

## РЕЖИМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА СКЛОНАХ ЮЖНОГО И ВОСТОЧНОГО ГОРНЫХ ОБРАМЛЕНИЙ ФЕРГАНСКОЙ ВПАДИНЫ

*О.А. Подрезов, А.О. Подрезов*

---

Рассматриваются высотные зависимости основных характеристик снежного покрова по наземным, вертолетным и космическим данным для северного склона широтного Алайского хребта и западного субмеридионального склона Ферганского хребта, являющихся южным и восточным горными обрамлениями Ферганской впадины.

*Ключевые слова:* Ферганский хребет; Алайский хребет; снежный покров.

Снежный покров является важным элементом климата горных районов, обуславливая не только характеристику доли твердых осадков в их общей годовой сумме, но и в значительной мере характер питания рек, интенсивность половодий, паводков и селей [1–3]. В засушливых районах, к которым относится днище Ферганской котловины, возможности весенне-раннелетних накоплений воды в

подгорных водохранилищах определяются прежде всего стаявшим на склонах снегом.

Западный склон субмеридианального Ферганского хребта (средняя высота гребня – 3,6 км) расположен нормально к влагонесущим потокам общей циркуляции атмосферы, что обуславливает наличие здесь области максимального увлажнения в Кыргызстане (до 1500–

2000 мм в году). Сопредельный с ним северный склон широтного более высокого Алайского хребта (средняя высота гребня – 4,5 км) имеет касательный характер к циркуляционным потокам и поэтому характеризуется значительно меньшим увлажнением, несмотря на большие высоты [4]. Оба склона хребта являются соответственно восточным и южным горными обрамлениями Ферганы, питая многочисленные реки этого региона, имея существенный снежный покров при недостаточно изученном его режиме [2, 3].

Целью настоящей работы явилась оценка высотных зависимостей дат и продолжительности залегания устойчивого снежного покрова, его возможной максимальной высоты и поверхностной плотности (водозапаса) по наземным и вертолетным данным, а также динамики заснеженности склонов в весенне-летне-осенний периоды по спутниковым снимкам.

В качестве исходных данных использованы: 1) Климатический справочник [5] и результаты снегомерных съемок 43 метеостанций и метеопостов за 1942–1979 гг., расположенных в диапазоне высот 710–3150 м; 2) наблюдения за снежным покровом в горах на снегопунктах и по вертолетным рейкам за зимы 1973–1988 гг. в среднегорной и высокогорной зонах [6]; 3) обобщенные данные снегопунктов и вертолетных реек САНИГМИ [7]; 4) 9 спутниковых снимков НОАА снежного покрова западного склона Ферганского хребта и бассейна р. Карадарья за теплый период 2009–2010 гг.

*1. Даты установления схода и продолжительность залегания устойчивого снежного покрова*

Высотные зависимости дат установления ( $X$ ), схода ( $Y$ ) и продолжительности залегания ( $N$ )

устойчивого снежного покрова были рассчитаны нами путем осреднения таких зависимостей, полученных САНИГМИ [4] для 3 бассейнов рек Ферганского хребта, бассейна р. Тар, являющегося стыком Ферганского и Алайского хребтов, и 4 бассейнов рек Алайского хребта по данным снегопунктов и вертолетных авиареек в среднем за 15 лет (по 1985 г.). Разброс индивидуальных высотных зависимостей, объясняемый спецификой расположения и орографии бассейнов рек, как оказалось, небольшой, так что осредненные зависимости хорошо отражают основные закономерности высотного распределения  $X$ ,  $Y$  и  $N$  на склонах Ферганского и Алайского хребтов.

Из табл. 1 следует, что все три вида зависимостей –  $X(z)$ ,  $Y(z)$  и  $N(z)$  – близки к линейным для разных хребтов. Так, на высоте 1 км снежный покров южного положения хребтов, всюду устанавливается поздно в пределах 15–20 декабря, сходит рано – 8–25 февраля, имея продолжительность всего 50–72 дня (14–20% от года). На высоте 2 км разброс данных существенно больше и эти параметры выглядят так: 23 ноября – 5 декабря, 14 марта – 10 апреля, 99–138 дней (28–38%). На 3 км даты установления снежного покрова смещаются на вторую половину октября – начало ноября (18.10–05.11), даты схода – на май (2.05–30.05), так что продолжительность залегания составляет 161–224 дня (44–61%). Наконец, на предельных высотах 4 км (где имелись наблюдения) снежный покров устанавливается в самом начале октября (1–5.10), сходит только в июле (10–12.07), имея продолжительность около 282 дней (77%).

Из этих данных видно, что на высотах до 1,5–2 км на более многоснежном Ферганском хребте снежный покров устанавливается на 5–10 дней раньше, а сходит примерно на 15 дней

Таблица 1

Высотные зависимости дат установления ( $X$ ), схода ( $Y$ ) и продолжительности залегания ( $N$  – дни и % в скобках от года) залегания снежного покрова

| z, км | Ферганский хребет |       |         | р. Карадарья |       |         | Алайский хребет |       |         |
|-------|-------------------|-------|---------|--------------|-------|---------|-----------------|-------|---------|
|       | $X$               | $Y$   | $N$     | $X$          | $Y$   | $N$     | $X$             | $Y$   | $N$     |
| 1     | 15,12             | 25,02 | 72(20)  | 20,12        | 08,02 | 50(14)  | 17,12           | 16,02 | 58(16)  |
| 1,5   | 7,12              | 17,03 | 100(27) | 13,12        | 28,02 | 77(21)  | 10,12           | 8,03  | 92(25)  |
| 2     | 23,11             | 10,04 | 138(38) | 03,12        | 25,03 | 112(31) | 5,12            | 14,03 | 99(28)  |
| 2,5   | 7,11              | 05,05 | 179(49) | 20,11        | 18,04 | 129(35) | 23,11           | 6,04  | 130(36) |
| 3     | 18,10             | 30,05 | 224(61) | 05,11        | 15,05 | 161(44) | 1,11            | 2,05  | 170(47) |
| 3,5   | 5,10              | 3,07  | 271(74) | 15,10        | 12,06 | 240(66) | 19,10           | 1,06  | 226(63) |
| 4     |                   |       |         | 01,10        | 10,07 | 282(77) | 5,10            | 12,07 | 281(77) |

позже, чем в переходной зоне – бассейне р. Карадарья и на Алайском хребте. На высотах 3,5 км разница в продолжительности залегания составляет около 1,5 месяца. Вертикальный градиент  $dN/dz$ , характеризующий увеличение длительности залегания на 1 км высоты, составляет: Ферганский хребет – 80 дней/км, бассейн р. Карадарья – 77 дней/км, Алайский хребет – 74 дня/км. Относительная близость значений градиентов легко объяснима – режим залегания снега в первую очередь определяется близостью режимов температуры в этом достаточно компактном регионе.

2. *Высота и плотность снежного покрова*

В табл. 2 приведены оценки высотных зависимостей высоты снега  $h$  (см), полученные аналогично п. 1 осреднением данных САНИГМИ [7] для западного склона Ферганского хребта, бассейна р. Карадарья и северного склона Алайского хребта, которые соответствуют дате  $D$  – максимального в году водозапаса снега (см. следующий пункт). Если  $h(z)$  были получены по данным прямых вертолетных наблюдений за авиарейками, то значения плотностей  $\rho$  рассчитаны по формуле САНИГМИ [4] для слежавшегося снега к концу зимы

$$\rho = 0,075h^{0,30} + 0,032, \quad (1)$$

где  $\rho$ , г/см<sup>3</sup>,  $h$ , см.

Зависимости  $h(z)$  по табл. 2 хорошо аппроксимируются экспоненциальными регрессиями ( $z$ , км):

$$h(z) = 14,343e^{0,8253z} \text{ (Ферганский хребет),} \quad (2)$$

$$h(z) = 7,923e^{0,8603z} \text{ (Алайский хребет),} \quad (3)$$

которым соответствуют высокие индексы корреляции, равные 0,99.

В табл. 2 приведены также средние по всем 8 бассейнам (т. е. исследуемому району в целом) значения  $h_{\text{сред}}$  и  $\rho_{\text{сред}}$  и значения  $\Delta h$  (см), характеризующие максимальный разброс оценок  $h$  по трем высотным зависимостям табл. 2.

Наглядно видно, что  $h$  во всех случаях экспоненциально быстро растет с высотой, причем на Ферганском хребте этот рост выражен намного сильнее. При этом бассейн р. Карадарья и Алайский хребет по существу описываются одной и той же зависимостью, некоторые различия возникают только на предельной высоте 4 км.

Так, на высоте 1 км на Ферганском хребте  $h=35$  см, а на Алайском  $h=16$  см, на 2 км эти цифры равны соответственно 70 и 44 см на 3,5 км – 268 и 175 см. При этом  $h_{\text{сред}}$  на этих трех высотах составляет 22, 53 и 206 см. Различия  $\Delta h$  высоки и увеличиваются с высотой от 12–19 см в зоне подножий почти до одного метра в пригребневых областях.

Плотность снега  $\rho_{\text{сред}}$  на дату  $D$  высока: она увеличивается с высотой от 0,22–0,26 г/см<sup>3</sup> в зоне подножий до 0,28–0,31 г/см<sup>3</sup> в зоне 2–2,5 км и 0,35–0,40 г/см<sup>3</sup> в зоне 3,5 км и выше.

Эти данные можно существенно дополнить результатами сделанной нами статистической обработки, наблюдений по авиарейкам по бассейнам рек Кугарт (Ферганский хребет), Яссы (р. Тар) и Исфайрамсай (Алайский хребет) за зимы 1973-1988 гг., которые приведены в табл. 3. В ней для различных высотных зон (через 500 м) показано число случаев наблюдений по авиарейкам  $n$ , рассчитанные по этим выборкам  $h_{\text{сред}}$ ,  $h_{\text{макс}}$ , а также коэффициенты вариации  $c(h) = s / h_{\text{сред}}$

( $s$  – среднее квадратическое отклонение). Кро-

Таблица 2

Высотные зависимости высоты снежного покрова  $h$  (см) и его плотности  $\rho$  (г/см<sup>3</sup>) на дату  $D$  максимального в году водозапаса снега

| z, км | Ферганский хребет |        | Бассейн р. Карадарья |        | Алайский хребет |        | $h_{\text{сред}}$ | $\rho_{\text{сред}}$ | $\Delta h = h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}}$ |
|-------|-------------------|--------|----------------------|--------|-----------------|--------|-------------------|----------------------|---|
|       | $h$               | $\rho$ | $h$                  | $\rho$ | $h$             | $\rho$ |                   |                      |   |
| 1     | 35                | 0,25   | 16                   | 0,20   | 16              | 0,20   | 22                | 0,22                 | 19  |
| 1,5   | 48                | 0,27   | 36                   | 0,25   | 36              | 0,25   | 40                | 0,26                 | 12  |
| 2     | 70                | 0,30   | 44                   | 0,27   | 44              | 0,27   | 53                | 0,28                 | 26  |
| 2,5   | 112               | 0,34   | 65                   | 0,29   | 65              | 0,29   | 81                | 0,31                 | 47  |
| 3     | 170               | 0,38   | 100                  | 0,33   | 100             | 0,33   | 123               | 0,35                 | 70  |
| 3,5   | 268               | 0,43   | 175                  | 0,39   | 175             | 0,39   | 206               | 0,40                 | 93  |
| 4     |                   |        | 205                  | 0,40   | 235             | 0,42   | 220               | 0,41                 | 30  |

ме того, совокупности значений  $h$  по каждой высотной зоне были аппроксимирована гамма-распределениями (параметры которых  $\alpha$  и  $\beta$  найдены по выборкам) и по результатам аппроксимаций рассчитаны квантильные значения  $h$  с обеспеченностью 0,90; 0,95; 0,97 и 0,99.

Прежде всего, отметим большой объем наблюдений по авиарейкам, который по отдельным бассейнам колебался от 167 до 632 (всего 1294 отсчетов), что позволило надежно рассчитать  $h_{\text{сред}}$ ,  $c(h)$  и произвести аппроксимации гамма-распределением.

Данные табл. 3 хорошо подтверждают полученные выше (табл. 2) закономерности по режиму  $h$ . Кроме того, они позволяют сделать следующие дополнительные выводы. Средние значения  $h$  растут в бассейне р. Кугарт от 50 см в зоне 2–2,5 км до 149 см в зоне 3–3,5 км. На стыке хребтов в бассейне р. Яссы этот рост значительно меньше, от 30 до 89 см, а в бассейне р. Исфайрамсай еще меньше, до 36 см в зоне 3–3,5 км.

Коэффициент вариации  $c(h)$  высок: он около 1,0 в области 2–3 км, уменьшится до 0,55–0,65 на высотах 3–3,5 км (р. Кугарт и Яссы), но остается большим во всех зонах в бассейне Исфайрамсай, что говорит о значительной внутри – и межгодовой изменчивости режима  $h$ .

В соответствии с этим фактически зарегистрированные  $h_{\text{макс}}$  при лидирующем положении Ферганского хребта очень высоки: 400 см в бассейне р. Кугарт (зона 3–3,5 км), 260 см в бассейне р. Яссы (зона 2,5–3 км) и 200 см на Алайском хребте (зона 3,5–4 км).

Аналогично высоки и квантильные значения  $h$ , которые следует рассматривать как более устойчивые оценки  $h_{\text{макс}}$  по сравнению с фактическими зарегистрированными. Так, для высотных зон 3–3,5 км и обеспеченностей 0,90 и 0,99 имеем: Ферганский хребет,  $h_{0,90}=281$  и  $h_{0,99}=465$  см; стык хребтов,  $h_{0,90}=157$  и  $h_{0,99}=241$  см; Алайский хребет  $h_{0,90}=80$  и  $h_{0,99}=156$  см (в зоне 3,5–4 км  $h_{0,90}=90$  и  $h_{0,99}=195$  см).

Все эти данные говорят о возможных весьма больших высотах снежного покрова в высокогорных зонах обоих хребтов и очень больших значениях  $h$  на субмеридианальном Ферганском хребте.

### 3. Поверхностная плотность (водозапас) снежного покрова

Поверхностная плотность снежного покрова  $S$  (кг/м<sup>2</sup>) есть масса снега, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> земной поверхности. Численно  $S$  равна водозапасу толщи снега в мм слоя воды. Это одна

Таблица 3

Статистическая характеристика режима  $h$  по данным авиареек за 1973–1988 гг. для трех бассейнов рек

| Высота, км                                     | Статистики по выборкам |                        |        |                        | Квантильные значения $h$ , см |      |      |      |
|--|------------------------|------------------------|--------|------------------------|-------------------------------|------|------|------|
|  | Число случаев $n$      | $h_{\text{сред}}$ , см | $c(h)$ | $h_{\text{макс}}$ , см | 0,90                          | 0,95 | 0,97 | 0,99 |
| р. Кугарт (Ферганский хребет)                  |                        |                        |        |                        |                               |      |      |      |
| 2–2,5  | 216                    | 50                     | 1,02   | 235                    | 118                           | 154  | 180  | 238  |
| 2,5–3  | 252                    | 81                     | 0,96   | 300                    | 184                           | 237  | 276  | 360  |
| 3–3,5  | 164                    | 149                    | 0,66   | 400                    | 281                           | 338  | 379  | 465  |
| Всего  | 632                    | 88                     | 0,90   | 400                    |                               |      |      |      |
| р. Яссы (стык Ферганского и Алайского хребтов) |                        |                        |        |                        |                               |      |      |      |
| 1,5–2  | 50                     | 12                     | 1,82   | 102                    | 35                            | 53   | 70   | 105  |
| 2–2,5  | 31                     | 30                     | 0,98   | 90                     | 69                            | 90   | 105  | 137  |
| 2,5–3  | 70                     | 67                     | 0,90   | 260                    | 148                           | 188  | 218  | 281  |
| 3–3,5  | 16                     | 89                     | 0,55   | 160                    | 157                           | 182  | 202  | 241  |
| Всего  | 167                    | 48                     | 1,16   | 260                    |                               |      |      |      |
| р. Исфайрамсай (Алайский хребет)               |                        |                        |        |                        |                               |      |      |      |
| 2,5–3  | 41                     | 22                     | 1,28   | 113                    | 57                            | 78   | 98   | 130  |
| 3–3,5  | 188                    | 36                     | 0,95   | 144                    | 80                            | 103  | 120  | 156  |
| 3,5–4  | 206                    | 36                     | 1,16   | 200                    | 90                            | 121  | 144  | 195  |
| Всего  | 435                    | 35                     | 1,08   | 200                    |                               |      |      |      |

из самых важных характеристик, определяющая накопленную в снеге воду.

В табл. 4 приведены усредненные нами по данным САНИГМИ [7] зависимости дат образования максимальных в году водозапаса  $D$  и значений самих водозапаса  $S$  для Ферганского, Алайского хребтов и зоны их стыка – бассейна р. Карадарья. Как видно, даты  $D$  в зоне подножий приходятся на начало февраля, смещаются к 2,5 км на середину-конец марта, а с 3,5 км соответствуют середине апреля – началу мая.

Значения  $S$  очень быстро растут с высотой – на Ферганском хребте от 50 кг/м<sup>2</sup> в зоне подножий до 1050 кг/м<sup>2</sup> в области 3,5 км. В бассейне р. Карадарья этот рост гораздо меньше и составляет 30-450 кг/м<sup>2</sup> и он такой же на Алайском хребте. Аналитически зависимости  $S(z)$  по табл. 4 очень хорошо аппроксимируются найденными нами экспоненциальными регрессиями ( $z$ , км):

$$S(z) = 14,215e^{1,2198z} \text{ (Ферганский хребет),} \quad (4)$$

$$S(z) = 13,488e^{1,01747z} \text{ (р. Карадарья),} \quad (5)$$

$$S(z) = 11,364e^{1,0502z} \text{ (Алайский хребет),} \quad (6)$$

которым соответствуют высокие индексы корреляции, равные 0,99.

По многолетним данным снегосъемок 15 станций, для Ферганского хребта получена аналогичная картина (табл. 5). Зависимость  $S(z)$  по данным станций и постов хорошо аппроксимируется показательной регрессией ( $z$ , км)

$$S_{cp} = 22,935e^{1,1122z} \pm 34, \quad (7)$$

которой соответствует индекс корреляции 0,92 и стандартная ошибка регрессии  $\pm 34$  мм.

Расчет по (7) приведен в табл. 6, данные которой близко совпадают с данными табл. 1 для Ферганского хребта.

Для Алайского хребта по снегосъемкам на 28 станциях (табл. 5) корреляция  $S$  с  $z$  оказалась

Таблица 4

Усредненные высотные зависимости дат  $D$  и значений максимальных в году водозапаса  $S$  (кг/м<sup>2</sup> или мм)

| Высота, км | Ферганский хребет |      | р. Карадарья |     | Алайский хребет |     | $\Delta S_{\text{макс}}$ |
|------------|-------------------|------|--------------|-----|-----------------|-----|--------------------------|
|            | $D$               | $S$  | $D$          | $S$ | $D$             | $S$ |                          |
| 1,0        | 1,02              | 50   | 1,02         | 30  | 1,02            | 30  | 20                       |
| 1,5        | 10,02             | 90   | 15,02        | 75  | 15,02           | 75  | 15                       |
| 2,0        | 5,03              | 150  | 1,03         | 110 | 23,02           | 80  | 70                       |
| 2,5        | 24,03             | 300  | 16,03        | 175 | 10,03           | 137 | 163                      |
| 3,0        | 14,04             | 550  | 30,03        | 300 | 26,03           | 255 | 295                      |
| 3,5        | 5,05              | 1050 | 17,04        | 450 | 14,04           | 450 | 600                      |
| 4,0        |                   |      | 5,05         | 750 | 5,05            | 830 |                          |

Таблица 5

Статистическая характеристика средних из годовых максимумов  $S$  для различных высотных зон Ферганского и Алайского хребтов по данным МС

| Высотный пояс             | Число станций | $S_{\text{сред}}^2$<br>кг/м <sup>2</sup> | $S_{\text{макс}}^2$<br>кг/м <sup>2</sup> | Диапазон квантилей |         |
|---------------------------|---------------|--|--|--------------------|---------|
|                           |               |  |  | 0,90               | 0,99    |
| Ферганский хребет         |               |  |  |                    |         |
| Низкогорный (до 1,2 км)   | 8             | 69                                       | 391                                      | 92-199             | 144-380 |
| Среднегорный (1,2-2,2 км) | 6             | 129                                      | 490                                      | 143-384            | 218-516 |
| Высокогорный (2,2-3,5 км) | 1             | 519                                      | 874                                      | 721                | 979     |
| Алайский хребет           |               |  |  |                    |         |
| Низкогорный (до 1,2 км)   | 8             | 48                                       | 391                                      | 40-190             | 63-380  |
| Среднегорный (1,2-2,2 км) | 16            | 79                                       | 441                                      | 55-291             | 84-440  |
| Высокогорный (2,2-3,5 км) | 4             | 100                                      | 273                                      | 77-206             | 119-305 |

относительно слабой ( $r=0,45$ ), но предельные значения  $S$  близко совпадают с данными табл. 3.

Таблица 6

Рассчитанные значения средних из годовых максимумов  $S$  по регрессии (7) для Ферганского хребта

|                         |    |     |     |     |     |      |
|-------------------------|----|-----|-----|-----|-----|------|
| $z$ , км                | 1  | 1,5 | 2   | 2,5 | 3   | 3,5  |
| $S$ , кг/м <sup>2</sup> | 70 | 122 | 212 | 370 | 645 | 1124 |

В табл. 7 приведены результаты полученной нами статистической обработки данных авиареек за 1973–1988 гг. по бассейнам трех рек. Она содержит данные по  $S$ , которые аналогичны для  $h$  по табл. 4.

Как и следовало ожидать, фактические максимальные  $S_{\text{макс}}$  и квантили  $S$  по табл. 7 с обеспеченностью 0,99 примерно в два раза превосходят средние из годовых максимумов  $S$  по табл. 4, достигая на Ферганском хребте значений около 2140 кг/м<sup>2</sup>, в бассейне р. Яссы (стык хребтов) – 1150 кг/м<sup>2</sup>, а на Алайском хребте – около 750–800 кг/м<sup>2</sup>.

Расчетные данные табл. 4–7 содержат в обобщенном виде всю имеющуюся на сегодняшний день информацию о водозапасе снежного покрова на западном склоне Ферганского и Алайского хребтов, которая при правильном ее использовании позволяет обоснованно решать многие практические задачи, связанные со знанием режима  $S$ . При этом полученные здесь выводы вряд ли удастся уточнить в ближайшие 5–10 лет, так как наблюдения по авиарейкам и на снегопунктах с 1990 г. прекращены.

4. Спутниковые оценки заснеженности склонов хребтов в теплое время года

В зимнее время склоны Ферганского и Алайского хребтов могут быть полностью заснежены, начиная от их подножья (условно 500–1000 м). Но в теплое время года заснеженной может быть только небольшая верхне-гребневая зона. Представление о степени заснеженности склонов и высоте снеговой линии (СЛ) можно получить, используя спутниковые снимки и ГИС-технологии для их обработки и анализа.

Такая работа в качестве примера выполнена для 9 дат теплого периода 2009–2010 гг.

Таблица 7

Статистическая характеристика режима  $S$  по данным авиареек за 1973–1988 гг. для трех бассейнов рек

| Высота, км                                     | Статистики по выборкам |   |        |   | Квантильные значения $S$ , кг/м <sup>2</sup> |      |      |      |
|--|------------------------|---|--------|---|--|------|------|------|
|  | Число случаев $n$      | $S_{\text{сред}}^2$ , кг/м <sup>2</sup> | $c(S)$ | $S_{\text{макс}}^2$ , кг/м <sup>2</sup> | 0,90   | 0,95 | 0,97 | 0,99 |
| р. Кугарт (Ферганский хребет)                  |                        |   |        |   |  |      |      |      |
| 2–2,5  | 157                    | 225                                     | 0,84   | 982                                     | 477  | 598  | 687  | 875  |
| 2,5–3  | 208                    | 358                                     | 0,91   | 1341                                    | 786  | 1002 | 1161 | 1498 |
| 3–3,5  | 155                    | 629                                     | 0,73   | 1938                                    | 1239   | 1517 | 1717 | 2137 |
| Всего  | 520                    | 398                                     | 0,83   | 1938                                    |  |      |      |      |
| р. Яссы (стык Ферганского и Алайского хребтов) |                        |   |        |   |  |      |      |      |
| 1,5–2  | 22                     | 70                                      | 1,18   | 339                                     | 182  | 242  | 299  | 390  |
| 2–2,5  | 21                     | 126                                     | 0,67   | 289                                     | 248  | 289  | 324  | 400  |
| 2,5–3  | 60                     | 275                                     | 0,91   | 1117                                    | 603  | 770  | 890  | 1150 |
| 3–3,5  | 15                     | 283                                     | 0,62   | 601                                     | 522  | 621  | 695  | 845  |
| Всего  | 118                    | 211                                     | 0,88   | 1117                                    |  |      |      |      |
| р. Исфамрайсай (Алайский хребет)               |                        |   |        |   |  |      |      |      |
| 2,5–3  | 29                     | 84                                      | 1,12   | 386                                     | 207  | 284  | 345  | 440  |
| 3–3,5  | 159                    | 122                                     | 0,93   | 526                                     | 197  | 342  | 393  | 502  |
| 3,5–4  | 193                    | 116                                     | 1,36   | 799                                     | 310  | 436  | 532  | 741  |
| Всего  | 381                    | 116                                     | 1,19   | 799                                     |  |      |      |      |

Расчеты заснеженности и положения снеговой линии

Ферганский хребет

|                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Дата            | 02.04 | 18.04 | 02.10 | 11.07 | 20.07 | 17.08 | 24.08 | 18.09 | 29.09 |
| Заснеженность,% | 40    | 35    | 30    | 4     | 3     | 1     | 1     | 0     | 1     |
| Высота СЛ, м    | 2491  | 2642  | 2796  | 3991  | 4153  | 4486  | 4558  | 4616  | 4366  |

Бассейн р. Карадарья

|                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Дата            | 10.03 | 08.04 | 24.04 | 25.05 | 26.06 | 20.07 | 17.08 | 18.09 | 29.09 |
| Заснеженность,% | 91    | 65    | 37    | 35    | 12    | 6     | 3     | 1     | 7     |
| Высота СЛ, м    | 1393  | 2227  | 2974  | 3037  | 3708  | 3962  | 4161  | 4414  | 3895  |

Высотное распределение заснеженности различных зон

Ферганский хребет

|          |            |         |       |       |       |       |       |       |         |
|----------|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Дата     | Высота, км | 0,5–1,5 | 1,5–2 | 2–2,5 | 2,5–3 | 3–3,5 | 3,5–4 | 4–4,5 | 4,5–4,7 |
| 2 апр.   | заснеж.%   | 0       | 1     | 27    | 73    | 92    | 97    | 99    | 100     |
| 18 сент. | заснеж.%   | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 3     | 6       |

Бассейн р. Карадарья

|          |            |         |       |       |       |       |       |       |         |
|----------|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Дата     | Высота, км | 1,1–1,5 | 1,5–2 | 2–2,5 | 2,5–3 | 3–3,5 | 3,5–4 | 4–4,5 | 4,5–4,7 |
| 10 мар.  | заснеж.%   | 31      | 95    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100     |
| 18 сент. | заснеж.%   | 0       | 0     | 0     | 0     | 0,1   | 2     | 13    | 47      |

студентами-метеорологами 5 курса М.О. Карасевой и Д. В. Рыскалем по снимкам спутника NOAA из архива Кыргызгидромета. Расчеты заснеженности и положения снеговой линии были сделаны для западного склона Ферганского хребта, бассейна р. Карадарьи и дали следующие основные результаты (см. выше).

Хорошо видно, что заснеженность западного склона Ферганского хребта в апреле составляет 30–40%, в июле-августе уменьшается до 1–4% и, видимо, минимальна в середине сентября (менее 1%), к концу которого она увеличивается до 1%. Снеговая линия (условная линия, выше которой склон имеет заснеженность более 50%) имеет в начале апреля высоту около 2,5 км, к августу-сентябрю она повышается до 4,5 км и в конце сентября начинает снижаться.

На северном (теновом) склоне Алайского хребта (бассейн р. Карадарьи) эти параметры иные. Степень заснеженности в марте достигает 91%, снижаясь в апреле до 65%, а к августу-сентябрю до 1–6%. Минимальная заснеженность (1%) наблюдается как и на Ферганском хребте, в середине сентября, к концу которого она увеличивается до 7%. Снеговая линия в марте лежит на высоте всего 1,4 км, затем растет к сентябрю до 4,4 км (как и на Ферганском

хребте), с конца которого она также начинает снижаться.

В заключение приведем по два примера высотного распределения заснеженности различных зон для имеющих самую раннюю весенней даты и сентябрьской даты, из которых наглядно видно влияние ориентации склонов хребтов на высотное распределение степени их заснеженности (см. выше).

Приведенные высотные зависимости характеристик режима снежного покрова рекомендуются нами к практическому использованию как важные характеристики климатических условий Ферганского и Алайского хребтов.

**Литература**

1. Леухина Г.Н. Районирование Средней Азии по снеговому нагрузкам / Тр. САНИГМИ. 1978. Вып. 57 (38).
2. Подрезов О.А. Горная метеорология и климатология. Бишкек: КРСУ, 2000.
3. Подрезов О. А. Численная характеристика высотных зависимостей метеорологических величин на территории Кыргызстана // Вестник КРСУ. Т. 10. №5. Бишкек, 2010. С. 143–148.
4. Атлас Киргизской ССР. Природные условия и ресурсы. ГУГК. М., 1987.

*Физика. Механика. Экология*

---

5. Справочник по климату СССР. Часть 4. Влажности воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Вып. 32. Киргизская ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969.
6. Материалы наблюдений над снежным покровом в горах (Маршрутные и аэродистанционные снегомерные съемки и наблюдения по суммарным осадкомерам). Фрунзе: Кыргызгидромет. 1973–1977; 1979–1980; 1985–1988.
7. Методические рекомендации по определению характеристик режима снежного покрова в горах Средней Азии/ САНИГМИ. Ташкент, 1988.