

УДК 551.578.46 (1–9)(574)

**РАЙОНИРОВАНИЕ РАВНИННОЙ ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ПО ПЛОТНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

*К.Т. Елеуова, А.А. Нурбацина, Н.Н. Абаев,
К.М. Болатов, Т.А. Тілләкәрім, Н.В. Ершова*

Рассматривается динамика изменения величины средней плотности снежного покрова на основе данных по снежному покрову наблюдательной сети РГП «Казгидромет» за 1971–2016 гг. для районирования равнинной территории Республики Казахстан по средней плотности за весь зимний период с устойчивым снежным покровом. Равнинная и возвышенная территория исследования разделена на четыре района (I–IV) по снеговым нагрузкам, приведены изменения плотности снежного покрова по каждому району. Разработана карта-схема по средней плотности снежного покрова для территории Республики Казахстан.

Ключевые слова: плотность снежного покрова; снеговая нагрузка; районирование; снеговые районы; Республика Казахстан.

**КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ТҮЗДҮКТӨРҮН КАР
КАТМАРЫНЫН ТЫГЫЗДЫГЫ БОЮНЧА АЙМАКТАРГА БӨЛҮҮ**

*К.Т. Елеуова, А.А. Нурбацина, Н.Н. Абаев,
К.М. Болатов, Т.А. Тілләкәрім, Н.В. Ершова*

Бул мақалада қыш мезгилинде туруктуу кар катмарынын орточо тыгыздыгы боюнча Казакстан Республикасынын түздүктөрүн аймактарга бөлүштүрүү үчүн, 1971-2016-жылдарга карата «Казгидромет» республикалык мамлекеттик ишканасынын кар катмары боюнча байкоо жүргүзүү тармагынын маалыматтарынын негизинде кар катмарынын орточо тыгыздыгынын өзгөрүү динамикасы каралды. Түздүктөр жана тоолуу изилдөө аймагы кардын калыңдыгы боюнча төрт (I–IV) районго бөлүндү, ар бир район боюнча кар катмарынын тыгыздыгынын өзгөрүшү берилди. Казакстан Республикасынын аймагы үчүн кар катмарынын орточо тыгыздыгы боюнча карта-схема иштелип чыкты.

Түйүндүү сөздөр: кар катмарынын тыгыздыгы; кар калыңдыгы; аймактарга бөлүштүрүү; карлуу аймактар; Казакстан Республикасы.

**ZONING OF THE FLAT TERRITORY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN BY SNOW COVER DENSITY**

*K. T. Eleuova, A. A. Nurbatsina, N. N. Abayev,
K. M. Bolatov, T. A. Tillakarim, N. V. Ershova*

This article examines the dynamics of changes in the values of the average density of snow cover, based on the data on the snow cover of the observation network of RSE "Kazhydromet" for 1971-2016 for zoning the flat territory of the Republic of Kazakhstan by the average density for the entire winter period with a stable snow cover. The flat and elevated study area is divided into four regions (I-IV) according to snow loads and changes in snow cover density for each region are shown as a result of the study, a map-scheme for the average density of snow cover for the territory of the Republic of Kazakhstan was developed.

Keywords: snow cover density; snow load; zoning; snow areas; Republic of Kazakhstan.

Введение. Изучение характеристик снежного покрова имеет большое значение, так как имеет влияние на климатические изменения, и в то же время зависит от них, воздействуя на характер развития атмосферных, гидрологических [1] и почвенных процессов [2]. Изменение снежного покрова считается комплексным индикатором изменений климата холодного сезона, который отражает изменения температуры, осадков, частоты оттепелей и др. Кроме того, снежный покров оказывает решающее воздействие на множество природных процессов, включая отрасли экономики [3]. Экстремальные теплофизические характеристики и продолжительность залегания на больших площадях суши, снежный покров в холодное время года оказывает значительное воздействие практически на все процессы взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью [4].

В гидрологическом цикле и теплообмене суши с атмосферой на большей части земной поверхности процессы формирования снежного покрова и снеготаяния играют важную роль [5]. Подробное описание процессов формирования снежного покрова в равнинной части Казахстана рассмотрены в работе А.Т. Кузнецова [6], в работе И.В. Северского [7], в которых произведены сезонные, территориальные оценки изменчивости снежного покрова исследуемой территории, а в работах Н.В. Пимакиной [8–10] проанализированы тенденции изменения характеристик снежности Казахстана.

К климатическим характеристикам снежного покрова относится число дней с устойчивым снежным покровом, дата образования устойчивого снежного покрова, дата разрушения устойчивого снежного покрова, высота снега (поле, лес), средняя и максимальная, плотность снега – средняя и максимальная, запас воды в снеге – средний и максимальный, а также максимальный из наибольших. Плотность снежного покрова в значительной степени определяет его теплозащитные свойства и характеризуется пространственно-временной изменчивостью [11].

В работе [12] проведен кластерный анализ пространственно-временных закономерностей плотности снежного покрова, и скоростях его уплотнения в горных районах Западной части США. В результате выделены четыре региона с различными величинами плотности снежного покрова.

Казахстан входит в зону сезонного снежного покрова, и лишь его высокогорные районы могут быть отнесены к зоне вечных снегов [13].

С наступлением тепла, при переходе отрицательных величин температуры воздуха к положительным и прогревании подстилающей поверхности до 0 °С, происходит стайвание снега. Расход снега, вследствие таяния в зимний период, наблюдается во время оттепелей. В промежутках между снегопадами, снег может убывать также за счет испарения (или вымерзания) [14]. На территории равнинного Казахстана характеристики снежного покрова изменяются с широтой местности, при этом большое влияние оказывает местная орография, даже небольшие возвышенности или понижения способны существенно увеличить запасы снега, изменить его характеристики. Свое влияние также оказывает характер ветрового режима, а также открытость местности к влагонесущим потокам и пр. Наибольшие плотности снега отмечаются в центральной зоне Казахстана – от 0.30 до 0.36, что связано преимущественно с местными сильными скоростями ветра. На юге республики средняя плотность снега является наименьшей по Казахстану, так как быстро разрушается из-за частых и быстрых оттепелей и составляет 0.25–0.27 [13].

Плотность снежного покрова, как правило, увеличивается вертикально сверху вниз. В районах, где частые оттепели, вертикальная стратификация снега очень сложная, она отражается в чередовании рыхлых и уплотненных слоев снега, а также в скачкообразном изменении их плотности. Начальная плотность свежеснегавпавшего снега не превышает 0.05–0.08 г/см³. При естественном оседании, в зависимости от условий погоды, она увеличивается до 0.12–0.15 г/см³. В верхнем горизонте снежного покрова плотность изменяется от 0.06 до 0.18 г/см³, а отдельные слои снега, сформированные во время оттепели, имеют плотность до 0.50 г/см³ и выше. В нижнем горизонте вариации плотности снега более равномерны: здесь плотность изменяется от 0.2 до 0.35 г/см³.

Совокупность данных снегомерных съемок по отдельному маршруту или по водосбору в целом, может рассматриваться как статистическая совокупность случайных величин. Правомерность такого

взгляда подтверждается опытными данными, которые показывают, что кривые распределения величин снегозапасов довольно симметричны и близки к нормальной кривой распределения Гаусса [15].

Цель работы – проанализировать пространственно-временное изменение плотности снежного покрова и произвести зонирование по равнинной территории Казахстана, т. е. описать специфику его географического распределения, так как плотность снежного покрова в значительной степени влияет на теплофизическое состояние почв и грунтов.

Методы и материалы исследования. На основе данных по снежному покрову наблюдательной сети РГП «Казгидромет», рассмотрена динамика распределения плотности снега за период 1971–2016 гг. (рисунок 1), относительно районов по снеговым нагрузкам (согласно бюджетной программе 025 – «Районирование территории Казахстана по климатическим характеристикам», результатом которой стало обновление СНиП РК за 2017 г.) [16, 17].

Результаты исследования. Равнинная и возвышенная территория Республики Казахстан была разделена на четыре района (таблица 1) по снеговым нагрузкам (запасу воды в снеге) – I, II, III, IV [16, 17].

В I снеговом районе, где устойчивый снежный покров в течение зимнего периода наблюдается менее чем в 50 % случаев, как правило, зимы малоснежные с частыми оттепелями. Отдельные годы снежный покров полностью отсутствует или, из-за частых оттепелей, ложится на непродолжительный срок. Поэтому определить среднюю климатическую дату устойчивого снежного покрова в такие зимы невозможно, также отсутствует климатическая норма по продолжительности снегового периода, средней плотности снежного покрова и других характеристик. Каждый год эти характеристики индивидуальны.

Для II, III и IV районов по снеговой нагрузке были построены графики изменения средней плотности снега (рисунок 2).

На рисунке 2 показаны изменения средней плотности снега:

- 1) во II снеговом районе отмечается общая тенденция увеличения плотности снега от начала зимы к концу, в холодный период плотность снега монотонно растет от 0.16, достигая величины 0.33 г/см³;
- 2) в III снеговом районе отмечается общая тенденция увеличения плотности снега от начала зимы к концу, в холодный период плотность снега монотонно растет от 0.20, достигая величины 0.33 г/см³;
- 3) в IV снеговом районе, где отмечается общая тенденция увеличения плотности снега от начала зимы к концу, в холодный период плотность снега монотонно растет от 0.18, достигая величины 0.36 г/см³.

На основе данных метеорологической наблюдательной сети РГП «Казгидромет», была построена карта-схема по районированию средней плотности за весь зимний период с устойчивым снежным покровом (рисунок 3). Для этих же районов были построены гистограммы распределения плотности снежного покрова (рисунок 4).

Гистограммы распределения плотности снега показывают, что средняя плотность в этих районах имеет нормальный характер распределения и подчиняются закону Гаусса:

II район: в пределах \pm одной сигмы содержится 74 %, в пределах \pm двух сигм 95 % случаев;

III район: в пределах \pm одной сигмы содержится 74 %, в пределах \pm двух сигм 96 % случаев;

IV район: в пределах \pm одной сигмы содержится 71 %, в пределах \pm двух сигм 96 % случаев.

Заключение. Таким образом, результаты анализа позволяют сделать вывод, что плотность снежного покрова, измеренная в любой точке местности, формируется в течение зимы под влиянием большого числа факторов, все из которых трудно учесть.

Выявлено, что в I районе по снеговым нагрузкам зимы малоснежные с частыми оттепелями, и невозможно определить климатические характеристики снежного покрова. Хотя в отдельные, аномально холодные годы, может выпасть значительное количество осадков, и тогда снежный покров устанавливается на длительный период и уплотняется в течении зимы, достигая больших значений. Во II районе отмечается монотонный рост величин плотности снега к концу зимнего периода с максимумом в первой или второй декаде марта, в период начала снеготаяния и формирования весеннего

Таблица 1 – Распределение реперных станций по районам снеговой нагрузки равнинной территории РК

Район по снеговым нагрузкам	Реперные станции
I снеговой район	Атырау, Кульсары, Аккудук, Бейнеу, Арал Тенизи, Казалы, Аккум, Балхаш, Мойынкум, Жаркент
II снеговой район	Тайпак, Жезказган, Иргиз, Балхаш
III снеговой район	Костанай, Бесоба, Амангельды, Торгай, Уил
IV снеговой район	Петропавловск, Явленка, Каменка, Михайловка, Родниковка, Кокпекты, Ертис

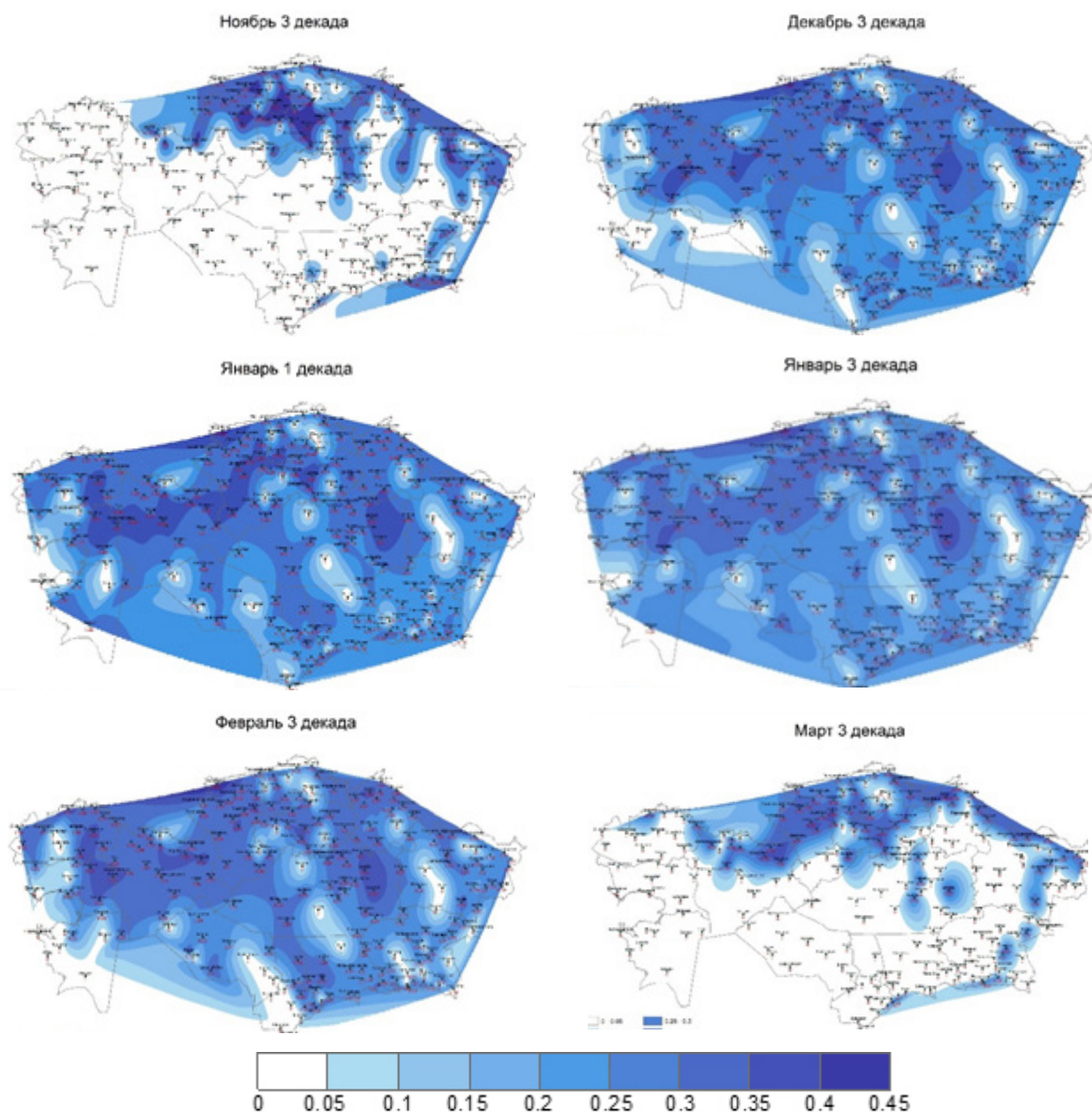


Рисунок 1 – Динамика изменения средней плотности снежного покрова по декадам за период 1971–2011 гг. (климатическая норма)

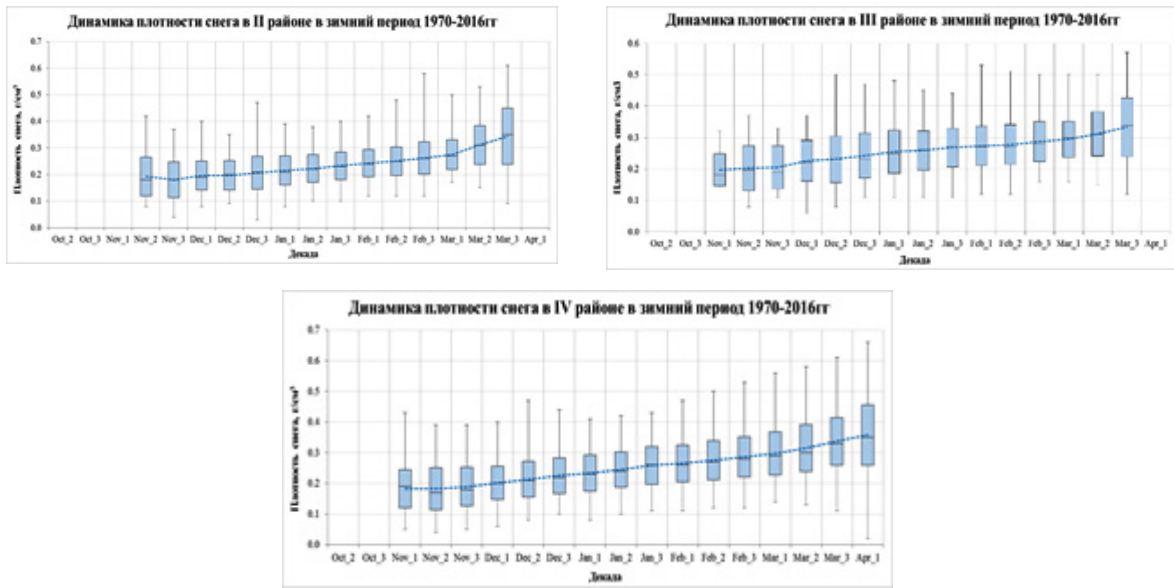


Рисунок 2 – Графики изменения средней плотности снега во II, III и IV районах снеговой нагрузки, за период 1970–2016 гг.

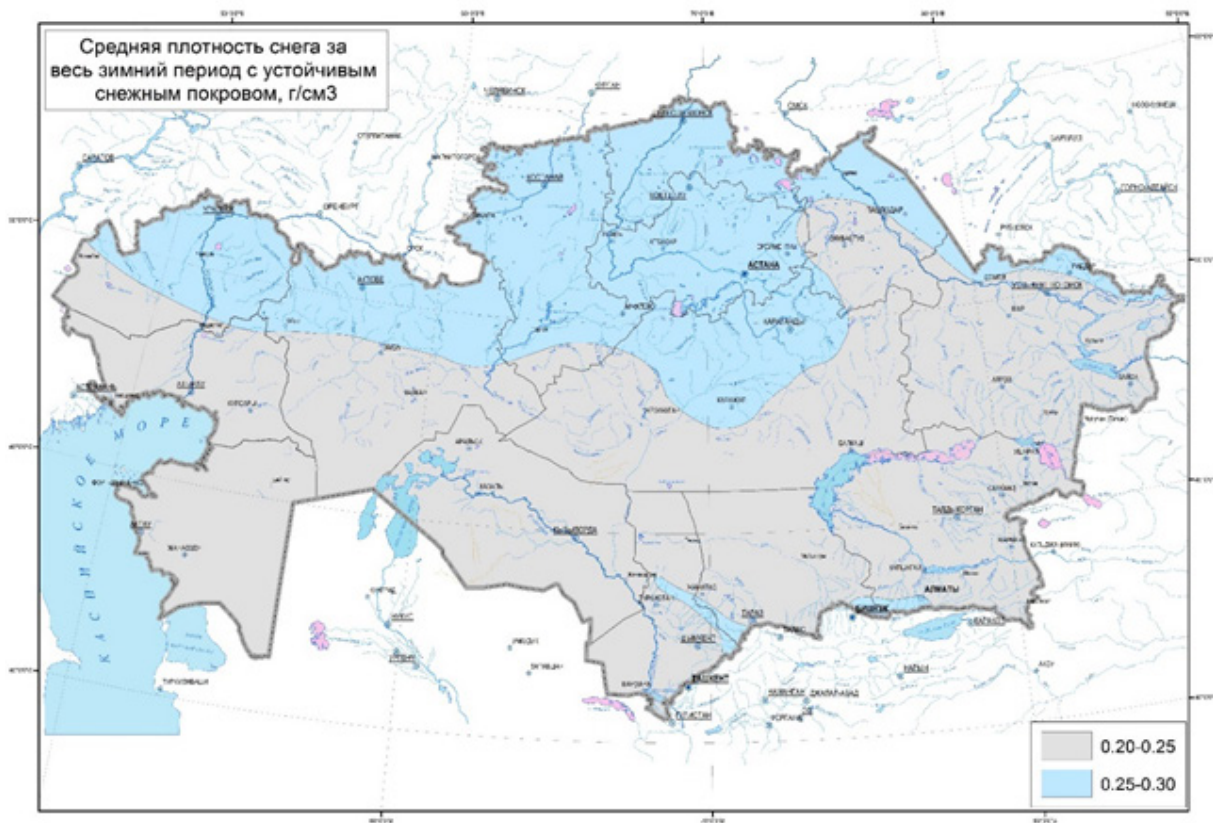


Рисунок 3 – Средняя плотность за весь зимний период с устойчивым снежным покровом, г/см

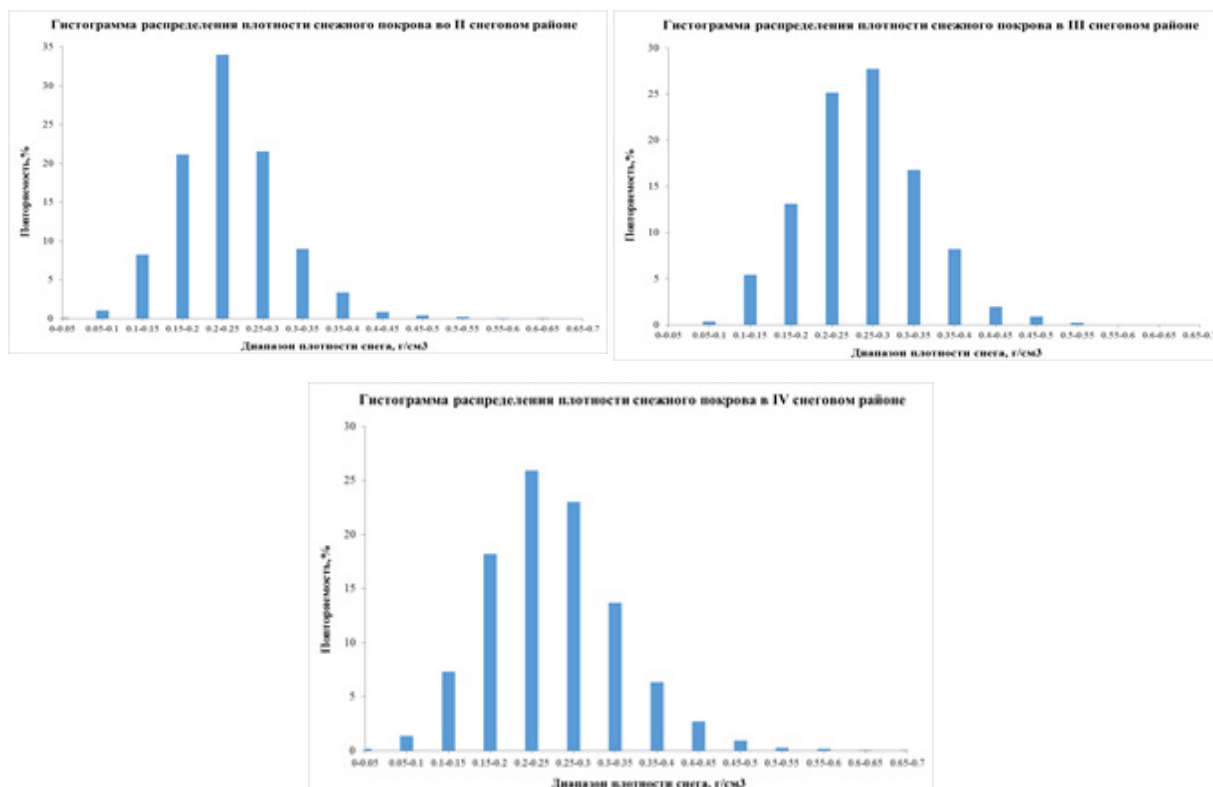


Рисунок 4 – Гистограмма распределения плотности снежного покрова во II, III и IV районах снеговой нагрузки

половодья. В III районе отмечается монотонный рост величин плотности снега к концу зимнего периода с максимумом в третьей декаде марта, в период начала снеготаяния и формирования половодья. В IV районе отмечается монотонный рост величин плотности снега к концу зимнего периода с максимумом в первой декаде апреля, в период начала снеготаяния и формирования весеннего половодья.

Литература

1. Молдахметов М.М. Пространственно-временная изменчивость максимальной высоты снежного покрова на территории северного и центрального Казахстана / М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова // Гидрометеорология и экология. 2015. № 3. С. 28–37.
2. Турулина Г.К. Современные тенденции продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в Северном Казахстане / Г.К. Турулина, В.Г. Сальников, С.Е. Полякова, Н.Р. Муратова // Гидрометеорология и экология. 2013. № 3. С. 7–16.
3. Шмакин А.Б. Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лед и снег. 2010. С. 43–57.
4. Шмакин А.Б. Модель снежного покрова с учетом слоистой структуры и ее сезонной эволюции / А.Б. Шмакин, Д.В. Турков, А.Ю. Михайлов // Криосфера Земли. 2009. Т. XIII. № 4. С. 69–79.
5. Кучмент Л.С. Оценка характеристик снежного покрова путем совместного использования моделей и спутниковой информации / Л.С. Кучмент, П.Ю. Романов, А.Н. Гельфан, В.Н. Демидов // Исследования земли из космоса. 2009. № 4. С. 47–56.
6. Кузнецов А.Т. Особенности формирования снежного покрова в равнинной части Казахстана / А.Т. Кузнецов // Вопросы географии Казахстана. 1961. Вып. 8. С. 147–161.
7. Северский И.В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау / И.В. Северский. Алма-Ата: Наука, 1978. 255 с.

8. Пиманкина Н.В. Тенденции изменения характеристик снежности Казахстанской части Тянь-Шаня за последние 30 лет. Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан / Н.В. Пиманкина. Алматы, 1998. С. 75–79.
9. Пиманкина Н.В. Снежность зим Казахстана в конце XX столетия / Н.В. Пиманкина // Матер. межд. науч.-практич. конф. «География в современном мире: теория и практика». Ташкент, 2006. С. 316–318.
10. Пиманкина Н.В. Некоторые особенности зимнего периода в горах Юго-Восточного Казахстана в конце XX века / Н.В. Пиманкина // Вест. КазГУ. Сер. геогр. 2007. Т. 1. № 24. С. 57–61.
11. Осокин Н.И. Пространственная и временная изменчивость толщины и плотности снежного покрова на территории России / Н.И. Осокин, А.В. Сосновский // Лёд и снег. 2014. № 4 С. 72–80.
12. Mizukami N. Spatiotemporal Characteristics of Snowpack Density in the Mountainous Regions of the Western United States / N. Mizukami, S. Perica // J. Hydrometeorol., 9 (2008). Pp. 1416–1426.
13. Утешев А.С. Климат Казахстана / А.С. Утешев. Л., 1959. 370 с.
14. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова / П.П. Кузьмин. Л.: Гидрометеиздат, 1961. С. 130–147.
15. Чернов Р.А. Метаморфизм и термические свойства свежеснежавшего снега (по исследованиям в Подмоскovie) / Р.А. Чернов // Лёд и снег. 2016. Т. 56. № 2. С. 199–206.
16. Кожухметов П.Ж. Распределение снеговых нагрузок на грунт по горным территориям юга и юго-востока Казахстана / П.Ж. Кожухметов, К.Т. Елеуова, Б.О. Баймагамбетов, А.А. Нурбаццина // Гидрометеорология и экология. 2014. № 4. С. 7–20.
17. Кожухметов П.Ж. Распределение снеговых нагрузок на грунт по горным территориям Восточного Казахстана / П.Ж. Кожухметов, К.Т. Елеуова, Б.О. Баймагамбетов, А.А. Нурбаццина // Гидрометеорология и экология. 2015. № 1. С. 8–19.