

Е.С. Андреева, И.Н. Липовицкая, С.С. Андреев

## СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОСТРОВА ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН И ИХ ВКЛАД В РАССЕИВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ

*Статья посвящена исследованию особенностей и современных тенденций погодно-климатического режима острова Западный Шпицберген (на примере пос. Баренцбург). В настоящее время западная часть острова является одним из стратегических районов российского сектора Арктики, имеющего не только важное экономическое, но и уникальное научно-теоретическое значение, что, конечно, актуализирует тему данного исследования. Авторам представляется, что природно-климатические условия рассматриваемого острова и их современные тенденции выполняют существенную роль в формировании качества окружающей среды, определяя условия накопления и рассеивания загрязняющих веществ приземного слоя атмосферного воздуха, что имеет немаловажное значение в исследованиях аспектов антропогенной деятельности в условиях Арктики. В результате достижения цели работы установлено, что наиболее благоприятным периодом накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в пределах западной части Шпицбергена (пос. Баренцбург) с 2006 по 2015 гг. является весенне-осенний период. Данный период характеризуется преобладанием на исследуемой территории Арктических и Гренландских антициклонов, вследствие чего происходит установление безветренной погоды или ветрового режима незначительной интенсивности, сопровождаемое отсутствием осадков или небольшого их числа, что, в своей совокупности, не способствует рассеиванию загрязняющих веществ.*

### **Ключевые слова:**

*качество атмосферного воздуха, метеорологические параметры, метеорологический потенциал рассеивания антропогенных примесей, рассеивание антропогенных примесей, уровень загрязнения атмосферного воздуха.*

Андреева Е.С., Липовицкая И.Н., Андреев С.С. Современные особенности погодно-климатического режима острова Западный Шпицберген и их вклад в рассеивание антропогенных примесей // Общество. Среда. Развитие. – 2019, № 2. – С. 68–72.

© Андреева Елена Сергеевна – доктор географических наук, доцент, профессор, Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону; e-mail: esameteo@mail.ru

© Липовицкая Ирина Николаевна – кандидат географических наук, доцент, Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Ивангород; e-mail: lipovitskaya@mail.ru

© Андреев Сергей Сергеевич – доктор географических наук, профессор, Ростовский институт защиты предпринимателя, Ростов-на-Дону; e-mail: rggmurd@yandex.ru

В настоящее время проблемы загрязнения окружающей среды приобретают все большую актуальность. Несмотря на то, что архипелаг Шпицберген (Западный Шпицберген, является территорией Российской Федерации) находится в непосредственном удалении от промышленных районов Европы и Америки, он также подвержен антропогенному преобразованию [1]. Так, основными факторами, оказывающими влияние на окружающую среду острова, на данный момент, являются добыча угля и, в последнее время, увеличение туристической ин-

дустрии. Поэтому одной из наиболее актуальных проблем острова можно считать, загрязнение воздушной среды. В это же время ведутся активные шаги в области обеспечения защиты окружающей среды Свальбарда от антропогенного воздействия, опираясь на законодательную базу Норвегии и России.

Существенную роль в формировании качества окружающей среды играют природно-климатические условия [2–4], которые позволяют оценить вклад антропогенной деятельности в условиях Арктики. Данный факт неоднократно подтвержда-

ются в научной литературе, что указывает не только на теоретическую, но и практическую значимость обсуждаемой работы.

Статья посвящена исследованию современных тенденций погодно-климатического режима западной части острова Западный Шпицберген (поселок Баренцбург) и установлению их роли в рассеивании антропогенных примесей, поступающих за счет антропогенной деятельности.

### Материалы и методы

Для достижения цели работы в основу были обработаны и изучены данные, предоставленные Северо-западным отделением ФГБУ НПО «Тайфун» за 2006–2015 гг., для 8 основных сроков метеорологических наблюдений.

### Результаты исследования

Для осуществления цели работы рассмотрим изначально некоторые физико-географические особенности архипелага.

Так, *Шпицберген* или *Свальбард*, или *Груммант*, как известно, представляет собой достаточно обширный полярный архипелаг, расположенный в Северном Ледовитом океане между 76°26' и 80°50' северной широты и 10° и 32° восточной долготы, в состав которого входят как крупные острова: Западный Шпицберген (площадь 37 673 км<sup>2</sup>), Северо-Восточная Земля (14 443 км<sup>2</sup>), остров Эдж (более 5000 км<sup>2</sup>); так и более мелкие, площадью от 1288 до 120 км<sup>2</sup>: остров Баренца, Белый, Земля Принца Карла, Конгсёйа, Медвежий, Свенскёйа, остров Вильгельма; а также группы островов, мелкие островки и шхеры общей площадью около 621 км<sup>2</sup> [5].

Уникальность Свальбарда заключается не только в его расположении вблизи Северного полюса (расстояние до полюса около 1050 км), но и в размещении на территории архипелага 7 национальных парков, 6 природных и 15 птичьих заповедников; потому практически 65% площади Свальбарда находится под защитой государства Норвегия.

Архипелаг был известен русским морам и викингам, как показывают исторические летописные документы, с XII века. В более позднее время в районе Свальбарда активно развивался китобойный промысел, научные исследования. Экономический интерес в смысле развития горнодобывающей отрасли к архипелагу Шпицберген со стороны ряда европейских стран был проявлен в начале XX века. Тогда же, в 1920 г. в Париже был подписан так называемый Шпицбергенский трактат, который закрепил суверенитет Норвегии над архипелагом, определив условия хозяйственного использования территории Свальбарда [10].

В настоящее время наряду с туризмом и научными исследованиями на землях природоохранного назначения в пределах архипелага ведется и хозяйственная деятельность, связанная прежде всего с добычей каменного угля как со стороны Норвегии, так и со стороны России в разведанных каменноугольных толщах мезозойского и кайнозойского возраста. Рельеф острова представлен как островершинными зубчатыми хребтами на северо-востоке и северо-западе острова Западный Шпицберген высотой от 800 до 1200 м, так выположенными плато в центре. Возможно, наблюдение этих «острых гор» («*spitz*» – острый; «*berg*» – гора) вызвало голландскому мореплавателю Виллему Баренцу в 1596 году назвать архипелаг «*Spitzbergen*» или «*Шпицберген*» в русском варианте. На всей территории Свальбарда в геоморфологическом отношении развиты все виды ледниковой работы, включая ледниковую экзарацию, а также солифлюкцию, усиливаемую вечной мерзлотой.

Близость к Арктике обуславливает также уникальные особенности климата архипелага, которые для реализации цели исследования необходимо рассмотреть далее достаточно подробно.

Так, баланс солнечной радиации в арктических условиях определяется ледяным покровом, существующим в течение всего года, добавляя затраты тепла на таяние снега, льда и многолетней мерзлоты. Следует также отметить, что приход солнечной радиации на Свальбарде в период полярных ночей отсутствует, а в период полярного дня весьма высокий, однако практически 80% его отражается от поверхности снега и льда.

Наличие ледовых плато в центральных частях островов архипелага способствует формированию местной циркуляции, представленной холодными воздушными массами. В свою очередь над прибрежными районами архипелага, находящимися под воздействием северной ветви Гольфстрима, формируются теплые воздушные массы, что вызывает значительные контрасты в температурном режиме Свальбарда.

По классификации климатов, предложенной Б.П. Алисовым, Шпицберген (Западный Шпицберген) относится к арктическому климату. Рассмотрим основные метеорологические характеристики исследуемой территории, анализ которых произведем на основании данных, предоставленных Северо-западным отделением ФГБУ НПО «Тайфун» за 2006–2015 гг.

Как известно, атмосферное давление является важнейшей характеристикой физического состояния атмосферы и погодных условий.

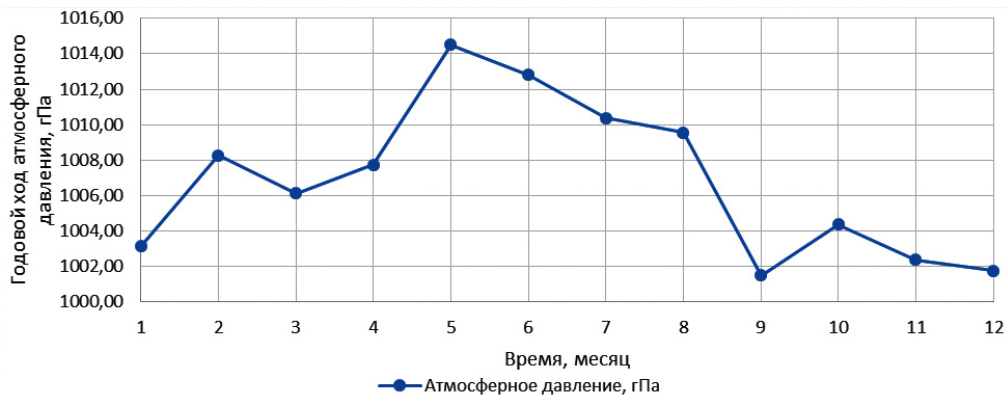


Рис. 1. Годовой ход атмосферного давления острова Шпицберген (Западный Шпицберген) за 2006–2015 гг.

Для острова характерны в течение всех сезонов вторжения циклонов и антициклонов, которые оказывают существенное влияние на формирование климата [5]. Так, циклоны приходят из области Исландского минимума (область пониженного давления), от которого в сторону острова протянулась Исландско-Карская ложбина низкого давления. Переносы теплых воздушных масс часто прерываются холодными, приносимыми антициклонами из области Гренландского высокого давления.

Для оценки влияния атмосферного давления на загрязнение атмосферного воздуха были построены графики за период с 2006 по 2015 гг. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Так, годовой ход атмосферного давления, показанный на рис. 1, позволяет видеть, что в период с мая по август периода 2006–2015 гг. атмосферное давление исследуемой территории наиболее высокое в сравнении с другими месяцами указанного выше временного периода. В целом можно сказать, что исследуемая территория относится к территориям с преобладанием антициклонального погодного режима: в течение года весьма активны постоянные максимумы давления – Арктический и Гренландский. Постоянный Исландский минимум давления, расположенный до-

статочно близко, не способствует заметно понижению атмосферного давления.

Температурный режим острова зависит от взаимодействия арктического воздуха с воздухом умеренных широт. Большое влияние оказывает теплое течение Гольфстрим, одно из ответвлений которого подходит к западному побережью архипелага Свальбард, а другое впадает в Баренцево море с юга, благодаря этому климат для данной территории значительно смягчен [6]. Среднегодовая температура на острове составляет  $-5,9^{\circ}\text{C}$ .

Исходя из данных рис. 2 очевидно, что температура воздуха о. Шпицберген (Западный Шпицберген) с 2006–2015 гг. характеризуется ярко выраженным трендом. В годовом ходе температуры воздуха для станции Баренцбург отчетливо видно, что минимум проявляется в марте, а максимум – в июне.

Обычное явление для Шпицбергена (Западный Шпицберген) – зимние оттепели, а в летние периоды не редкость понижение температуры ниже нуля. Следует отметить, что положительные температуры воздуха на острове преобладают в некоторые годы в осенние месяцы.

Анализ многолетних температурных наблюдений в сравнении с исследуемым периодом времени показал, что в данном регионе прослеживается повышение температуры на  $1,0^{\circ}\text{C}$  [7]. При этом значение

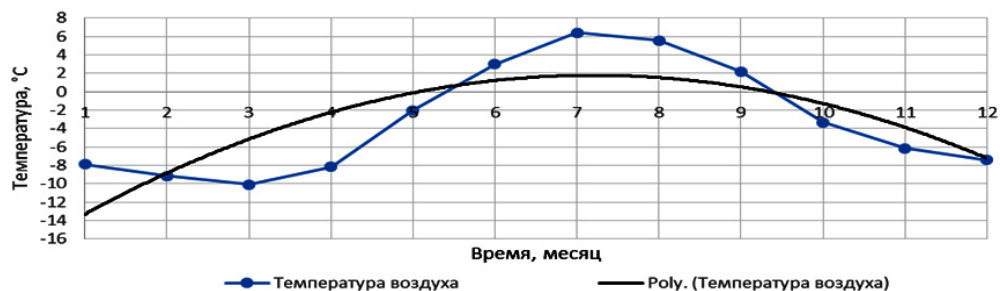


Рис. 2. Изменчивость среднегодовых значений температуры воздуха о. Западный Шпицберген с 2006 по 2015 гг.

среднегодовой температуры воздуха острова повысилось до  $-2,9^{\circ}\text{C}$ . Полученные результаты подтверждает и график межгодовой изменчивости среднегодовой температуры воздуха острова Шпицберген (Западный Шпицберген) с 2006 по 2015 г.

Содержание влаги в воздухе меняется в зависимости от температуры воздуха, времени суток, физико-географических условий местности и т.д.

Перемещение воздушных масс приводит к тому, что одних регионах испарение преобладает над конденсацией, а в других – наоборот, определяя существенную изменчивость значений относительной влажности воздуха в пределах Западного Шпицбергена.

Совершенно очевидно, что вследствие постоянных низких температур в течение года в пределах исследуемой территории наблюдаются достаточно высокие значения относительной влажности, колеблясь в диапазоне от 77% до 83%.

Годовой ход относительной влажности воздуха характеризуется тем, что постепенное увеличение среднемесячных значений отмечается с марта по сентябрь. В это время на о. Шпицберген (Западный Шпицберген) начинается период полярного дня, который характеризуется увеличением солнечного тепла и таянием снега и льдов (увеличение испарения). С октября по февраль заметно понижение относительной влажности воздуха, так на острове наступает сезон полярной ночи.

На территории острова встречаются холодные полярные потоки воздуха с влажным морскими, тянущимся с юга, что создает области низкого давления и способствует резкому изменению погоды и резким порывам ветра.

Скорость ветра достигает достаточно значительных значений, что чаще характерно для зимних месяцев. Средняя многолетняя скорость ветра в п. Баренцбург составляет 3,4 м/с.

На данный момент, при быстро растущем загрязнении, именно ветер играет наиболее важную роль в процессе самоочищения атмосферного воздуха [8].

На рис. 3 изображен годовой ход значений скоростей ветра за 2006–2015 гг. Анализируя полученные данные, можно сказать, что для острова Шпицберген (Западный Шпицберген) характерны сильные порывы ветра. Наибольшая скорость ветра (4,3 м/с) и максимальные порывы ветра (13 м/с) наблюдается в зимний период, пик приходится на январь [9]. В это время на острове преобладают метели, характеризующиеся выпадением большого количества осадков. В зимние время на острове нередко бывают штили, для которых характерны наиболее сильные морозы.

Для Шпицбергена (Западный Шпицберген) наиболее характерными направлениями ветра в период с 2006 по 2015 гг., являются: южное, юго-западное, юго-восточное, западное, восточное, северо-западное, северное, северо-восточное. Пересчет их в процентное соотношение показал, что преобладающими направлениями ветра являются юго-восточное (38%), северное и северо-восточное (12%), штиль (11%).

Выпадение осадков отличается большой изменчивостью во времени: в течение года и внутри каждого месяца. Год, в зависимости от вида атмосферных осадков, подразделяют на два периода: холодный – выпадают осадки в твердом виде; теплый – выпадение осадков в жидком виде.

Ежегодно в поселке Баренцбург (Западный Шпицберген) количество дней с осадками составляет около 240, причем около 170 дней – с осадками в виде снега, а 70 дней – с дождем или морозящим дождем со снегом.

В годовом ходе осадков за период времени с 2006 по 2015 гг. можно отметить, что, во-первых, максимальное количество атмосферных осадков в поселке Баренцбург сместилось на октябрь, а минимальное – на июль; во-вторых, их количества по сравнению с серединой XX в. существенно изменились: максимум осадков уменьшился от 170 (1976) до 137 мм (2006–2015), а минимум в свою очередь возрос от 1–2 (1935, 1949) до 43 мм (2006–2015).

Устойчивый снежный покров на острове Шпицберген (Западный Шпицберген)

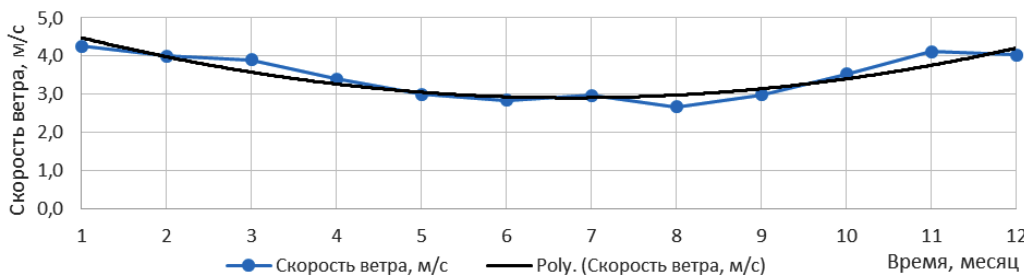


Рис. 3. Годовой ход значений скоростей ветра о. Шпицберген (Западный Шпицберген) за 2006–2015 г.

72 | устанавливается обычно в октябре. В основном осадки при этом выпадают в виде слабых, но продолжительных снегопадов.

В целом, климатические условия исследуемой территории, не создают достаточных условий для рассеивания примесей в атмосфере ввиду антициклонального режима погоды в течение года. Однако тот факт, что в районе острова Шпицберген возникают взаимодействия между антициклонами (Гренландский, Арктический максимумы) и циклонами (Исландский минимум), проявляющимися в приземных условиях значительным усилением скорости ветра, может создать чрезвычайно положительные условия для диффузии примесей в отдельные периоды времени внутри года.

Наличие антропогенных примесей в приземном слое воздуха рассматриваемой западной части архипелага Свальбард обуславливается весьма развитой в данном районе добывающей отраслью, а именно – добычей каменного угля, которая осуществляется российским трестом «Арктикуголь» с 1931 г. в пределах Свальбарда. В настоящее время трест владеет 3 угольными месторождениями: «Баренцбург» (56,3 км<sup>2</sup>), «Груммант» (79,3 км<sup>2</sup>) и «Пирамида» (47,05 км<sup>2</sup>), однако действующим рудником из вышеперечисленных является только «Баренцбург», на территории которого ежегодно добывается около 120 тыс. тонн угля для обеспечения нужд жителей поселка Баренцбург, а также час-

тично на экспорт в страны Европы. Предполагаем, что именно рудник по добыче каменного угольного сырья и теплоэлектростанция (ТЭЦ) поселка, включая площадки складирования угля, отвалы горной породы, склады строительных материалов, являются наиболее важными поставщиками основных антропогенных примесей приземного слоя воздуха российского Баренцбурга.

### Обсуждение и заключения

Основываясь на полученных результатах, можно видеть, что наиболее благоприятным периодом накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в пределах западной части Шпицбергена (пос. Баренцбург) с 2006 по 2015 гг. является весенне-осенний период. Данный период характеризуется преобладанием на исследуемой территории Арктических и Гренландских антициклонов, вследствие чего происходит установление безветренной погоды или ветрового режима незначительной интенсивности, сопровождаемое отсутствием осадков или небольшого их числа, что, в своей совокупности, не способствует рассеиванию загрязняющих веществ в воздушном бассейне. Стоит отметить, что выводы и результаты данного исследования имеют практическое значение и их целесообразно учитывать при дальнейшем развитии производственной деятельности на Западном Шпицбергене.

### Список литературы:

- [1] Андонова А.С., Бабин А.В., Викулина М.А., Воробьевская Е.Л., Воякина Е.Ю., Гаранкина Е.В., Голубева Е.И., Дикинис А.В., Дмитричева Л.Е., Ефимова Л.Е., Зенгина Т.Ю., Зуев Ю.А., Зуева Н.В., Кашлева Л.В., Кислов А.В., Комолова С.А., Лукашов А.А., Михеева А.И., Петрушенко В.Д., Плюшкавичуте Ю.А. и др. Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского Севера. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2013. – 124 с.
- [2] Андреева Е.С., Андреев С.С. География и генезис опасных явлений погоды юга России. – Ростов-на-Дону: РГГМУ, фил. в г. Ростове-на-Дону, 2007. – 93 с.
- [3] Андреева Е.С. Вероятностно-географический метод прогноза сильных ветров для равнин юга России // Естественные и технические науки. – 2008, № 4 (36). – С. 217–220.
- [4] Андреев С.С. Попова Е.С. Колебания среднегодовой температуры воздуха по данным г. Махачкала/ Уйташ в 1882–2015 гг. // Успехи современного естествознания. – 2017, № 5. – С. 72–77.
- [5] Демешкин А.С. Геоэкологическая оценка состояния природной среды в районе расположения Российского угледобывающего рудника Баренцбург на архипелаге Шпицберген / Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – СПб., 2017. – 181 с.
- [6] Лазарева Е.О., Попова Е.С. Особенности пространственно-временной динамики антропогенных примесей воздуха г. Санкт-Петербурга за период времени с 1980 по 2012 гг. (на примере оксида углерода, диоксида азота, взвешенных веществ) // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2014, № 37. – С. 204–215.
- [7] Лазарева Е.О., Попова Е.С., Липовицкая И.Н. Влияние температурных инверсий на концентрацию примесей в приземном слое воздуха над Санкт-Петербургом в 2006–2014 гг. // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2015, № 41. – С. 149–155.
- [8] Попова Е.С., Липовицкая И.Н., Лазарева Е.О. Анализ временной изменчивости основных антропогенных примесей атмосферного воздуха г. Санкт – Петербурга за период с 1980 по 2012 гг. // Экологические проблемы постсоветского пространства. Международный сборник научных статей / Под общ. ред. А.В. Горбенко, Е.А. Ивановской. – Липецк, 2014. – С. 76–85.
- [9] Спицына А.Д., Андреева Е.С., Андреев С.С. Динамика концентраций антропогенных примесей арктической атмосферы (на примере западной части о. Шпицберген) за период с 2006 по 2015 гг. // Инновации и инжиниринг в формировании инвестиционной привлекательности региона : сб. науч. тр. II открытого Междунар. науч.-практ. форума / Отв. ред. Б.Ч. Месхи. – Ростов н/Д: ДГТУ-Принт, 2017. – С. 21–27.
- [10] Population in the settlements. Svalbard, Statistisk sentralbyre. – Oslo: Kongsvinger, 2017. – 398 p.