрязнение геосистем Среднего Приобья в условиях низкой самоочищающей способности несет опасность перехода экосистем из состояния загрязнения в состояние экологической катастрофы.

Как экономический фактор снежный покров играет важную роль. С ним неизбежно связано снижение экономической эффективности производства из-за необходимости удаления снега и борьбы с обледенением дорог. Последняя производится в основном химическими методами, что обуславливает поступление в водные бассейны и почвы больших масс химических реагентов, создающих в конечных звеньях угрозу для растительности и животного мира.

Зимнюю уборку магистралей можно сравнить с ликвидацией последствий стихийного бедствия. Сильный снегопад и гололедные явления способны привести город к кризисному состоянию, когда транспорт не в состоянии проехать к месту назначения.

Значительное влияние загрязненности убираемого с дорог снега на экологическую обстановку в Нижневартовске при его компактности и повышенной этажности связано с большими удельными площадями дорог. Загрязнение их нефтепродуктами комплексируется морозным выветриванием асфальтовых покрытий. Часто повторяющиеся циклы «замораживание — оттаивание» при отсутствии постоянного снежного покрова, намного превышающие морозостойкость покрытия, приводят к его разрушению и выветриванию. Продукты выветривания асфальтовых покрытий в конечном счете осаждаются на дне водотоков и водоемов, вызывая загрязнение всей трофической цепи экосистем.

Отличие зимней уборки городских магистралей от уборки дорог за пределами города заключается в отсутствии мест для складирования снега (Китаев, 2001). Современная мощная дорожная техника способна сдвинуть снег к лотковой части дороги и отбросить его на необходимое расстояние за обочину. Однако на городской магистрали сразу за лотковой частью идет тротуар для прохода пешеходов, а за ним — дома. Поэтому снег с городских магистралей необходимо вывозить, а это дорогостоящий процесс.

Затраты на его уборку зависят от количества выпавшего за год снега. Например, резкое повышение суммы затрат на уборку в 2007 г. по сравнению с 2006 г. связано с увеличением толщины снежного покрова с 26,5 до 40,4 см (рис. 62).

Особое значение приобретает качество городского снега. Формирование загрязненности снега, убираемого с дорог и тротуаров города, радикально отличается от формирования загрязненности постоянного снежного покрова за городом. Пылевые загрязнения из-за краткости периода вылеживания снега на дорогах становятся малосущественными, зато на первый план выступают загрязнения от противогололедных смесей и продуктов разрушения дорожных покрытий.

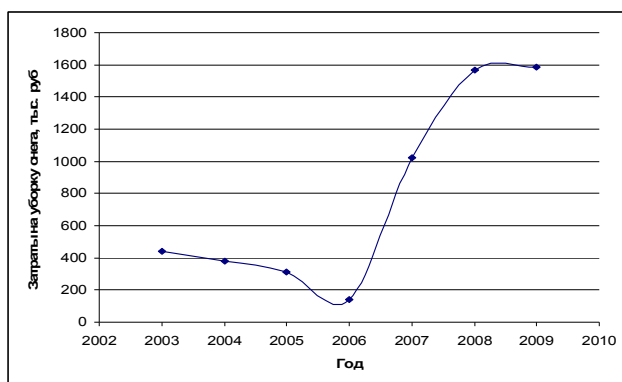


Рис. 62. Затраты на уборку снега с магистралей г.Нижевартовска (по данным Специализированного автотранспортного управления г.Нижевартовска)

В процессе зимней уборки магистралей города неминуем вывоз сотен тысяч кубических метров загрязненного снега и утилизация огромной снежной массы (рис. 63). При решении этой проблемы необходимо учитывать целый ряд экономических и экологических факторов.

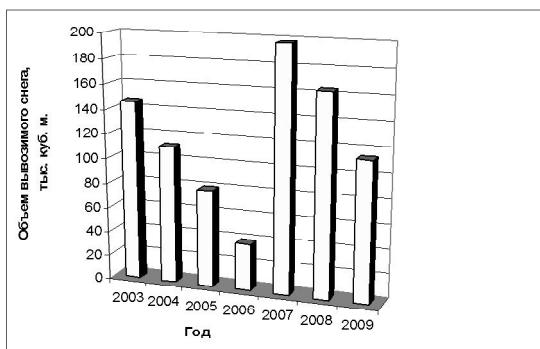


Рис. 63. Объем вывозимого снега с территории г.Нижневартовска

К экономическим факторам в первую очередь относится стоимость перевозки снега, практически определяющая способы его утилизации. Перевозка снега автотранспортом приводит к дополнительной экологической нагрузке на воздушную среду города за счет загрязнения ее выхлопными газами. Поэтому целесообразно иметь сеть утилизирующих снег сооружений, относительно равномерно распределенных по территории города (Мухаметдинова (Кузнецова), 2009).

Экологические факторы, влияющие на решение проблемы утилизации вывозимого снега, заключаются в необходимости ликвидации воздействия имеющихся в снеге загрязнений на окружающую среду (Напрасникова, 2006). Недопустимо создание на газонах сугробов из убранного с дорог снега, поскольку он загрязнен хлоридами, используемыми в качестве противогололедных реагентов, и пагубно действует на зеленые насаждения. Если же использовать противогололедные реагенты на основе мочевины и нитратов, то может быть нанесен существенный урон водным объектам города. С экологической точки зрения все элементы процесса зимней уборки магистралей города взаимосвязаны и должны рассматриваться как единая, оптимальным образом организованная система.

Источниками загрязнения снега селитебной зоны г.Нижневартовска являются продукты жизнедеятельности и хозяйственной деятельности населения, автомобильный транспорт. Суммарный

объем валовых выбросов в атмосферный воздух города в среднем составляет около 1 048 т/год (по состоянию на 2006 г.). В последние годы основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт, на долю которого приходится до 80% от общего загрязнения атмосферного воздуха города. Всего в Нижневартовске, по данным ГИБДД на 2006 г., насчитывалось 110 875 единиц автотранспорта, протяженность автомобильных дорог составляла 185 км. При сгорании топлива в двигателях транспортных средств в атмосферу поступает около 280 различных химических соединений. Среди загрязнителей в количественном отношении преобладают оксид углерода и углеводороды. Помимо автотранспорта источниками загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова в городе являются котельные установки и промышленные предприятия (О состоянии окружающей среды, 2006).

Для решения экологической проблемы утилизации загрязненного снега с городских улиц необходим комплекс мер, а именно:

- проведение системы мониторинга снежного покрова северных урбоэкосистем;
- введение системы наблюдения за накоплением снежного покрова на улицах города;
- разработка классификации улиц по интенсивности движения, степени загрязнения снега;
- разработка нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение с загрязненным снегом (Мухаметдинова (Кузнецова), 2009).

Помимо экологической составляющей проблем, связанных со снежным покровом, на территории городов могут возникнуть ситуации чрезвычайного характера регионального, муниципального или локального уровня, например:

- сильные снегопады;
- снеговые нагрузки;
- большой объем снегоотложений;
- сильные метели.

Многолетнее число дней за год со снегопадами интенсивностью 20 и более мм в сутки на исследуемой территории изменяется от 0,01 и менее согласно А.Л.Шныпаркову (2005).

Снеговые нагрузки влияют на промышленные, жилые строения, магистральные трубопроводы. Важным показателем является прирост веса снежного покрова за сутки, на территории исследования он составляет менее 10 кг/м^2 . Снеговая нагрузка определяется как вес снежного покрова на единицу площади, которая измеряется в кг/м^2 или кПа ($1 \text{ кПа} = 102 \text{ кг/м}^2$). На рассматриваемой территории снеговые нагрузки, возможные раз в два года, изменяются от 1 до 2 кПа, что соответствует районам с чрезвычайной ситуацией регионального уровня и общему показателю по России (Осокин, 2005). Поэтому при строительстве сооружений, особенно в селитебной части города, необходимо учитывать снежный покров как возможный фактор чрезвычайной ситуации.

По исследованиям В.М.Соколова (2005), объем снегоотложения у преград составляет более $200 \text{ м}^3/\text{пог.м}$ (м^3 на погонный метр преграды за зиму). Он играет значимую роль в функционировании транспорта в холодно-снежный период в изучаемом районе по сравнению с европейской частью России. Это отражается и на экономических затратах, связанных с защитой дорог от заносов и на содержании снегоуборочной техники.

Таким образом, снежный покров на исследуемой территории выступает как важный эколого-экономический фактор, аккумулирующий загрязняющие вещества, обуславливающий функционирование транспорта, строительство сооружений и зданий и в целом определяющий жизнь человека в холодно-снежный период. При характеристике снежного покрова Нижневартковского района необходимо учитывать, что на географические особенности образования снега, его преобразование в снежный покров оказывают влияние антропогенные факторы в виде поступления в снежную толщу загрязняющих веществ с территории нефтегазодобывающих предприятий и городов, изменяющих свойства снежного покрова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по изучению снежного покрова позволили выявить ряд закономерностей. Снежный покров, оказывая воздействие на режимы почв, состав, структуру и продукцию растительных сообществ путем изменения режима поступления света, влаги, температуры, обеспечивая их элементами минерального питания, транспортируя химические соединения на основе диффузионных потоков, накапливая атмосферные выпадения, является фактором географической дифференциации ландшафтов.

Анализ полученных данных показал, что наибольшая толщина снежного покрова ландшафтного района приходится на надпойменные облесенные террасы и составляет в среднем от 70 до 78 см. Максимальная толщина снежного покрова приходится на прирусловые поймы с ивовыми, ивово-тополевыми, березовыми и березово-осиновыми разнотравными лесами и плоские надпойменные террасы (до 90 см). Минимальные значения толщины снежного покрова отмечены в долинах рек малых порядков и на повышенных поверхностях с сосново-березовыми, зеленомошно-травяным и сосновыми бруснично-мелкотравными лесами (до 40 см).

Приоритетными загрязняющими веществами снежного покрова в условиях Нижневартковского района на лицензионных участках являются нефтепродукты и фенол. Повышенное содержание железа и марганца обусловлено природно-климатическими условиями Западной Сибири. Исследования содержания загрязняющих веществ в снежном покрове г. Нижневартовска показали, что максимальная концентрация цинка зафиксирована в пробах, взятых в 13 и 14 микрорайонах, свинца — в 10А микрорайоне, кадмия — на перекрестке улиц Ханты-Мансийская и 60 лет Октября. Поступление тяжелых металлов в геосистемы и аккумуляция их в снежном покрове происходит в результате сжигания топлива, разрушения аккумуляторных пластин, электрических кабелей и деятельности предприятий добывающей промышленности.

Для решения экологической проблемы утилизации загрязненного снега с городских улиц необходим комплекс мер:

— мониторинг снежного покрова северных урбоэкосистем;

— введение системы наблюдения за накоплением снежного покрова на улицах города;

— ранжирование улиц по интенсивности движения и степени загрязнения снега;

— разработка нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение с загрязненным снегом.

В результате проведенных исследований были получены следующие основные выводы.

1. Отвечая критериям геосистемного подхода, снежный покров является хионогеосистемой, выполняющей ряд ресурсных, ландшафтных, природоведческих, эколого-социально-экономических и инженерно-технических функций, обеспечивающей важнейшие особенности развития северных ландшафтов в течение холодно-снежного периода.

2. Для эффективного изучения пространственно-временных закономерностей и оценки состояния снежного покрова нефтегазопромысловых регионов необходимо обеспечить комплексирование использования дистанционных материалов, ландшафтной индикации, снегосъемки, физико-химических и статистических методов.

3. Подчиняясь законам физико-географической дифференциации, снежный покров пространственно изменяется в соответствии с типами местоположений — дренированных лесных, болотных безлесных, пойменных редколесных и других, определяет сезонные условия функционирования биотических (животный мир) и абиотических (поверхностные воды) компонентов природной среды.

4. Состояние снежного покрова может быть передано в текстовой и табличной форме, традиционными же средствами являются графики содержания загрязняющих компонентов. Оптимальной формой передачи информации являются специализированные карты и ГИС.

5. Проведенный анализ состояния снежного покрова на объектах нефтепромыслов и селитебной территории и построенный на его базе картографический материал является основанием для регламентации обращения со снежным покровом в проектно-планировочных, эксплуатационных и природоохранных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александрова В.Д. Влияние снежного покрова на растительность в арктической тундре // Роль снежного покрова в природных процессах. М., 1961. С. 210—230.
2. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира / Гл. ред. В.М.Котляков. М., 1997. С. 18—20.
3. Атлас ХМАО / Сост. и подгот. к печати ОАО «НПЦ Мониторинг»; под ред. В.А.Дикунец, Т.В.Котова, В.Н.Макеева, В.С.Тикунова. 1:3000000. Ханты-Мансийск; М.; Новосибирск, 2004. Т. 2. Природа. Экология. 72 с.
4. Баландин С.А. Влияние снежного покрова на распределение растительности на юго-востоке Чукотского полуострова / С.А.Баландин, В.Ю.Развижин // Ботанический журнал. 1980. Т. 65. № 12. С. 1719—1733.
5. Берлянт А.М. К концепции развития ГИС в России / А.М.Берлянт, Е.А.Жалковский // ГИС-Обозрение. М., 1996. С. 7—12.
6. Борисов А.А. О колебаниях климата при снеготаянии // Изв. Русского географического общества. 1956. Т. 88. Вып. 6. С. 30—47.
7. Борщук И.Л. Определение коэффициентов теплопроводности снега и его смеси // Тр. / Проблемы строительства в условиях Забайкалья. 1967. Вып. 1. С. 131—135.
8. Будыко М.И. О климатических факторах гидрологического режима суши / М.И.Будыко, О.А.Дроздов // Тр. / Вопросы физической географии. 1958. С. 101—122.
9. Валетдинов А.Р. Мониторинг снежного покрова — рациональный инструмент в системе охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности / А.Р.Валетдинов, Р.К.Валетдинов // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2007. № 4. С. 19—28.
10. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н.Василенко, И.М.Назаров, Ш.Д.Фридман. Л., 1985. 181 с.
11. Васильчук Ю.К., Кузин И.Л. Геоморфологические особенности [Электронный ресурс] // Том II. Природа. Экология. Ханты-Мансийск; М.; Новосибирск, 2005. CD-ROM.
12. Вейнберг Б.П. Лед / Б.П.Вейнберг. М.; Л., 1940. 524 с.
13. Винокурова Н.Ф. Геоэкология / Н.Ф.Винокурова, Н.Н.Колосова, В.М.Смирнова. Нижний Новгород, 2002. 197 с.

14. Воейков А.И. Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования // Тр. / Зап. РГО по общей географии. 1889. № 2. 212 с.
15. Гальцов А.П. О теоретических основах проблемы преобразования природы // Географический энциклопедический словарь. М., 1988. С. 56.
16. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Авт.-сост. В.В.Козин, В.А.Петровский. Смоленск, 2005. 576 с.
17. Герасимова М.А. Оценка изменений условий среды вдоль градиента мощности снежного покрова на альпийских коврах с помощью шкал Э.Ландольта / М.А.Герасимова, А.А.Захаров, В.Г.Онипченко // Труды Тебердинского гос. биосферного заповедника. 2002. Т. 20. С. 118—124.
18. Гидрография Западной Сибири / Под ред Я.И.Марусенко. Томск, 1961. 163 с.
19. Гляциологический словарь / Под ред. В.М.Котлякова. Л., 1984. С. 416—418.
20. Дильмурадов Н. Картографирование снежно-ледовых образований на основе материалов космических съемок // Лекция / Межрегион. курсы ООН по темат. картогр. М., 1983. 13 с.
21. Дмитриев В.В. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем / В.В.Дмитриев, Г.Т.Фрумин. СПб., 2004. 295 с.
22. Дмитриева Н.Г. Расчет плотности снежного покрова по метеорологическим данным // Метеорология и гидрология. 1950. № 2. С. 39—44.
23. Дорожукова С.Л. Опыт исследования загрязнения атмосферного воздуха по содержанию загрязняющих веществ в снежном покрове и почвах (на примере компрессорной станции «Вынгапуровская») // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2002. Вып. 3. С. 167—173.
24. Дюнин А.К. В царстве снега / А.К.Дюнин. Новосибирск, 1983. 109 с.
25. Евсеева Н.С. Роль снега в развитии водной эрозии почв на Томь-Яйском междуречье / Н.С.Евсеева, А.И.Петров // Проблемы географии Сибири. 1996. Т. 2. С. 299.
26. Егоренков Л.И. Геоэкология / Л.И.Егоренков, Б.И.Кочуров. М., 2005. 320 с.: ил.

27. Епринцев С.А. Эколого-гигиеническая оценка городской среды с использованием снегомерных наблюдений / С.А.Епринцев, С.А.Куролап, Ю.Н.Завьялова // Вестн. ВГУ. 2006. № 1. С. 34—38.
28. Загрязнение приземной атмосферы г.Москвы и Московской области по данным изучения снегового покрова / Сост. ГНПП «Аэрология», Геотехвимс // О состоянии окружающей природной среды г.Москвы в 1992 году. 1993. С. 57—62.
29. Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная части) / А.А.Земцов. Томск, 1976. 344 с.
30. Зяткова Л.К. Структурная геоморфология Западной Сибири / Л.К.Зяткова. Новосибирск, 1979. 200 с.
31. Иванов В.Б. Распределения загрязнения тяжелыми металлами в снежном покрове г.Нижевартовска / В.Б.Иванов, Э.А.Мухаметдинова (Э.А.Кузнецова), В.С.Королик // Вестн. Тюменск. гос. ун-та. Сер. «Науки о Земле». 2010. № 3. С. 148—153.
32. Каленов Г.С. Геохимические и геофизические методы в ландшафтоведении / Г.С.Каленов, С.А.Ибрагимова. Самара, 2006. С. 18—25.
33. Кервен Де М.Р. О метаморфизме снега // Лед и снег. Свойства, процессы, использование: Сборник. М., 1966. С. 329—344.
34. Китаев Л.М. Особенности распределения снежного покрова на городских территориях // Изв. АН. Сер. географическая. 2001. № 1. С. 78—81.
35. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований // Ю.Ф.Книжников, В.И.Кравцова, О.В.Тутубаллина. М., 2004. 300 с.
36. Козлов Д.В. Основы гидрофизики / Д.В.Козлов. М., 2004. 246 с.
37. Коломыц Э.Г. Индикационная роль снежного покрова в изучении зимнего режима таежных территорий: Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. Вып. 6. Иркутск, 1964. С. 54—58.
38. Коломыц Э.Г. Ландшафтно-теплофизические свойства снежного покрова и типология внутриландшафтных единиц Сосьвинского Приобья // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. 1966. Вып. 13. С. 12—13.
39. Коломыц Э.Г. Снежный покров горнотаежных ландшафтов севера Забайкалья / Э.Г.Коломыц. М.; Л., 1966. 184 с.
40. Коломыц Э.Г. Структура и режим снежной толщи западносибирской тайги / Э.Г.Коломыц. Л., 1960. 206 с.
41. Коломыц Э.Г. Структура снега и ландшафтная индикация / Э.Г.Коломыц. М., 1976. 208 с.

42. Колтунов Н.М. Эколого-ландшафтная организация территории / Н.М.Колтунов. М., 1988. 128 с.
43. Константинов А.Р. Испарение в природе / А.Р.Константинов. Л., 1968. 532 с.
44. Копанев И.Д. Методы изучения снежного покрова / И.Д.Копанев. Л., 1971. 226 с.
45. Коркин С.Е. Природные опасности в долинных ландшафтах Среднего Приобья: Монография / С.Е.Коркин. Нижневартовск, 2008. С. 59—69.
46. Котляков В.М. Мир снега и льда / В.М.Котляков. М., 1994. 283 с.
47. Котляков В.М. Снежный покров Антарктиды и его роль в современном оледенении материка. Результаты исследований по программе МГГ // Изд. АН СССР. Сер. «Гляциология». 1961. № 7. С. 25—33.
48. Куваева Г. М. Результаты исследования механизма и скорости преобразования структуры снега // Тр. Закавказск. научно.-исслед. гидрометеорол. ин-та. 1967. Вып. 18(24). С. 119—126.
49. Кузин И.Л. Новейшая тектоника территории Ханты-Мансийского автономного округа / И.Л.Кузин. СПб., 2002. 86 с.
50. Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова / П.П.Кузьмин. Л., 1957. 179 с.
51. Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снеготпасов / П.П.Кузьмин. М., 1960. 171 с.
52. Куимова Н.Г. Особенности химического состава снежного покрова г.Благовещенска / Н.Г.Куимова и др. // Экология и промышленность России. 2007. № 2. С. 30—33.
53. Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа / В.А.Лезин. Тюмень, 1999. 160 с.
54. Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда / А.И.Летувнинкас. Томск, 2002. С. 95—105.
55. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве № 5174-90. М., 1990. 6 с.
56. Мильков Ф.Н. Контрастность сред и ее географические следствия: Сборник // Философия и естествознание. 1968. Вып. 2. С. 129—142.

57. Мишон В.М. Снежные ресурсы и местный сток: закономерности формирования и методы расчета / В.М.Мишон. Воронеж, 1988. С. 6—30.

58. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса / А.А.Молчанов. М., 1960. 210 с.

59. Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений / В.К.Моргунов. Ростов н/Д; Новосибирск, 2005. 331 с.

60. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Влияние недропользования на состояние снеговых ресурсов // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири: Мат-лы Междунар. академ. конф. (Тюмень, 16—18 сентября 2009 г.). Тюмень, 2009. С. 525—527.

61. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Геосистемная сущность снежного покрова // Естественные и технические науки. 2009. № 4. С. 274—277.

62. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Некоторые показатели снежного покрова ХМАО // Географические исследования в начале XXI века: Мат-лы XVI науч. конф. молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 17—19 апреля 2007 г.). Иркутск, 2007. С. 200—201.

63. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Особенности снежного покрова на примере ХМАО // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика: Доклады III Междунар. науч.-практ. конф. (Нижевартовск, 25—27 октября 2006 г.) / Отв. ред.: Ф.Н.Рянский, О.Ю.Вавер. Нижевартовск, 2007. С. 243—245.

64. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Режим снежного покрова // Теоретические и прикладные вопросы современной географии: Мат-лы Всерос. науч. конф. (20—22 апреля 2009 г.) / Отв. ред. Н.С.Евсеева. Томск, 2009. С. 321—322.

65. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Снежные ресурсы северных урбозкосистем (на примере г. Нижневартовска) // Город как система: Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 100-летию основания поселения в Нижневартовске (Нижевартовск, 10—13 ноября 2009 г.) / Отв. ред. О.Ю.Вавер, И.Е.Клемина. Нижневартовск, 2010. С. 343.

66. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Снежный покров как индикатор качества окружающей среды // Экологическая и промышленная безопасность в ХМАО—Югре: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Г.Н.Гребенюк. Нижневартовск, 2010. С. 87—95.

67. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Факторы, влияющие на распределение снежного покрова // Сб. тр. молодых ученых I Междунар. экол. конгресса (III Междунар. науч.-техн. конф.) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2007» (20—23 сентября 2007 г.). Тольятти, 2007. Т. 2. С. 120—121.

68. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Функции снежного покрова в геосистемах Среднего Приобья и вопросы сохранения природной среды // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири: Мат-лы Междунар. академ. конф. (Тюмень, 19—21 сентября 2008 г.). Тюмень, 2008. С. 596—597.

69. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Экологические проблемы северных городов на примере загрязнения снежного покрова Нижневартовского региона // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий: Мат-лы I Междунар. науч.-практ. конф. (Нижневартовск, 25—26 марта, 2009 г.). Нижневартовск, 2009. С. 217—219.

70. Мухаметдинова Э.А. (Кузнецова Э.А.) Некоторые особенности геохимических исследований снежного покрова при поисках нефти // Молодежь и наука — третье тысячелетие: Сб. мат-лов Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Сост. В.В.Сувейзда. Красноярск, 2007. Ч. 2. С. 493—494.

71. Напрасникова Е.В. Снежный покров в оценке экологического состояния городской среды / Е.В.Напрасникова, А.П.Макарова // География и природные ресурсы. 2006. № 3. С. 162—166.

72. Научно-прикладной справочник по климату СССР: Сер. 3. Многолетние данные. Омская и Тюменская области / Под ред. З.Н.Пильниковой. Л., 1998. Ч. 1—6. Вып. 17. 600 с.

73. Нефедьева Е.А. Влияние снежного покрова на ландшафтные связи / Е.А.Нефедьева. М., 1975. 78 с.

74. Нефедьева Е.А. Роль снежного покрова в дифференциации ландшафтной сферы / Е.А.Нефедьева, А.В.Яншина. М., 1985. 144 с.

75. Нецветаева О.Г. Химический состав снежного покрова в заповедниках Прибайкалья / О.Г.Нецветаева, Т.В.Ходжер, Л.П.Голобокова // География и природные ресурсы. 2004. № 1. С. 66—72.

76. Новороцкая А.Г. Загрязнение снежного покрова — интегральный показатель экологической нагрузки на окружающую среду // *Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: Мат-лы науч. конф.* Иркутск, 2005. С. 128—130.
77. О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2008 году: Информационный бюллетень / Под ред. З.Р.Урзаевой, Е.В.Набоковой. Ханты-Мансийск, 2009. 126 с.
78. О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2005 году / Под ред. Е.В.Набоковой др. Ханты-Мансийск, 2006. 96 с.
79. О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2006/2007 году / Под ред. К.С.Бураковой, М.В.Крюковой, Е.В.Набоковой и др. Ханты-Мансийск, 2008. С. 70—71.
80. О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 1998 году / Под ред. Л.И.Калашникова, В.Н.Макеева, В.В.Белова и др. Ханты-Мансийск, 1999. 152 с.
81. Окишева Л.Н. Сезонные ритмы природы Субарктики: методика поиска критериев и характеристики / Л.Н.Окишева. Томск, 2008. 64 с.
82. Орлова В.В. Климат СССР. Западная Сибирь / В.В.Орлова. Л., 1962. 317 с.
83. Осокин И.М. География снежного покрова Востока Забайкалья // *Зап. Забайкальского филиала географ. о-ва СССР.* 1969. Вып. 33. 191 с.
84. Осокин Н.И. Опасность снеговых нагрузок // *Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации* / Н.И.Осокин. М., 2005. 210 с.
85. Осокин Н.И. Роль снежного покрова в промерзании грунтов / Н.И.Осокин и др. // *Изв. РАН. Сер. «Географ».* 2001. № 4. С. 52—57.
86. От морозов до морозов: фенологические наблюдения / Сост. А.Ф.Тарханова. Тюмень, 2000. 224 с.
87. Павлов А.В. Теплофизические свойства и тепловой баланс снежного покрова в Подмоскowie: Мат-лы к учению о мерзлоте, зонах земной коры // *Тепло-физич. вопр. геокриологии.* 1962. Вып. VIII. С. 52—58.

88. Павлов А.В. Термический режим озер равнинных районов севера // Проблемы криологии Земли. Криосфера Земли. 1999. Т. 3. № 3. С. 64—74.
89. Паромов В.В. Ресурсы речного стока бассейна Верхней Оби (современная оценка и тенденции изменения) / В.В.Паромов. Томск, 2002. 150 с.
90. Плохих Р.В. Картографирование закономерностей распределения снежного покрова в ландшафтах для целей рационального землеустройства // Тр. Междунар. школы-конференции «Ландшафтное планирование. Общие основания. Методология. Технология». М., 2008. С. 11—18.
91. Природа, человек, экология: Нижневартовский регион / Под ред. Ф.Н.Рянского. Нижневартовск, 2007. 323 с.
92. Природные ресурсы Сибири (исследования, преобразования, охрана) / Под ред. В.Н.Сакс. Новосибирск, 1976. 184 с.
93. Пространство и время // Универсальный энциклопедический словарь. М., 2000. С. 1047.
94. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991. 450 с.
95. Ревякин В.С. Снежный покров и лавины Алтая / В.С.Ревякин, В.И.Кравцова. Томск, 1977. 216 с.
96. Рельеф Западно-Сибирской равнины / А.А.Земцов и др. Новосибирск, 1988. 192 с.
97. Ресурсы поверхностных вод СССР: В 20 т. Л., 1972. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. 470 с.
98. Рихтер Г.Д. Проблемы изучения снега и снежного покрова // Снег и талые воды: их изучение и использование. М., 1956. С. 5—10.
99. Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе // Тр. Ин-та географии АН СССР. 1948. Вып. 40. С. 171—174.
100. Рихтер Г.Д. Снежный покров: Сборник. М., 1960. С. 54—61.
101. Руденко Ю.Т. Твердость снежного покрова — субстрата при передвижении животных // Зап. Забайкальского филиала географ. о-ва СССР. 1972. Вып. 4. С. 127—129.
102. Рутковская Н.В. Климатическая характеристика снежного покрова юго-востока Западно-Сибирской низменности: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Н.В.Рутковская. Томск, 1956. 18 с.
103. Рутковская Н.В. Применение метода комплексной климатологии к изучению климатических сезонов года Западной Сибири /

Н.В.Рутковская, Л.Б.Филандышева, Л.Н.Окишева // Вопросы горной гляциологии. 1977. № 6. С. 186—195.

104. Рутковская Н.В. Распределение снежного покрова в лесной зоне Западно-Сибирской низменности / Н.В.Рутковская, Л.Н.Окишева // Вопросы географии Сибири. 1966. Вып. 6. С. 40—48.

105. Сабо Е.Д. Некоторые результаты исследований формирования снежного покрова в лесу // Снежный покров, его распространение и роль в народном хозяйстве / Под ред. Г.Д.Рихтера. М., 1962. С. 98—103.

106. Савельев Б.А. Строение, состав, физико-механические свойства снега в Хибинах и их изменения в процессе метаморфизма / Б.А.Савельев, М.Н.Лаптев, Н.И.Лаптева // Снег и лавины Хибин. М., 1967. С. 201—239.

107. Снежный покров и его влияние на природные процессы и хозяйственную деятельность Тюменской области / Я.К.Башлаков. Л., 1983. 64 с.

108. Соколов В.М. Опасность снегоотложений // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М., 2005. 210 с.

109. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе в 2006 г.: обзор / Нижневарт. управление по охране окружающей среды, Сибирский науч.-исслед. и проектн. ин-т рационального природопользования; под ред. К.И.Лопатина и др. Нижневартовск, 2008. Вып 7. 126 с.

110. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б.Сочава. Новосибирск, 1978. 319 с.

111. Сукачев В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения: Программа и методика биогеоценологических исследований. М., 1966. С. 70—76.

112. Сулаквелидзе Г.К. Некоторые физические свойства снежного покрова // Вопросы изучения снега и использования его в народном хозяйстве. М., 1955. 176 с.

113. Теоретические основы биогеохимической экспертизы окружающей среды / Под ред. П.В.Ивашова. Владивосток; Хабаровск, 1998. С. 13—24.

114. Трофимов В.Т. Основные закономерности строения рельефа Западно-Сибирской плиты (анализ с инженерно-геологических позиций) // Природные условия Западной Сибири / Под ред. А.И.Попова, В.Т.Трофимова. М., 1980. Вып. 7. С. 13—36.

115. Трясцын В.Г. Снежный покров // Югория: Энциклопедия Ханты-Мансийского округа. Ханты-Мансийск, 2000. Т. 2. С. 123.
116. Тучина О.Р. О подготовке подразделений Северного УГМС к проведению Третьего МПП [Электронный ресурс] // Мат-лы информ. письма Северного УГМС № 1. Электрон. журн. Архангельск, 2010. URL: [http // www.sevmeteo.ru/articles/ 31/265/.shtml](http://www.sevmeteo.ru/articles/31/265.shtml) (дата обращения 23.10.2010).
117. Тушинский Г.К. Перекристаллизация снега и возникновение лавин / Г.К.Тушинский, Е.Ф.Гуськова, В.Д.Губарева. М., 1953. 116 с.
118. Федотов И.А. Ресурсы зимних осадков, их роль в повышении урожайности облепихи при различных схемах посадки в орошаемых и богарных условиях Алтайского Приобья / И.А.Федотов, Л.И.Шалагинова, Т.Ю.Хвоина // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем». М., 2006. С. 215—220.
119. Формозов А.Н. Снежный покров в жизни млекопитающих и птиц / А.Н.Формозов. М., 1990. 153 с.
120. Хесс М. Микроклимат горной и равнинной местности в связи с распределением снежного покрова: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / М.Хесс. Л., 1959. 20 с.
121. Холод С.С. Роль снежного покрова в дифференциации растительности южной части острова Врангеля // Ботанический журнал. 1993. Т. 78. № 1. С. 45—58.
122. Холупяк К.Л. Роль снега как фактора эрозии // Снежный покров, его распространение и роль в народном хозяйстве / Под ред. Г.Д.Рихтера. М., 1962. С. 114—121.
123. Черных Н.А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: Монография / Н.А.Черных, С.Н.Сидоренко. М., 2003. 430 с.
124. Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа / Б.Е.Чижов. Тюмень, 1998. 144 с.
125. Шереметов Р.Т. Региональные особенности снежного покрова лесостепи Приишимья (на примере юга Тюменской области): Дис. ... канд. геогр. наук / Р.Т.Шереметов; Ин-т водных и экологических проблем СО РАН. Барнаул, 2005. 147 с.
126. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л.Шишов, В.Д.Тонконогов, И.И.Лебедев. М., 1997. 235 с.
127. Шныпарков А.Л. Опасность и риск сильных снегопадов // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М., 2005. 210 с.

128. Шумский П.А. Диагенез и фирнизация снежного покрова // Снег и талые воды. М., 1956. С. 50—56.
129. Шумский П.А. Основы структурного ледоведения. Петрография пресного льда как метод гляциологического исследования / П.А.Шумский. М., 1955. 492 с.
130. Экология северного города: Монография / Под ред. Н.А.Ивановой. Ханты-Мансийск, 2008. 164 с.
131. Язиков Е.Г. Геоэкологический мониторинг / Е.Г.Язиков, А.Ю.Шатилов. Томск, 2004. 276 с.
132. Яншина А.В. Роль снега в формировании растительного покрова // География снежного покрова. М., 1960. С. 90—105.
133. Янь У. Структура растительных сообществ в связи со свойствами почвы в высокогорьях востока Цинхай-Тибетского нагорья / У.Янь, В.Г.Онипченко // Тр. Тибердинского заповедника. 2006. Вып. 30. С. 57—73.
134. Яшина А.В. О проникновении солнечной радиации в толщу снежного покрова // Роль снежного покрова в природных процессах. М., 1961. С. 138—147.
135. Paulke W. Der Schnee und seine Diagenese. Z.Gletscherkunde, XXI, 1934. S. 25.
136. Pitman D. a. B.Zuckerman. Effective thermal conductivity of snow // Res. Space Sci. SAO Spec. Report. 1968. No. 267. January 31. P. 1—24.
137. Snow Ecology; An Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems / Edited H.G.Jones, G.W.Pomeroy, D.A.Walker, R.W.Hoham. Cambridge University Press, 2001. 378 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

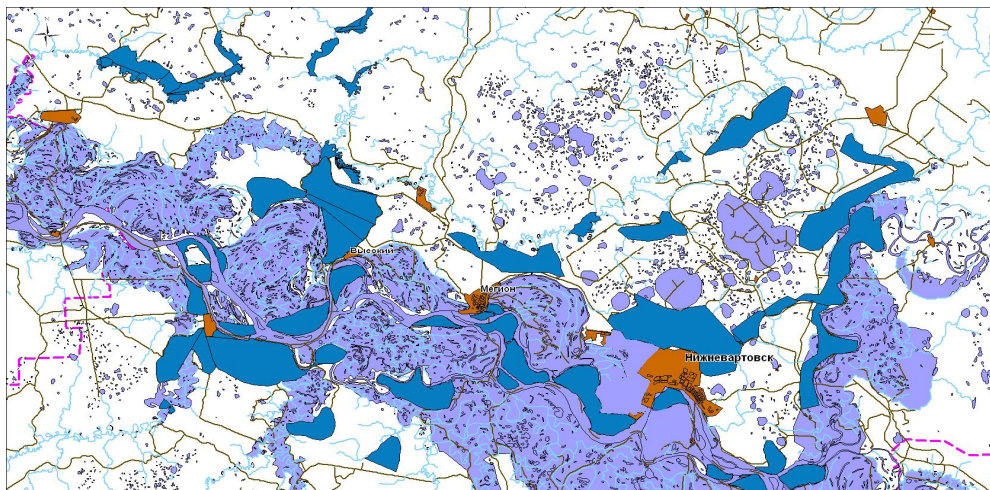
Таблица 1

Характеристика фаз нивально-гляциального периода (по В.С.Ревякину, 1977)

Характеристика		Осенние временные снежные покровы	Фаза интенсивного снегонакопления	Трансформация и уплотнение снежной толщи		Снеготаяние	Сход снежного покрова
Критерий начала фазы		Первый снежный покров, устойчивые заморозки	Образование устойчивого СП, начало устойчивых морозов	Устойчивый переход через -15°C		Прекращение устойчивых морозов	Разрушение снежного покрова
Средняя суточная температура		$0 \dots -5^{\circ}\text{C}$	Устойчивое понижение температуры	-15°C и ниже	Устойчивое повышение после -15°C	$-5 \dots 0^{\circ}\text{C}$	$0 \dots +5^{\circ}\text{C}$
Снежный покров	Высота	Временно	Быстрый рост	Слабый рост	Максимум	Резко уменьшается	Временно
	Водозапас	Временно	Быстрый рост	Слабый рост	Приближается к максимуму	Достигает максимума и резко уменьшается	Временно
	Метаморфизм	—	Первичный диагенез	Конструктивный метаморфизм	Регрессивный метаморфизм	Фирнизация	—

Подходы при выделении фаз холодно-снежного периода

Автор	Критерии выделения фаз	Фазы холодно-снежного периода						
Ревякин В.С. (1977)	Процессы динамики и трансформации снежной толщи	Фаза осенних временных снежных покровов (предзимье)	Фаза интенсивного накопления (ранняя зима)	Фаза трансформации снежной толщи (морозная зима)	Фаза уплотнения снежной толщи (поздняя зима)	Фаза снеготаяния	Фаза схода снежного покрова (послезимье)	
Рутковская Н.В. (1979)	Изменения в режиме тепла и влаги и соотношения между ними в течение года	Предзимье	Умеренно морозная зима	Значительно морозная зима	Предвесенье	Снеготаяние	Послезимье	—
Гордеев Ю.И. (2000)	Фенологические явления	Глубокая осень или предзимье («вал эк юх тылыс»)	Умеренная зима («жэрсики»)	Морозная зима («ишкки нови»)	Глухозимье («инк хальты тылыщ»)	Послезимье («лапас оланг лоламты тылыщ»)	Предвесенье («айкер нови»)	Снеготай («ворнэт тылыс»)
Кузнецова Э.А. (2010)	Температурный режим и метаморфизм снежной толщи	Временный снежный покров	Фаза интенсивного снегонакопления (аккумуляции)	Трансформация и уплотнение снежной толщи	Снеготаяние	Сход снежного покрова	—	—



Условные обозначения

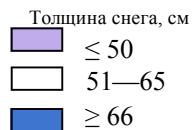


Рис. 1. Среднее значение толщины снега на территории Нижневартовского района

Типы воздействия объектов НГП на снежный покров и их последствия

№	Объект НГП	Воздействие	Последствия
1	Нефтегазопроводы, водоводы	Поступление в снежный покров нефти и нефтепродуктов в результате аварий	Изменяются физико-химические свойства снежной толщи, происходит торможение процессов, нарушается тепло- и газообмен снежного покрова, вследствие этого изменяются микроклиматические условия территории. Ухудшается структура снежного покрова, реакция водного раствора сдвигается в щелочную сторону. Загрязняющие вещества поступают в водотоки вместе с талыми водами
2	Дороги и другие сооружения, линии электропередач и связи	Уплотнение снежной толщи, внесение загрязняющих веществ	Нарушается структура снежного покрова, изменяются его зернистость и плотность. Сооружение зимников на поверхностях с большим уклоном приводит к созданию сезонных запруд: сильно уплотненный снег в период снеготаяния является причиной затопления значительных площадей
3	Кустовые основания, кустовые насосные станции	Тепловое воздействие от тепловыделяющих агрегатов и объектов, утечки химреагентов, сточных вод, перераспределение и загрязнение снежного покрова	Изменяются физико-химические свойства снежной толщи, нарушается тепло- и газообмен снежного покрова, изменяется его структура
4	Скважины		
5	ДНС (дожимная насосная станция)		

6	Пункт сбора нефти		
7	Карьеры по добыче нерудных строительных материалов	Уничтожение снежного покрова, разрушение его структуры, загрязнение токсичными веществами, строительным мусором	Нарушается тепловой и водный баланс территории, деградирует почвенно-растительный покров, формируются отрицательные формы микрорельефа вследствие развития эрозионных процессов
8	Строительство трубопроводов, строительно-монтажные и ремонтные работы	Изымание снежного покрова, его разрушение, загрязнение токсичными веществами	Изменяются морфологические признаки снежного покрова, весь комплекс физических, химических и биологических свойств; нарушаются гидрологический, воздушный и тепловой режимы территории; ухудшается состояние ландшафтов. Концентрация стока приводит к водной и ветровой эрозии, гибели растительности
9	Факелы сжигания попутного нефтяного газа	В снежный покров поступают продукты сгорания углеводородов, снежный покров уничтожается	Происходит химическое, тепловое и световое загрязнение атмосферы и окружающих территорий, формируются нефтяные бедленды со шлаковыми корами, нарушается почвенно-растительный покров, изменяются микроклиматические показатели территории, уничтожается животный мир
10	Нефтешламные амбары	Поступление в снежный покров загрязняющих веществ	Увеличивается минерализация поверхностных вод при попадании в них пластовых и буровых растворов вместе с талыми водами. Загрязняются подземные и поверхностные воды нефтью и нефтепродуктами. Происходит загрязнение земель пластовыми и буровыми растворами (солевое загрязнение)

Приложение 5

Таблица IV

**Концентрация тяжелых металлов в снежном покрове
на территории г. Нижневартовска**

Микрорайон	Цинк	Кадмий	Свинец
	мг/дм³	мг/дм³	мг/дм³
1 мкр.	0	0	0
2 мкр.	0,205	0,0052	0,0008
3 мкр.	0	0	0,00066
4 мкр.	0,0385	0,00001	0,00054
5 мкр.	0,018	0,00005	0,00075
6 мкр.	0,021	0,00001	0,0009
7 мкр.	0,0166	0,002	0,00253
8 мкр.	0	0,0055	0
9 мкр.	0	0	0,0012
10 мкр.	0,0087	0	0,00019
10 А мкр.	0	0,00001	0,00019
10 Б мкр.	0	0	0
10 В мкр.	0	0	0,011
10 Г мкр.	0	0	0
11 мкр.	0,0475	0,00044	0,0013
12 мкр.	0,17	0,00073	0,0027
13 мкр.	0,445	0,0045	0,00235
14 мкр.	0,425	0,024	0,071
15 мкр.	0,00375	0,005055	0,0007
16 мкр.	0,0155	0,024	0,062
I перекресток	0	0,0046	0,0051
II перекресток	0	0,045	0,1
Фоновый участок	0	0,0009	0,0048
Среднее значение	0,061502	0,005316	0,011683
ПДК (предельно допустимая концентрация), мг/дм ³	1	0,001	0,01

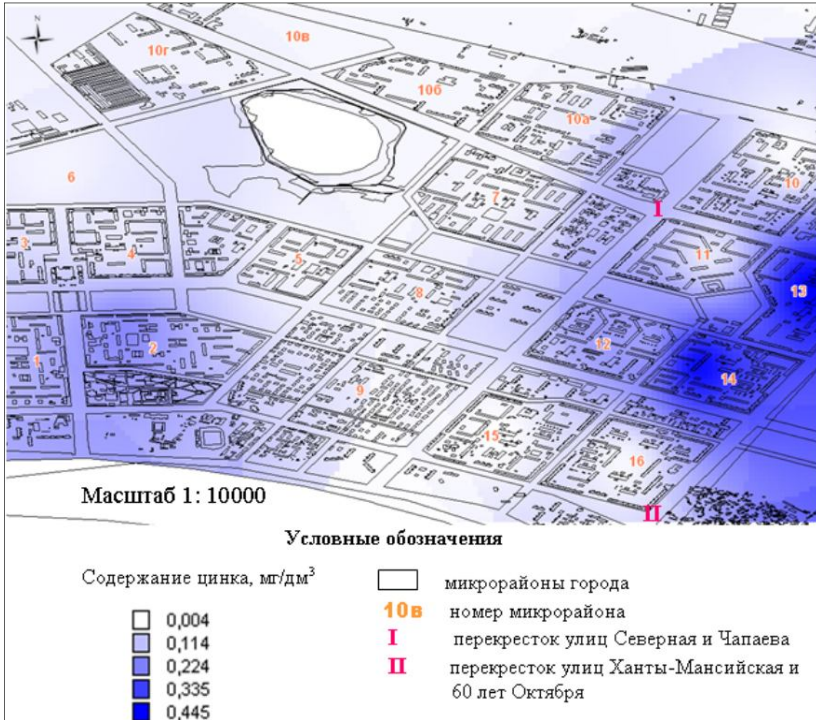


Рис. II. Карта-схема распределения цинка в снежном покрове на территории г.Нижневартовска



Рис. III. Карта-схема распределения свинца в снежном покрове на территории г.Нижневартовска



Рис. IV. Карта-схема распределения кадмия в снежном покрове на территории г.Нижневартовска

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. АСПЕКТЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СНЕЖНОГО ПОКРОВА	7
1.1. Снеговедение в междисциплинарном анализе снежного покрова	7
1.2. Направления изучения снежного покрова	9
1.3. Снежный покров как система	21
1.4. Функции снежного покрова	29
Глава 2. МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА	42
2.1. Методы изучения пространственно-временных характеристик снежного покрова	44
2.2. Физико-химические методы авторского изучения снежного покрова	47
2.3. Статистические методы исследования снежного покрова	51
Глава 3. ФАКТОРЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА	54
3.1. Пространство и время в жизненном цикле снежного покрова	54
3.2. Геоморфологические факторы распределения снежного покрова	57
3.3. Климатические факторы формирования снежного покрова	60
3.4. Временная и территориальная изменчивость снежного покрова	76
3.5. Гидрологические факторы и снежный покров	86
3.6. Влияние почвенно-растительного покрова на распределение снежного покрова	89
3.7. Ландшафтные факторы распределения и динамики снежного покрова	92

Глава 4. СНЕЖНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО РЕГИОНА	98
4.1. Влияние недропользования на состояние снежного покрова.....	98
4.2. Использование снежного покрова при поиске месторождений нефти и газа	115
4.3. Снежно-экологические проблемы северных городов	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	128
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	130
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	141

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 21.05.2015
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 9,5
Тираж 300 экз. Заказ 1668

*Отпечатано в Издательстве
Нижевартовского государственного университета
628615, Тюменская область, г.Нижевартовск, ул.Дзержинского, 11
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru*