

3  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ  
On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



Чибилёв А.А.

2018

УЧРЕДИТЕЛИ

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© В.М. Павлейчик, 2018

УДК 502.5: 551.556

*В.М. Павлейчик*

## **АНОМАЛЬНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ДЕФЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ МАЛОСНЕЖНОЙ ЗИМЫ 2017-2018 ГОДОВ В СТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ**

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия

*Цель.* Оценка погодно-климатических факторов установления малоснежной зимы, причин возникновения крайне аномального для степного Заволжья природного явления (пыльно-снежная буря) для разработки мероприятий по снижению экологического и экономического ущерба.

*Материалы и методы.* Комплексное исследование, включавшее: а) анализ метеорологических параметров; б) геоинформационный анализ спутниковых снимков спектро-радиометра MODIS; в) натурное обследование основных дефляционных очагов на предмет оценки состояния снежного покрова на разных типах угодий, верификации данных спутниковых изображений и отбора проб; в) камеральная подготовка и анализ проб минерально-грунтовых наносов (массовый и гранулометрический состав).

*Результаты.* Определены погодно-климатические предпосылки формирования пыльно-снежной бури, наблюдавшейся в степном Заволжье на фоне аномального малоснежья в зимний период 2017-2018 гг. Выявлены основные дефляционные очаги и причины активного разрушения поверхности почвенно-литогенного профиля – отсутствие плотного растительного покрова на пашнях и деградированных (перевыпас, воздействия пожаров) пастбищно-сенокосных угодьях. Определена примерная протяженность переноса взвесей и преимущественный гранулометрический состав – частицы крупнопылевой размерности и почвенные агрегаты из приповерхностного слоя почвы.

*Заключение.* Анализ причин развития пыльно-снежной бури позволяет констатировать, что сочетание отдельных факторов, либо усиление значимости отдельных из них может привести к возникновению новых, несвойственных для региона, кризисных ситуаций. Исследование последствий экстремальных природных явлений позволяет обосновывать и внедрять мероприятия по снижению экономических и экологических последствий в условиях усиления аномальности глобального и регионально климата. Последствиями экстремально малой мощности снежного покрова стало уничтожение посевов озимых культур, а в последующие периоды 2018 г. с высокой вероятностью следует ожидать ухудшения влагообеспеченности почв, крайней маловодности рек и проявления эколого-биологических трансформаций степных экосистем.

*Ключевые слова:* малоснежье, пыльно-снежная буря, Заволжско-Уральский регион, дефляция, земледелие, гари, космические изображения Terra MODIS

---

---

*V.M. Pavleychik*

## **ANOMALOUS DEFLATIONARY PROCESSES IN THE CONDITIONS OF A LOW-SNOWY WINTER OF 2017-2018 IN THE STEPPE ZAVOLZHE REGION**

Institute of Steppe, UrB RAS, Orenburg, Russia

*Objective.* Assessment of weather and climatic factors of establishing a low-snowy winter, the causes of a natural phenomenon (dusty snow storm) that is extremely abnormal for the steppe Zavolzhie region to develop measures to reduce environmental and economic damage.

*Materials and methods.* A comprehensive study that included: a) analysis of meteorological parameters; b) geoinformation analysis of satellite images of the MODIS spectroradiometer;

c) a full-scale survey of the main deflationary foci for assessing the state of snow cover on various types of land, verifying satellite image data and sampling; c) cameral preparation and analysis of samples of mineral and soil sediments (mass and particle size distribution).

*Results.* The climatic conditions for the formation of a dusty-snow storm observed in the steppe Zavolzhie region against the background of anomalous low-snow during the winter period of 2017-2018 are determined. The main deflationary foci and the causes of the active destruction of the surface of the soil-lithogenic profile – the absence of dense vegetation cover on arable lands and degraded (overgrazing, fire effects) pasture-hay fields. The approximate length of suspension transport and the predominant particle size distribution are determined – particles of large-silt dimension and soil aggregates from the near-surface layer of the soil.

*Conclusion.* An analysis of the reasons for the development of a dust-snow storm allows us to state that a combination of individual factors, or an increase in the importance of certain of them, can lead to the emergence of new, uncharacteristic for the region, crisis situations. The study of the consequences of extreme natural phenomena allows us to substantiate and implement measures to reduce the economic and environmental consequences in the face of increasing anomalies of the global and regional climate. The consequences of the extremely low thickness of the snow cover were the destruction of winter crops, and in subsequent periods of 2018, the water availability of the soil, the extremely low water level of the rivers and the manifestation of ecological and biological transformations of steppe ecosystems are highly likely.

*Key words:* low snow, dusty snowstorm, steppe Zavolzhie region, deflation, agriculture, fires, space images Terra MODIS.

## **Введение**

Пыльные бури характерны для многих аридных регионов мира, включая южные степи и полупустыни Северной Евразии, охватывающие юг России и Украины (Причерноморье, Северный Кавказ, Поволжье и Прикаспий), страны Средней Азии, предгорные и котловинные степи юга Сибири. Пыльные бури в этих регионах достаточно хорошо изучены в аспектах географии распространения, многолетней динамики, особенностей переноса [1-5]. Естественно, что традиционно особое внимание уделяется вопросам оценки негативных агро-экологических последствий пыльных бурь, разработке прогнозных моделей и совершенствованию приемов защиты угодий в сельскохозяйственных регионах.

Пыльные бури формируются преимущественно в засушливых районах при сочетании ряда природных и антропогенных факторов, в числе которых – сильный ветер (более 15 м/сек), иссушенность и распыленность верхнего слоя почвы, отсутствие или слабое развитие растительного покрова, наличие обширных открытых пространств [4]. Не вызывает сомнения, что такими параметрами, в первую очередь, характеризуются сельскохозяйственно освоенные территории. Следовательно, одной из основных причин развития пыльных бурь являются антропогенные факторы (распашка земель, чрезмерный выпас скота и др.), а интенсивность пыльных бурь и частота их образования в целом подчиняются природно-зональным закономерностям и регио-

нальным особенностям. Продолжительность пыльных бурь может сильно варьировать – от нескольких дней до нескольких месяцев в особо аномальные годы (1892, 1928, 1960, 1969), охватывая обширные географические регионы [1, 3]. Преобладающее развитие пыльные бури получают в весенне-летний период; пыльные бури в зимний период – достаточно редкое явление, особенно для лесостепных территорий [6].

Особенностью зимних пыльных бурь в степных регионах является то, что они наблюдаются лишь при отсутствии, либо незначительной мощности снежного покрова, а благоприятным фактором их развития также является слабое сцепление частиц верхнего слоя почвы [4]. Зимы с интенсивными пыльными бурями называют «черными зимами»; в южных районах России они наблюдались в 1892, 1939, 1951, 1953, 1964, 1969 гг. [1, 9]. Последняя из перечисленных зимних бурь (1968-1969 гг.), по многочисленным свидетельствам, была одной из самых интенсивных, обширных и продолжительных; наблюдалась с января по май месяцы. В результате этой зимней бури на многих территориях был вынесен верхний слой чернозема в среднем мощностью 3-4 см (доходя до 8-10 см, локально – до 0,8-1,5 м), а осаждаемая пыль достигала западных границ Молдавии и Украины [1].

Таким образом, особый интерес вызывает развитие пыльных бурь в регионах и в сезоны года, для которых они практически не свойственны. В этом отношении весьма показательна зимняя пыльно-снежная буря, отмеченная в период с 20 по 26 января 2018 г. в Заволжье, Южном Предуралье и Северном Прикаспии, развившаяся на фоне регионального малоснежья. Несмотря на то, что данный регион характеризуется как потенциально подверженный процессам ветровой эрозии (дефляции) [7], пыльные бури здесь, особенно в зимний период, являются уникальным явлением. Наиболее благоприятные условия для проявления эоловых процессов развиты относительно локально и, преимущественно, связаны с участками и периодами интенсивного земледелия [8].

Рассматриваемый регион занимает площадь 221,4 тыс. км<sup>2</sup> и весьма неоднороден в ландшафтном отношении – охватывает Волго-Уральское междуречье (Бугульминско-Белебеевская возвышенность, Общий Сырт), восточнее – увалистые равнины Южного Предуралья и передовые хребты Южного Урала; на левобережье р. Урал развиты обширные придолинные склоны и равнинные водоразделы, к юго-западу плавно сменяющиеся аккумулятивными

ми равнинами Северного Прикаспия. Регион охватывает все зональные разновидности степей и южную лесостепь, низкогорья Южного Урала формируют обособленную горно-лесную область. Гранулометрический состав почвообразующих пород также очень неоднороден; распространение пород легкого состава приурочено к долинам современных рек (Самара, Илек, Хобда, Утва). Территория характеризуется континентальным климатом с отчетливо выраженными сезонами года; устойчивый снежный покров в зимний период формируется повсеместно.

При этом погодно-климатические условия зимы 2017-2018 гг. стали для обширного региона уникальными и привели к разрушению на значительных территориях снежного покрова, формированию абсолютно нехарактерной пыльно-снежной бури, гибели озимых посевов. Изучение зимних пыльных бурь актуально ввиду их слабой предсказуемости и значимости негативных последствий, а также поможет выявить потенциальные экологические и экономические угрозы, связанные с изменением климата, и даст возможность корректировки мероприятий по защите сельскохозяйственных угодий.

Цель настоящей работы - оценка погодно-климатических факторов установления малоснежной зимы, причин возникновения крайне аномального для степного Заволжья природного явления (пыльно-снежная буря) для разработки мероприятий по снижению экологического и экономического ущерба.

### **Материалы и методы**

Анализ состояния снежного покрова проводился на основе данных спутниковой съемки с последующей верификацией полученных результатов по ключевым участкам во время полевых выездов. В исследовании использованы спутниковые снимки спектрорадиометра MODIS с космических аппаратов Terra и Aqua, в видимом диапазоне и в спектральной комбинации каналов (7-2-1) с разрешением 250 м. Выбор этого источника данных позволил охватить обширную территорию и подобрать снимки за даты, наиболее близкие к периоду проявления пыльно-снежной бури (13.01.2018 г. и 28.01.2018 г.), что в условиях часто наблюдавшейся облачности дало возможность с максимальной достоверностью оценить последствия этого явления (рис. 1). При помощи программного обеспечения ENVI 5.2 проведена классификация территории по состоянию снежного покрова. Полученные после обработки данные в векторном формате были импортированы в ГИС MapInfo 11.5 для последующего анализа ситуационной схемы.

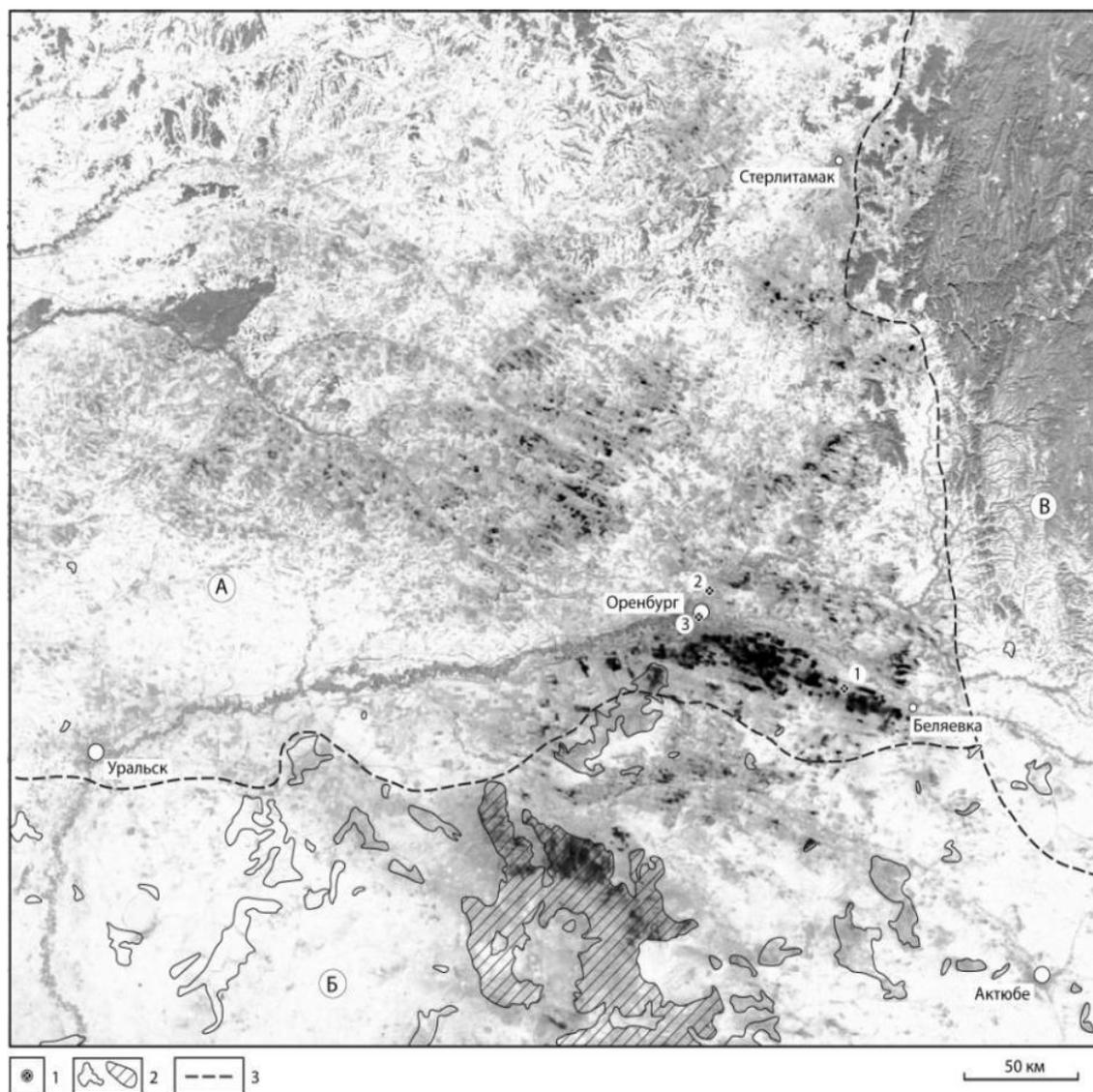


Рис. 1. Регион исследования на снимке Terra Modis после бури (28.01.2018 г.).

Условные обозначения: 1 – места отбора проб снега; 2 – ареалы наиболее обширных степных пожаров 2017 г. (штриховкой выделена гарь, по которой ниже проведен анализ состояния снежного покрова, табл. 2); 3 – границы между зонами развития земледелия – повсеместного степного и лесостепного (А), фрагментарного сухостепного (Б), локального горно-лесного и горно-степного (В).

В ходе проведенной классификация выделено четыре состояния снежного покрова после бури, идентифицированные, с учетом натурного обследования, как участки: «с полным отсутствием снежного покрова», «с фрагментарным развитием снежного покрова», «снежный покров покрыт пыльными наносами, либо маломощный (не более 2-3 см) с просвечивающимся растительным покровом», «с устойчивым и повсеместно развитым снежным покровом, без наносов пыли».

Состояние снежного покрова на лесопокрытых территориях оценивалось,

исходя из окружения; соответственно леса Южного Урала при подсчете площадей были отнесены к группе с чистым и развитым снежным покровом, а Бузулукский бор и другие леса Заволжья – к группе с запыленным снежным покровом; достоверность такого подхода к оценке в целом подтверждена многочисленными опросными сведениями. С учетом расположения источников пыли и направления ветра по затемненному тону отображены пылевые шлейфы.

Ареалы гарей степных пожаров визуально идентифицировались по характерной разнице тона, также по снимкам MODIS за летне-осенний период 2017 г. Особенности залегания снега на гарях оценивались по одному, наиболее обширному (6 тыс. км<sup>2</sup>), ареалу горелых территорий (рис. 1) в сравнении с прилегающей к нему 15-ти километровой зоной.

В ходе натурных наблюдений визуально оценивалось состояние снежного покрова (глубина, степень покрытия, характер залегания) на различных типах угодий. Производилось GPS позиционирование и фотофиксация, определялся тип угодья, оценивалось общее состояние растительного покрова (на пахотных угодьях – наличие стерневых остатков и ростков озимых культур), особенности переноса снега вблизи защитных лесонасаждений. В качестве источника метеоданных приняты доступные сведения с интернет-ресурсов [10], использующих российские и международные базы данных.

Для оценки состава механических частиц и их массы отобраны 3 пробы верхнего слоя снега с площади 1,0 м<sup>2</sup>, представляющих особенности переноса в условиях: 1) максимального проявления переноса на левобережье р. Урал – русло р. Буртя; 2) удаленного переноса – русло р. Сакмара в 15-25 км от ближайших источников пыли; 3) населенных пунктов – г. Оренбург, район жилой малоэтажной застройки. Отобранные пробы были отфильтрованы, содержащиеся примеси высушены и взвешены при комнатной температуре (выполнено Д.А. Грудининым). Размерность перенесенных частиц и наличие минерально-гумусных агрегатов оценивались на основе изображений, полученных посредством оптического микроскопа при 10-ти и 20-ти кратном увеличении.

### **Результаты и обсуждение**

Зимний период 2017-2018 гг. отличался поздним установлением снежного покрова для многих южных и центральных регионов европейской части России; вплоть до 20-х чисел января мощность снежного покрова в среднем составляла 5-10 см. В Заволжье и Южном Предуралье в январе складывалась аналогичная ситуация; снежный покров хотя и был повсеместно развит, но

его мощность ко времени прохождения бури на большей части территории не превышала 5-7 см. Лишь в южноуральских предгорьях глубина снега была существенной, в среднем – 15-20 см. Позднему формированию снежного покрова способствовало сочетание двух факторов – незначительное количество осадков, начиная с ноября 2017 г., и серия оттепелей, разрушавших временно установившийся покров (рис. 2).

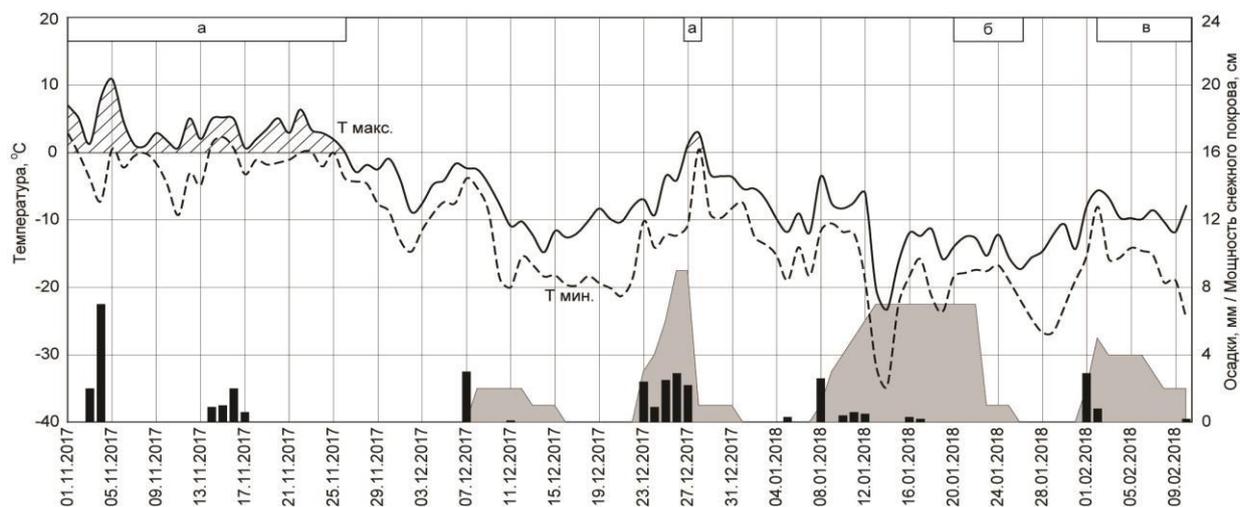


Рис. 2. Совмещенные графики хода суточных температур (максимальных и минимальных), количества осадков (столбчатая гистограмма) и мощности снежного покрова (диаграмма) в зимний период 2017-2018 гг. (Беляевка).

*Ключевые метеорологические события:* а – оттепели; б – пыльно-снежный буря; в – период сокращения мощности снежного покрова.

Таким образом, малоснежье на рассматриваемой территории сформировалось на фоне общих макрорегиональных погодно-климатических особенностей и в результате серии оттепелей. В условиях преобладания антициклональной погоды практически вплоть до рассматриваемой бури существенных осадков не наблюдалось.

В период с 20 по 26 января 2018 г. рассматриваемый регион находился под воздействием периферийной части обширного устойчивого антициклона, сформировавшегося над Западной и Восточной Сибирью. На территории Поволжья и в целом на европейской части России преимущественно распространялась область низкого давления. Иначе говоря, Заволжско-Уральский регион на протяжении недели находился на стыке двух атмосферных областей, различающихся существенной разностью атмосферного давления, в результате чего метеоусловия отличали постоянные порывистые ветры восточного и юго-восточного направлений. Максимальных значений сила ветра до-

стигала 22-24 января (особенно в горных частях территории и на Общем Сырте) – 8-12 м/с с порывами до 20-23 м/с. Сочетание малоснежья и постоянного сильного и порывистого ветра привело к формированию пыльно-снежной бури, наблюдавшейся с 20 по 26 января. Следствием этой бури стало полное или частичное разрушение снежного покрова и выдувание приповерхностного слоя грунта, перенос и осаждение снежно-пылевой взвеси.

На основе схемы, отражающей состояние снежного покрова после бури, были выделены районы с однотипным характером распространения дефляционных очагов (рис. 3). Установлено, что прослеживается отчетливая пространственная взаимосвязь между характером последствий и физико-географической, ландшафтно-типологической и широтно-зональной структурой рассматриваемого региона [11, 12].

В предгорьях Южного Урала, ввиду наличия практически полноценного снежного покрова, проявлений ветровой дефляции не наблюдалось, хотя ветровой режим на этой территории был более экстремальный (с порывами до 25-30 м/с), чем в равнинной части. Возвышенный и расчлененный характер рельефа в равнинной части, особенно на северо-западной периферии региона (Бугульминско-Белебеевская возвышенность), также способствовал более интенсивному выпадению осадков и накоплению снежного покрова.

Полученные данные о пространственном распределении участков с разрушенным снежным покровом позволили выявить, что ведущими факторами развития дефляционных процессов стали: а) земледельческое освоение – наличие полей, засеянных озимыми, либо вспаханных под осень; б) постпожарное состояние пастбищно-сенокосных угодий.

Земледельческое освоение в южной части региона не является повсеместно развитым ввиду неблагоприятных агроклиматических условий (рис. 1). На левобережье р. Урал обрабатываемые пахотные угодья простираются узкой полосой до устья р. Илек; еще южнее (Северный Прикаспий, Актюбинское Предуралье) вплоть до южных пределов рассматриваемой территории обработка земли ведется фрагментарно, многие из ранее распаханых полей представляют собой разновозрастные залежные земли [13]. Преобладание в этой части пастбищно-сенокосных угодий стало основной причиной хорошей сохранности снежного покрова в рассматриваемый период.

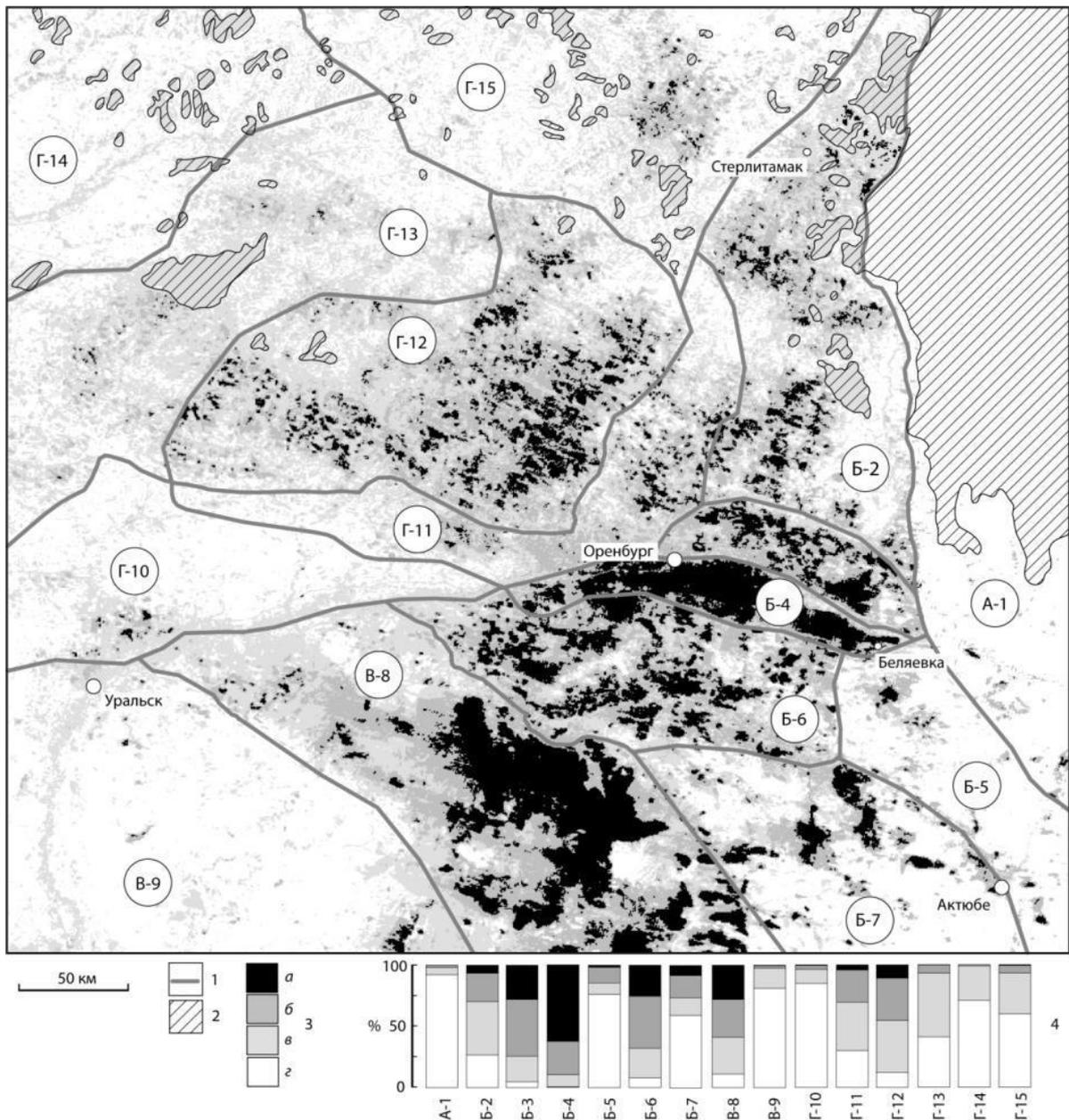


Рис. 3. Состояние снежного покрова на 28.01.2018 г. в составе ландшафтных районов [11].

1 – границы районов; 2 – лесопокрытые территории; 3 – состояние снежного покрова (а – полностью лишенные снежного покрова, б – с фрагментарным снежным покровом, в – с интенсивно покрытым пылью снегом, либо маломощным (не более 2-3 см) покровом, г – с устойчивым снежным покровом без наносов пыли); 4 – долевое распределение площадей участков с различным состоянием снежного покрова.

Ландшафтные области и провинции: А – Южный Урал; Б – Южное Предуралье; В – Волго-Уральское междуречье; Г – Прикаспий. Районы: 1 – Южно-Уральский предгорный; 2 – Южно-Предуральский; 3 – Урало-Сакмарский; 4 – Уральский левобережный; 5 – Урало-Илекский; 6 – Актюбинско-Предуральский; 7 – Илекско-Утвинский; 8 – Северо-Прикаспийский; 9 – Бугульминско-Белебеевский; 10 – Прибельский; 11 – Западно-Сыртовский; 12 – Центрально-Сыртовский; 13 – Юго-Восточный Сыртовский; 14 – Южно-Сыртовский (Уральский правобережный).

Исключение составили гари травяных пожаров, в пределах которых сформировались довольно обширные очаги малоснежья. Как было выявлено ранее [14, 15], основной предпосылкой развития пожаров стало резкое и повсеместное сокращение поголовья выпасаемого скота, впоследствии сопровождавшееся восстановлением растительности и ростом надземной фитомассы.

На основе полученной схемы деградации снежного покрова, собственных наблюдений и свидетельств очевидцев можно заключить, что наибольшую интенсивность пыльно-снежная буря имела в долине р. Урал. Начавшись на равнинном левобережье, на участке, непосредственно примыкающем к передовым складам Урала (район с. Бурлыкский), буря распространилась в западном направлении, по пути вовлекая новые территории. Таким образом, полоса левобережья шириной 25-30 км в поперечнике и протяженностью около 200 км была практически полностью вовлечена в процессы ветровой эрозии, перенос и переотложение почвенно-грунтовых частиц.

Заметим, что снежная составляющая наблюдавшегося бурана была сформирована исключительно из снежного покрова, поднятого в приповерхностные слои атмосферы с поверхности. Благоприятным фактором развития пыльно-снежной бури стало совпадение направлений (восточное и юго-восточное) ветра и ориентации долины р. Урал и прилегающих к ней полого-равнинных склонов, в результате чего на продолжительное время сформировался «ветровой коридор», о чем также свидетельствует фрагментарный характер залегания снежного покрова на многих участках поймы. Естественная древесная растительность в пойме р. Урал и защитные лесонасаждения способствовали не столько снижению силы ветра, сколько образованию завихрений и восходящих потоков, поднимавших маломощный покров снега и частицы грунта. По сути, лесополосы стали своеобразным «трамплином» для приповерхностного слоя воздушных масс. Верхняя граница пыльно-снежной бури в долине р. Урал (в районе г. Оренбурга) визуально достигала не менее 200-300 м, вертикальный перенос менее крупных разностей, очевидно, был более значимым. Основываясь на данных космических изображений и натурного обследования, можно сделать вывод о том, что в сложившихся условиях защитные лесополосы практически не повлияли на степень сохранности снежного покрова.

Полевым обследованием выявлено, что полное уничтожение снежного

покрова на пахотных угодьях произошло исключительно на участках, либо вспаханных в осень, либо засеянных озимыми культурами (рис. 4).



Рис. 4. Характерные состояния снежного покрова в период после пыльно-снежной бури.

1 – пашня, засеянная озимыми культурами; 2 – гарь пожара на степном участке (передний план); 3 – сбитое пастбище (наветренный склон); 4 – поле со стерневыми остатками; 5 – слоистые пыльно-снежные дюны у защитных лесонасаждений; 6 – тон запыленного снега (площадка №1).

Именно такие поля стали основным поставщиком почвенно-минеральных частиц в период рассматриваемой бури. Другие типы угодий (сенокосы, пастбища), а также пахотные угодья со стерневыми остатками

зерновых культур, подсолнечника и др. в целом сохранили снежный покров, мощность которого осталась практически неизменной и в среднем составила 3-5 см. Таким образом, ведущим параметром угодий, позволившим сократить воздействие ветровой эрозии, стала «шероховатость» поверхности. Обследование отдельных полей позволяет констатировать, что наиболее существенные перемещения грунта происходили в пределах клеток пахотных угодий, то есть носили локальный характер.

Пробы запыленного снега демонстрируют интенсивность переноса взвеси в различных районах региона. Проба №1 характеризует выпадение механических взвесей на участке максимального проявления пыльно-снежной бури, точка отбора находилась от источников пыли на удалении от 2 до 60 км. Точка отбора пробы №2 находилась на более значительном удалении – ближайшие бесснежные поля отмечены на расстоянии 20-35 км. Проба №3 демонстрирует как относительно близкий перенос (10-15 км исходя из направления ветра), так и, частично, накопление пылеватых частиц от местных источников – автодороги и тротуары, посыпаемые песком, а также другие локальные бесснежные участки в черте города.

Выявлено, что в составе переносимой взвеси преобладали крупнопылеватые частицы с диапазоном размера – 0,01-0,05 мм (рис. 5, табл. 1).

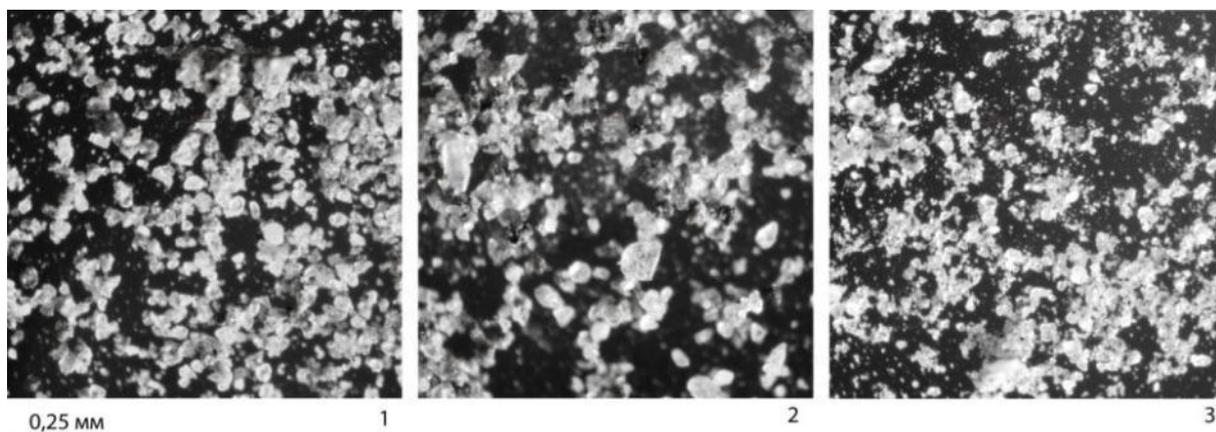


Рис. 5. Механические частицы проб №1-3 при 10-ти кратном увеличении.

Близость развеваемых полей в одной из проб (№1) определила обильное присутствие в пробах почвенных агрегатов; также в ней отмечается наибольшая структурированность частиц. В пробе №2 наблюдается значительный разброс размеров частиц в наиболее крупной фракции, достигающей параметров тонкого песка, но не более 0,01 мм. В условиях городской застройки (проба №3) в осажденной взвеси, наряду с крупнопылеватыми ча-

стицами, присутствует большое количество частиц мелкопылеватой и грубопылевой размерности.

*Таблица 1. Вес и максимальная размерность частиц перенесенного вещества*

Место отбора	Вес, г/м <sup>2</sup>	Размер частиц наиболее крупной фракции, наличие почвенных агрегатов
1. Русло р.Буртя	30,839	0,03-0,04 до 0,06 мм, многочисленные почвенные агрегаты до 0,3 мм
2. Русло р.Сакмара	3,412	0,05-0,07 до 0,01 мм
3. Городская застройка (Оренбург)	10,358	0,03-0,05 мм, единичные почвенные агрегаты 0,5 мм, многочисленная фракция 0,001 мм

Весовые значения проб более отчетливо отражают особенности выпадения механических частиц в зависимости удаленности места отбора проб от источников пылевых взвесей (табл. 1). Основываясь на полученных данных и натурного определения морфометрических параметров снежно-пылевых наносов, примерная масса локального осаждения вблизи полей защитных насаждений оценивается нами в 3-5 кг/м<sup>2</sup>. Исходя из данных по наиболее удаленной точке отбора (проба №2), за достоверно подтвержденное расстояние переноса можно принимать как минимум 20-35 км.

Возвращаясь к особенностям формирования снежного покрова, отметим, что гари травяных пожаров, наряду с районами земледелия, стали в рассматриваемом регионе еще одним фактором бесснежия для довольно обширных территорий. Крайне низкие показатели альбедо поверхности гарей в сочетании с отсутствием травостоя в большинстве случаев определили существенно меньшую мощность снежного покрова по сравнению с прилегающими территориями, а также способствовали его скорейшему разрушению ветрами (рис. 1, табл. 2).

Предполагаем, что ненарушенная структура почвенного профиля и наличие остатков дерновин злаковых растений на гаях (в отличие от пахотных угодий) в значительной мере препятствовали активному развитию дефляционных процессов, а перенос механических частиц имел преимущественно локальный характер. Вместе с тем, очевидно, природные условия южной (сухостепной и полупустынной) части рассматриваемого региона потенциально более благоприятны для удаленного переноса механических взвесей ввиду низкой плотности травостоя и малой доли дерновинных злаков в сочетании с обширным распространением грунтов легкого гранулометри-

ческого состава и развитием травяных пожаров. Так, в этой части региона после прохождения пыльно-снежной бури на спутниковых снимках наблюдался отчетливо выраженный шлейф осажденной пыли протяженностью не менее 250-300 км от источников – гарей травяных пожаров. Возможно, что столь удаленный перенос связан с тем, что в составе переносимых взвесей присутствовали более легкие частицы растительной золы. Как было отмечено ранее [16], сокращенная мощность снежного покрова гарей в большей степени характерна для участков степей, подвергшихся пожарам в поздне-летний и осенний периоды, и находящихся в первоначальных стадиях постпирогенных сукцессий.

*Таблица 2. Состояние снежного покрова на гарях и на прилегающих к ним территориях (на 28.01.2018 г.)*

Состояние снежного покрова на участках:	Гарь		Негорелая территория	
	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%
- полностью лишенных снежного покрова	4229,9	70,7	1722,4	17,0
- с фрагментарным снежным покровом	1399,6	23,4	3865,3	38,2
- с интенсивно покрытым пылью снегом	181,7	3,0	3870,2	38,2
- с устойчивым снежным покровом без наносов пыли	173,1	2,9	672,1	6,6

Отметим, что бесснежные участки также отмечались локально на выпуклых и возвышенных формах и перегибах рельефа, в пределах населенных пунктов, на сбитых участках пастбищных угодий.

Прямым следствием разрушения снежного покрова в последующие периоды стал фрагментарный характер его развития и осаждение почвенно-грунтовых частиц на поверхности снега прилегающих и удаленных территорий. Слабая отражательная способность таких поверхностей привела к существенному протаиванию снега на сохранившихся заснеженных участках. По нашим наблюдениям, мощность снежного покрова на наиболее загрязненных участках за неделю сократилась в среднем на 1-2 см, сформировав на поверхности черноземовидный слой толщиной 2-4 мм и более, а сама поверхность снега приобрела ячеистый характер. Активное сокращение высоты снежного покрова под воздействием этих факторов подтверждается данными

метеонаблюдений (период «в» на рис. 2).

Снежный покров является основным регулятором температуры поверхности и глубины промерзания почвенного профиля, следовательно, малоснежье, усугубившееся вследствие развития пыльно-снежной бури, несомненно имеет негативные экологические и экономические последствия. Обследование отдельных полей подтвердило полное уничтожение посевов озимых зерновых культур, что отмечается и официальными данными [17]. Усиленное промерзание почвенного профиля потенциально могло вызвать угнетение и гибель древесно-кустарниковых культур.

В связи с аномально низкими показателями влагозапасов в снеге с большой долей вероятности следует ожидать в дальнейшем наступление периода экстремального маловодья, особенно для малых и средних рек, водосборные площади которых совпали с районами интенсивного разрушения снежного покрова: в бассейне р. Волги это верховья и среднее течение рек Ток, Малый и Большой Уран, Самара; в бассейне р. Урал – реки Утва, Илек, Черная, Донгуз, Бердянка, Буртя и др. Таким образом, региональное малоснежье может привести к проблемам обеспечения водными ресурсами и регулирования речного стока, а также к неблагоприятным экологическим последствиям. Как отмечал А.Н. Формозов еще в середине прошлого века [18], мощность и состояние снежного покрова являются одним из наиболее значимых факторов, определяющих условия перезимовки многих видов биоты. Так, для степных регионов в условиях малоснежья и глубокого промерзания почвы зимой 1935-1936 гг. автором указывалось вымерзание кубышек саранчовых, что послужило причиной снижения численности популяций различных групп и видов биоты, для которых саранчовые являются основой питания в теплый период. Этот единственный приведенный пример показывает, насколько значимыми и долговременными могут быть экологические последствия рассматриваемого аномального малоснежья для биотических компонентов степных экосистем.

### **Заключение**

Аномальные погодные-климатические условия, сложившиеся в холодный период 2017-2018 гг., привели к значительно позднему формированию снежного покрова на значительной части европейской части России и на юге Сибири. В целом, погодные условия и характер залегания снежного покрова выглядят крайне аномальными на фоне многолетнего растущего тренда зим-

них осадков, но вполне объяснимыми, исходя из тенденции роста числа и продолжительности зимних оттепелей [19]. В степном Заволжье на фоне малоснежья и продолжительного периода с сильными и порывистыми ветрами в конце января 2018 г. наблюдалось развитие пыльно-снежной бури, уничтожившей значительную часть снежного покрова и приведшей к проявлению дефляционных процессов. Изучение факторов и закономерностей развития малоснежья и зимних пыльных бурь дает возможность для формирования комплексного представления о потенциальных экологических и экономических последствиях аномальных погодных-климатических условий, а также для выявления тенденций развития степных экосистем, прогнозирования ущерба и разработки мероприятий по оптимизации природопользования.

*(Статья подготовлена в рамках темы государственного задания и проекта Комплексной программы УрО РАН, выполняемых в Институте степи УрО РАН; №АААА-А18-118011690034-6 и №АААА-А17-117012610022-5)*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доскач А.Г. К вопросу о современных процессах образования эоловых отложений. Проблемы региональной и общей палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. М.: Ин-т географии АН СССР, 1975: 155-162.
2. Васильев Ю.И., Сажин А.Н., Долгилевич М.И., Фролова Л.С. Пыльные бури на юге Русской равнины. Известия АН СССР. Серия географическая. 1988. 3: 43-57.
3. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. М.: Экономика, 2004. С. 702.
4. Глушко А.Я., Разумов В.В., Рейхани М.Д. Дegradация земель юга Европейской части России под воздействием пыльных бурь. Юг России: экология, развитие. 2010. 1: 146-151.
5. Семенов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. Алматы: КазНИИЭК, 2011. 580 с.
6. Одер И.В., Дмитриева Е.В. Потенциальные источники чрезвычайных ситуаций природного характера на территории Ставропольского края. Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2006. 88 с.
7. Климентьев А.И. Почвы степного Зауралья: ландшафтно-генетическая и экологическая оценка. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 436 с.
8. Рябуха А.Г., Чибилев А.А., Павлейчик В.М. Песчаные ландшафты как индикатор современных экологических процессов в степной зоне. Проблемы геоэкологии и степеведения. Том IV. Оптимизация структуры земельного фонда и модернизация природопользования в степных регионах России. Оренбург: ИС УрО РАН, 2015: 24-40.
9. Шнюков Е.Ф., Митин Л.И., Цемко В.П. Катастрофы в Черном море. Киев: Манускрипт, 1994. 296 с.
10. Метеорологический сервис «Расписание погоды» [Электр. ресурс]. <http://gr5.ru> (дата обращения 19.02.2018).
11. Павлейчик В.М., Падалко Ю.А. Аномальное малоснежье и пыльно-снежная буря в Заволжско-Уральском регионе зимой 2017-2018 годов (условия формирования и потенциальные последствия). Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018. 2: (в печати).
12. Павлейчик В.М., Падалко Ю.А. Условия формирования и последствия аномального малоснежья зимы 2017-2018 годов в Заволжско-Уральском регионе. Труды VI межд. науч.-практ. конф.: Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных

- регионов. Екатеринбург, 2018: 218-225.
13. Павлейчик В.М., Левыкин С.В. Проблемы идентификации природно-экологических каркасов и территориальной охраны ландшафтного разнообразия степных регионов. Вестник ОГУ. 2007. 67. 3: 41-45.
  14. Павлейчик В.М. К вопросу об активизации степных пожаров (на примере Заволжско-Уральского региона). Вестник Воронежского государственного университета, сер.: География. Геоэкология. 2016. 3: 15-25.
  15. Павлейчик В.М., Чибилёв А.А. Степные пожары в условиях заповедного режима и изменяющегося антропогенного воздействия. География и природные ресурсы. 2018. 3: 38-48.
  16. Павлейчик В.М., Калмыкова О.Г., Сорока О.В. Особенности микроклиматического режима степных гарей на заповедном участке «Буртинская степь». Проблемы региональной экологии. 2016. 4: 69-74.
  17. Состояние озимых в Оренбургской области на 05.02.2018. Министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области [Электр. ресурс]. <http://mcsx.orb.ru/about/info/news/28119/> (дата обращения 19.02.2018).
  18. Формозов А.Н. Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР. М.: Изд-во МОИП, 1946. 152 с.
  19. Сивохип Ж.Т., Павлейчик В.М., Чибилёв А.А., Падалко Ю.А. Региональные угрозы устойчивого водопользования в трансграничном бассейне реки Урал. Водные ресурсы. 2017. 44. 4: 504-516.

*Получена 27.09.2018*

*(Контактная информация: Павлейчик Владимир Михайлович – к.г.н., заведующий отделом Института степи УрО РАН; адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; тел./факс 8 (3532) 774432, 776247; e-mail: pavleychik@rambler.ru)*

---

---

## **LITERATURA**

1. Doskach A.G. К вопросу о современных процессах образования еловых отложений. Проблемы региональной и общей палеогеографии лесовых и перигляциальных областей. М.: Ин-т географии АН СССР, 1975: 155-162.
2. Vasil'yev Yu.I., Sazhin A.N., Dolgilevich M.I., Frolova L.S. Pyl'nyye buri na yuge Russkoy ravniny. Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya. 1988. 3: 43-57.
3. Mazur I.I., Ivanov O.P. Opasnyye prirodnyye protsessy. М.: Экономика, 2004. S. 702.
4. Glushko A.Ya., Razumov V.V., Reykhani M.D. Degradatsiya zemel' yuga Yevropeyskoy chasti Rossii pod vozdeystviyem pyl'nykh bur'. Yug Rossii: ekologiya, razvitiye. 2010. 1: 146-151.
5. Semenov O.E. Vvedeniye v eksperimental'nyuyu meteorologiyu i klimatologiyu peschanykh bur'. Almaty: KazNIIK, 2011. 580 s.
6. Oder I.V., Dmitriyeva E.V. Potentsial'nyye istochniki chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo kharaktera na territorii Stavropol'skogo kraya. Stavropol': GUP SK «Krayevyye seti svyazi», 2006: 88.
7. Kliment'yev A.I. Pochvy stepnogo Zaural'ya: landshaftno-geneticheskaya i ekologicheskaya otsenka. Yekaterinburg: UrO RAN, 2000. 436 s.
8. Ryabukha A.G., Chibilev A.A., Pavleychik V.M. Peschanyye landshafty kak indikator sovremennykh ekologicheskikh protsessov v stepnoy zone. Problemy geoekologii i stepovedeniya. Tom IV. Optimizatsiya struktury zemel'nogo fonda i modernizatsiya prirodopol'zovaniya v stepnykh regionakh Rossii. Orenburg: IS UrO RAN, 2015: 24-40.
9. Shnyukov E.F., Mitin L.I., Tsemko V.P. Katastrofy v Chernom more. Kiyev: Manuskript, 1994. 296 s.
10. Meteorologicheskii servis «Raspisaniye pogody» [Elektron. resurs]. <http://rp5.ru> (data

- obrashcheniya 19.02.2018).
11. Pavleychik V.M., Padalko Yu.A. Anomal'noye malosnezh'ye i pyl'no-snezhnaya burya v Zavolzhsko-Ural'skom regione zimoy 2017-2018 godov (usloviya formirovaniya i potentsial'nyye posledstviya). Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii. 2018. 2: (v pechati).
  12. Pavleychik V.M., Padalko Yu.A. Usloviya formirovaniya i posledstviya anomal'nogo malosnezh'ya zimy 2017-2018 godov v Zavolzhsko-Ural'skom regione. Trudy VI mezhd. nauch.-prakt. konf.: Ekologicheskaya i tekhnosfernaya bezopasnost' gornopromyshlennykh regionov. Yekaterinburg, 2018: 218-225
  13. Pavleychik V.M., Levykin S.V. Problemy identifikatsii prirodno-ekologicheskikh karkasov i territorial'noy okhrany landshaftnogo raznoobraziya stepnykh regionov. Vestnik OGU. 2007. 67. 3: 41-45.
  14. Pavleychik V.M. K voprosu ob aktivizatsii stepnykh pozharov (na primere Zavolzhsko-Ural'skogo regiona). Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, ser.: Geografiya. Geoekologiya. 2016. 3: 15-25.
  15. Pavleychik V.M., Chibilov A.A. Stepnyye pozhary v usloviyakh zapovednogo rezhima i izmenyayushchegosya antropogennogo vozdeystviya. Geografiya i prirodnyye resursy. 2018. 3: 38-48.
  16. Pavleychik V.M., Kalmykova O.G., Soroka O.V. Osobennosti mikroklimaticheskogo rezhima stepnykh garey na zapovednom uchastke «Burtinskaya step'». Problemy regional'noy ekologii. 2016. 4: 69-74.
  17. Sostoyaniye ozimyykh v Orenburgskoy oblasti na 05.02.2018. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva, pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti Orenburgskoy oblasti [Elektron. resurs]. <http://mcx.orb.ru/about/info/news/28119/> (data obrashcheniya 19.02.2018).
  18. Formozov A.N. Snezhnyy pokrov kak faktor sredy, yego znachenie v zhizni mlekopitayushchikh i ptits SSSR. M.: Izd-vo MOIP, 1946. 152 s.
  19. Sivokhip Zh.T., Pavleychik V.M., Chibilov A.A., Padalko Yu.A. Regional'nyye ugrozy ustoychivogo vodopol'zovaniya v transgranichnom bassejne reki Ural. Vodnyye resursy. 2017. 44. 4: 504-516.

**Образец ссылки на статью:**

*Павлейчик В.М.* Аномальное проявление дефляции в условиях малоснежной зимы 2017-2018 годов в степном Заволжье. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. 3: 17 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-3/Articles/PVM-2018-3.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2018-13011.