

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЕВ СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКАХ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

**Москвин Юрий Павлович**

Кандидат географических наук, старший научный сотрудник,  
Государственный гидрологический институт  
25.00.27  
yrmosk@gmail.com

**Аннотация.** Данные многолетних экспедиционных наблюдений за снежным покровом, совместно с результатами авиационных гаммасъемок позволили оценить неравномерность распределения запасов воды в снежном покрове по территории полуострова Ямал. Используя данные наблюдений сетевых метеостанций, выявлена временная изменчивость высот снежного покрова на рассматриваемой территории, а также построены карты изменчивости распределения снежного покрова. Гидрологические и водно-тепlobалансовые исследования позволили оценить коэффициенты весеннего стока, с учетом которых построена карта слоев стока весеннего половодья на полуострове Ямал.

**Ключевые слова:** Закономерности распределения снега, коэффициенты стока, карты слоев половодья.

## DETERMINATION OF SPRING FLOOD LAYERS IN RIVERS OF THE YAMAL PENINSULA

**Moskvin Iurii Pavlovich**

Ph.D. of Geographical Sciences, Senior Research Fellow  
National Institute of Hydrology

**Abstract.** Long-term expeditionary snow cover observation data coupled with results of aerial gamma-ray surveys enabled assessing nonuniformity in distribution of water storage in the snow cover over the Yamal peninsula. Temporal variability of snow cover depth over the study area was revealed with the use of observation data from meteorological network, and maps of variability in snow cover distribution were constructed. Hydrological and heat-water balance studies enabled determination of spring runoff coefficients which were taken into account in mapping spring flood layers of the Yamal peninsula.

**Key words:** Regularities of snow cover distribution, runoff coefficients, maps of flood layers.

**В** период весеннего половодья на реках Крайнего Севера Западной Сибири стекает 75-90% общего объема годового стока. Столь большая доля весеннего стока рек не только повышает требования к расчету гидрологических характеристик весеннего половодья, но и определяет первоочередность изучения процессов формирования стока в весенний период. Большие объемы весеннего стока обусловлены, прежде всего, длительностью холодного периода года, в течение которого происходит аккумуляция выпадающих атмосферных осадков. Таким образом, расчет максимальных запасов воды в снежном покрове является первостепенной задачей при расчетах характеристик максимального стока весеннего половодья рассматриваемого района.

Расчет максимальных запасов воды в снежном покрове на водосборах рек рассматриваемого региона встречает ряд трудностей, связанных не только с отсутствием сведений о закономерностях распределения снега на различных ландшафтах Крайнего Севера, но и с методическими недостатками снегомерных наблюдений, проводимых метеорологическими станциями в этом районе. К этим недостаткам следует отнести: нерепрезентативность для материковой части полуостровов наблюдений на снегомерных маршрутах, вследствие их прибрежного расположения (Карское море, Обская и Тазовская губа), а также размещение указанных снегомерных маршрутов на плоских водораздельных пространствах, не позволяющих учитывать накопление снега в овражной сети и речных долинах.

Зимний период в арктической части Западной Сибири характеризуется сильными ветрами, что создает исключительно благоприятные условия для снегопереноса по площади и накопления снега в речной и овражной сети [1]. Для рассматриваемого района площадь, занятая врезами гидрографической сети, составляет 6-15% площади водосборов. В весенний период в отдельных оврагах глубина снежного покрова достигает 6-7 метров. В соответствии с требованиями “Указаний по производству снегомерных наблюдений на гидрометеорологических станциях и постах” [2], максимальные запасы воды в снежном покрове, по данным ландшафтно-маршрутных снегосъемок, рассчитываются как средневзвешенные с учетом площадей, занимаемых основными элементами ландшафта. Вопреки рекомендациям [2], по имеющимся у нас данным, ни одна метеостанция в данном районе наблюдений в оврагах и долинах рек не ведет.

Таким образом, решение проблемы определения максимальных влагозапасов в снежном покрове на водосборах полуостровов Ямал, Гыданский и Тазовский требует решения трех задач: 1) разработки методики производства наблюдений за снегом в оврагах при 6-7 метровой высоте и плотности, достигающей 0,5-0,6 г/см<sup>3</sup>, 2) обоснования методов исправления данных многолетних наблюдений метеостанций на величину недоучета снегопереноса и снегонакопления в долинах рек и оврагах, 3) разработки методов экстраполяции данных прибрежных снегосъемок на материковую часть.

Экспедиционные исследования, проведенные в течение 10-ти лет ГГИ в северной и южной частях полуострова Ямал, позволили разработать методику выполнения максимальных снегосъемок и расчета запасов воды в снеге в условиях овражной местности Крайнего Севера Западной Сибири [1]. Сравнение полученных результатов расчета с данными максимальных снегосъемок сетевых метеостанций, выполненное за период экспедиционных наблюдений, показало, что недоучет влагозапасов сетевыми метеостанциями в снеге овражной

сети составляет от 22 до 27% от их величины на водораздельных пространствах.

Количественный учет максимальных влагозапасов в снежном покрове на речных водосборах, при отсутствии данных наблюдений на материковой части района, возможен только при проведении экспедиционных снегосъемок совместно с авиационными гамма-съемками, выполненными на больших территориях. Указанные работы проводились ГГИ на полуострове Ямал в 1989-1990 г.г. [1]. Общая протяженность авиационных гамма-съемок ежегодно составляла порядка 1350 км, что вполне достаточно для изучения процессов снегопереноса. Основной структурной единицей сети снегосъемки является маршрут, представляющий собой по возможности прямой участок, начинающийся и оканчивающийся хорошо заметными естественными ориентирами. На каждом маршруте, в зависимости от его длины, определялось от 30 до 160 осредненных точек. Поскольку маршруты гамма-съемок выбирались визуально по ландшафтным признакам, получаемые данные нуждались в проверке на однородность залегания снежного покрова двух равных частей каждого маршрута по средним значениям и дисперсиям. Если маршрут оказывался неоднородным, то для дальнейшего использования каждая его часть рассматривалась как самостоятельный участок, обладающий собственными характеристиками.

Полученные по отдельным маршрутам данные о запасах воды в снежном покрове были приведены к многолетнему периоду. Приведение выполнено по данным наблюдений метеорологических станций, по зависимости  $S_i = f(S)$ , где  $S_i$  – максимальные запасы воды в снеге за конкретный год,  $S$  – среднее многолетние значения. Наиболее продолжительные ряды наблюдений за снежным покровом (с 1937 по настоящее время) имеют метеостанции Яр-Сале, Салехард, Новый Порт, Се-Яха и ст. им. Попова. Оценка репрезентативности указанного периода проводилась с использованием разностных интегральных кривых. В результате было установлено, что указанный период равномерно охватывает как малоснеж-

ные, так и многоснежные годы наблюдений. Пропуски в рядах наблюдений и приведение коротких рядов снеговъемок других станций осуществлялось методом множественной линейной корреляции.

Полученные характеристики максимальной высоты снежного покрова после восстановления пропусков и приведения к многолетнему периоду для станций, расположенных на полуострове Ямал, приведены в табл.1.

Таблица 1

**Характеристики максимальной высоты снежного покрова ( $H_{cp}$ ) по данным метеостанций полуострова Ямал**

Метеостанция	$H_{cp}$ , см	$C_v$	$C_s$
Имени Попова	47	0,36	0,24
Тамбей	40	0,28	0,54
Харасавей	31	0,29	0,26
Се-Яха	43	0,34	0,11
Каменный Мыс	61	0,31	0,43
Яр-Сале	34	0,29	0,34
Новый Порт	48	0,30	1,33
Тадибеяха	61	0,25	0,24

В результате выполненных расчетов для каждого из снегомерных участков были получены значения среднемноголетней максимальной высоты снежного покрова. Картирование максимальных высот снежного покрова позволяет отметить некоторую закономерность в их распределении на полуострове Ямал. Минимальная высота снега характерна для центральных частей полуострова (35-45см), относительное увеличение высот снежного покрова (до 50-60см) отмечается вдоль западного и восточного побережья Ямала. Некоторое увеличение высот снега прослеживается также и с юга на север (от 40-50 см на юге до 60-70 см на севере). Отмечается некоторый минимум южнее Байдарацкой губы, что является следствием влияния Уральских гор, препятствующих западному переносу.

Временная изменчивость максимальных высот снежного покрова практически для всех станций полуострова Ямал заключается в пределах  $C_v = 0,25-0,36$ . Поэтому для простоты решения практических задач была построена карта средних по маршрутам, максимальных многолетних (1% обеспеченности) высот снежного покрова при  $C_v = 0,30$  [1].

Для определения пространственной изменчивости максимальных высот снежного покрова были рассчитаны коэффициенты вариации высот снега на отдельных маршрутах, по данным которых построена карта (рис.1).

Полученная карта свидетельствует об увеличении характеристик изменчивости максимальных высот снежного покрова в центральных частях полуострова Ямал и их уменьшении в прибрежных зонах. Указанное обстоятельство вполне правомерно, поскольку изменчивость высот снежного покрова является следствием расчлененности рельефа местности. В центральных частях полуострова, где абсолютные отметки поверхности земли достигают значений 50-70 м БС, за счет эрозионной деятельности озерных котловин, водораздельных склонов, рельеф имеет большие перепады высот, чем в прибрежной зоне. Территория, примыкающая к Карскому морю и Обской губе, в сравнении с центральными частями полуострова, более ровная, имеет небольшие перепады высот и, как следствие, более ровное залегание снежного покрова.

Осредненные и приведенные к многолетним значениям запасов воды в снежном покрове данные результатов гамма-съемок послужили основой для построения карт среднемноголетнего слоя стока весеннего половодья.

Гидрологические и водно-теплобалансовые наблюдения, проведенные в течение ряда лет на полуострове Ямал, позволили получить данные о коэффициентах стока весеннего половодья.

Средние по водосборам коэффициенты стока по наиболее продолжительному ряду наблюдений имеют минимальное значение, равное 0,74 (1986 г.), т.е. затраты влаги на ис-

парение и изменение влагозапасов в почво-грунтах составили 26% (около 80 мм) от воды, поступившей на водосбор за период половодья. Максимальные значения коэффициентов стока в 50% случаев (четыре из восьми лет наблюдений) превышали 0,90. Располагая данными об испарении и изменении влагозапасов на исследуемых водосборах, были рассчитаны водные балансы водосборов за весенний период года. Полученные результаты полностью подтвердили полученные коэффициенты стока. Причем было установлено, что на испарение с водосборов расходуется не только влага, поступающая на поверхность при таянии снежного покрова, но и ежегодно отмечается некоторое иссушение оттаявшего к концу весеннего периода слоя почво-грунтов.

Учитывая выше сказанное, а также вводя некоторое относительно гарантированное превышение расчетных величин слоев весеннего половодья, можно принять в качестве расчетного максимальный наблюдаемый коэффициент стока, равный 0,96. Следует иметь в виду, что максимальные значения коэффициентов стока будут наблюдаться в годы с высокой дружностью весеннего половодья и наиболее коротким периодом весеннего стока, что связано с наименьшими потерями стока на испарение, то есть в годы формирования половодий высокой обеспеченности, расчетные значения которых используются при проектировании.

Продолжительность весеннего половодья достаточно надежно определяется методами регрессионного анализа. Это позволяет, на основе данных наблюдений метеорологических станций, определить величины ежегодных жидких осадков, выпадавших в течение весенних половодий за весь период наблюдений. Затем, используя результаты, полученные при изучении пространственной и временной изменчивости распределения снежного покрова, и принимая коэффициент стока равным 0,96, были рассчитаны слои стока и составлена карта среднееголетних слоев стока весенне-летнего половодья рек для территории полуострова Ямал (рис. 2).



Рис. 1. Коэффициенты вариации высоты снежного покрова.

Как следует из рисунка, распределение среднееголетних слоев стока весенне-летнего половодья рек полуострова Ямал имеет определенную закономерность. Наименьшие слои стока весенне-летнего половодья (190 мм) характерны для центральных частей полуострова. Относительное увеличение рассматриваемой характеристики (до 250 мм) отмечается в прибрежных районах.

Такое распределение слоев весенне-летнего половодья обусловлено характером выпадения твердых осадков и снегопереносом, что подтверждается данными гамма-съемок.

Полученные результаты значительно расходятся с аналогичными картами [3], где отмечается закономерное уменьшение слоев

стока с юга на север. Последнее объясняется, прежде всего, отсутствием режимных наблюдений на реках арктической зоны Западной Сибири и, как следствие – переносом гидрологических характеристик из центральных районов Западной Сибири на совершенно неизученные территории Крайнего Севера. Полученные карты (рис.1, 2) были использованы при разработке методов расчета максимальных расходов воды для полуострова Ямал [1].



Рис. 2. Среднемноголетние  
слои стока весенне-летнего  
половодья.

### Список литературы

1. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири. Под редакцией С.М.Новикова. – СПб ВВМ. 2009. 536 с.
2. Указания по производству снегомерных наблюдений на гидрометеорологических станциях и постах. Валдай. Гидрометеиздат, 1965.-58 с.
3. СНиП 2.01.14-83.