



УДК 551.5 (574.420)

МРНТИ 87.01.75

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2025.97(1).41

¹Алдабергенова А.М. *, ¹Капсалямов Б.А., ²Харламова Н.Ф.¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва,
Астана Казахстан²Алтайский государственный университет, Барнаул, РФ

*Автор-корреспондент: asela1995@mail.ru

E-mail: ba.kaapsalyamov@gmail.com, harlamovageo@rambler.ru

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА

Аннотация. Метеорологические явления, которые наблюдаются и происходят в атмосфере, часто представляют опасность для людей или функционирование геосистем. К особо опасным погодным явлениям относятся сильные ветры, туманы, гололёд, интенсивные дожди, градины, ураганы, бури, метели, град и другие. Такие явления погоды наблюдаются сезонно, то есть в определенное время года, и имеют свои яркие отличительные черты как, например, фенологические явления, летние грозы, осенний листопад, снег зимой. При функционировании многих природохозяйственных мероприятий (проектировании и строительстве гидротехнических сооружений, промышленных и транспортных объектов, в гражданской авиации, отраслях сельского хозяйства, рекреационно-туристической деятельности и др.) выбор стратегии хозяйственного решения приходится принимать, учитывая то влияние, которое непосредственно оказывают или будут оказывать метеорологические явления на объекты природы, человека и производственные процессы [1]. При этом информацией могут служить только многолетние режимные характеристики, то есть климатологические сведения: в дальнейшем на их данных создается климатологический прогноз.

Ключевые слова: особо опасные погодные явления; циклон; антициклон; синоптические карты; спутниковые снимки, анализ.

Введение

Климатические условия местности определяются и характером подстилающей поверхности. Климат, формирующийся на большой территории, например территории физико-географической провинции, называется макроклиматом. Однако природные условия любой физико-географической провинции не бывают однородными. Каждая из них состоит из типов местности, различных по своим природным особенностям. Климат отдельных типов местности является местным климатом. Его специфика заметно проявляется на фоне общих климатических условий данной физико-географической провинции



[2]. В статье рассматривается территория Восточного Казахстана, где преобладает резко континентальный климат с жарким летом, холодной и снежной зимой. Горные районы Восточного Казахстана представлены хребтами Калба, Алтай и Саур-Тарбагатай, они окружены холмистыми равнинами [3]. Целью данного исследования является выявление особо опасных погодных явлений холодного периода по территории Восточного Казахстана, анализ их взаимосвязей с центрами действия атмосферной циркуляции.

Предмет исследования

Определение максимальной температуры и особо опасных явлений по 6 станциям территории исследования: Усть-Каменогорск, Семей, Риддер, Зайсан, Курчум и Акжар. Сведения фактической основы исследований послужили фондовые материалы Казгидромета за период 2017-2023 годы (г.г), данные климатических ежегодников и справочников, метеорологические источники, специальная литература, спутниковые снимки и синоптические карты.

Методы исследования

Комплексно-географический анализ, типизация циркуляционных процессов, анализ синоптических карт, анализ спутниковых карт, прогнозирование. Человек испытывает на себе влияние многих климатических элементов и факторов: температуры и влажности воздуха, ветра и атмосферного давления, ультрафиолетового излучения, грозных разрядов, электромагнитных полей, степени ионизации воздуха, солнечной активности и др., создающих разнообразные физиологические эффекты. От климатических условий зависят тепловое состояние человека, газообмен с окружающей средой, состояние его кожи и т.п. Ряд заболеваний, например сердечно-сосудистые связаны с теми и или иными особенностями климата. Опасные погодные явления (ОЯ) также классифицируются: по разным признакам: происхождению; характеру воздействия; продолжительности (времени действия); регулярности действия; масштабам распространения; группам, типам и видам. **К экстремальным погодным явлениям относятся:** падение метеоритов, ураганы, тайфуны, смерчи, шквалы, наводнения, цунами, оползни, сели, водоснежные потоки, лавины. К неблагоприятным природным явлениям относятся сильные морозы, засухи, эрозия почв и другие. В 2012 году Всемирная метеорологическая организация сформировала глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГРОКО), основной задачей которого является научное и информационно-аналитическое обеспечение адаптации экономики и населения стран к текущему и ожидаемому состоянию климатической системы, снижения риска стихийных бедствий. Согласно «Положению о сборе сведений об опасных гидрометеорологических явлениях» [4] к особо опасным относят те, явления, которые в той или иной степени нанесли или могут нанести даже незначительный ущерб. К таким явлениям принято относить: сильные ветры, град, гололёд, интенсивные дожди, метели, жестокие морозы (ниже минус 30°C и минус 50°C), изморозь, гололедиц, туман при видимости менее 100 м, грозы, смерчи и т.д. Для осуществления прогнозирования вероятности причинения ущерба и последствий опасных метеорологических явлений по Восточному Казахстану (ВКО) выбраны 6 реперных метеостанции: Усть-Каменогорск, Семей, Риддер, Зайсан, Курчум и



Акжар. Исследования проводились на фондовом материале Казгидромета (Национальная гидрометеорологическая служба Казахстана) за 2017-2023 гг. (зимние месяцы). Также использовались климатические ежегодники, справочники, синоптические карты и спутниковые снимки. Проявление особо опасных явлений на территории Восточного Казахстана в холодный период можно подразделить на виды угроз природной среде и безопасности людей. В исследованиях определено максимальное значение особо опасных погодных явлений за 2017-2023 гг. (таблица 1).

Соискательными источниками стали местные газеты и журналы, прогноз на предстоящую зиму: Температура воздуха и количество осадков в Казахстане ожидаются преимущественно выше климатической нормы (РГП «Казгидромет»). Зима может повторить сценарий холодного сезона 2001/2002 гг., т.е. будет теплой с большим количеством осадков, которые принесут на территорию Республики частые перемещение теплых и влажных воздушных масс из районов Атлантики [5]. Теплый декабрь 2023 г. прогнозировали синоптики ВКО, опубликовав, что погодные условия наступающей зимы могут повторить те, что были 22 года назад. Согласно консультативному прогнозу РГП «Казгидромет» этот декабрь прогнозировался типично теплым, потому что такие зимы на нашей территории в настоящее время – не редкость.

Таблица 1 – Максимальное значение особо опасных погодных явлений в течениях холодного периода на метеостанциях ВКО

№	Особые погодные явления	Название метеостанций / Год					
		2023				2020	2017
		Усть-Каменогорск	Семей	Зайсан	Риддер	Курчум	Акжар
1	*непрерывный снег	+	+		+		+
2	ливневой снег	+	+				
3	умеренный. ливневой снег	+	+	+			
4	дымка	+	+	+		+	+
5	туман	+		+			
6	ледяной туман						
7	гололед						
8	*слабый снег			+	+	+	+
9	● дождь						
10	ливневой дождь				+		
11	поземок	+	+		+		
12	метель						+



Количество осадков за месяц ожидалось около нормы, в течении всего декабря возможны снег, метель и ветер 15-20 метров в секунду. Однако в конце декады ожидалось понижение температуры воздуха ночью до $-13-18^{\circ}\text{C}$, днём до $-3-8^{\circ}\text{C}$ мороза, в горных и предгорных районах области ночью до -21°C , днём -11°C . Зима 2023 года повторяет зиму 2001/2002 г.г., отмечали в Казгидромете [6]. Измерения температуры воздуха проводятся одновременно тремя термометрами (психрометрическим, максимальным и минимальным), поэтому климатические характеристики вычисляются для трех рядов наблюдений за температурой. В других странах используются другие методы расчета. Например, в **Соединённых Штатах Америки (США)** и Италии принято рассчитывать среднюю месячную температуру как среднее из максимальной и минимальной температур [7]. Этот и другие методы, включающие в расчеты экстремальные температуры, являются менее точными по сравнению с принятыми в России. В условиях постоянно меняющегося климата понимание природных процессов, влияющих на возникновение периодов экстремальных температур, может иметь важное значение, поскольку эти явления могут иметь серьезные последствия как для общества, так и для окружающей среды. В частности, зимние экстремальные явления могут быть связаны с периодами похолодания. Период похолодания обычно определяется как метеорологическое явление, при котором несколько дней подряд наблюдаются экстремально низкие температуры. В холодное время года периоды холодной зимы связаны с суровыми погодными явлениями, такими как снегопады и низкие температуры. Трудности в работе служб общественного здравоохранения, смертность людей и животных, стихийные бедствия и другие социально-экономические последствия (транспортная энергетика, сельское хозяйство и т.д.) вот некоторые из последствий периодов похолодания. Поэтому изучение изменчивости (повторяемости) периодов похолоданий имеет большое значение. Во второй половине XX-века в Северном полушарии наблюдалось самое сильное потепление в переходный период зимы к весне. Например, в Китае показали, что количество дней с экстремально холодными температурами сокращалось со скоростью не менее 7% за столетие, в то время как количество дней с экстремально высокими температурами увеличивалось со скоростью, превышающей 10% в столетие [8]. Исследования показывают, что, хотя в будущем периоды похолодания будут менее частыми, они остаются столь же интенсивными. В средних широтах атмосферная циркуляция является одним из определяющих факторов изменчивости климата и большинство приповерхностных метеорологических переменных, например, экстремальных температур. Наличие архивных данных по 6 метеостанциям предоставили возможность определить минимальную температуру воздуха (рисунок 1).

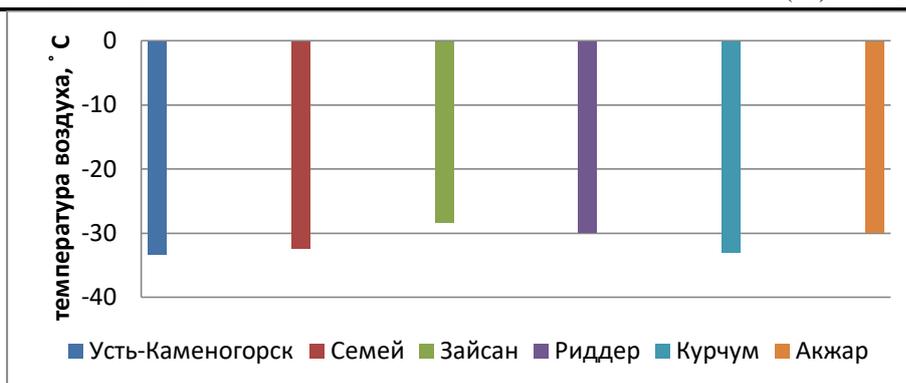


Рисунок 1 – Минимальная температура воздуха за 2023 год

Минимальная температура воздуха зафиксированы в основном в январе на метеостанций Усть-Каменогорск $-33,4^{\circ}\text{C}$ (22.01.2023г). То есть зимой вся территория Юго-Западного Алтая попадает под непосредственное воздействие западного отрога мощного Азиатского антициклона (средняя мощность 1040 гПа). В многолетнем режиме Азиатский антициклон определяет погодноклиматические условия зимнего сезона в регионе: слабые и умеренные ветры, повторяемость штилей и инверсии температуры воздуха (рисунок 2).

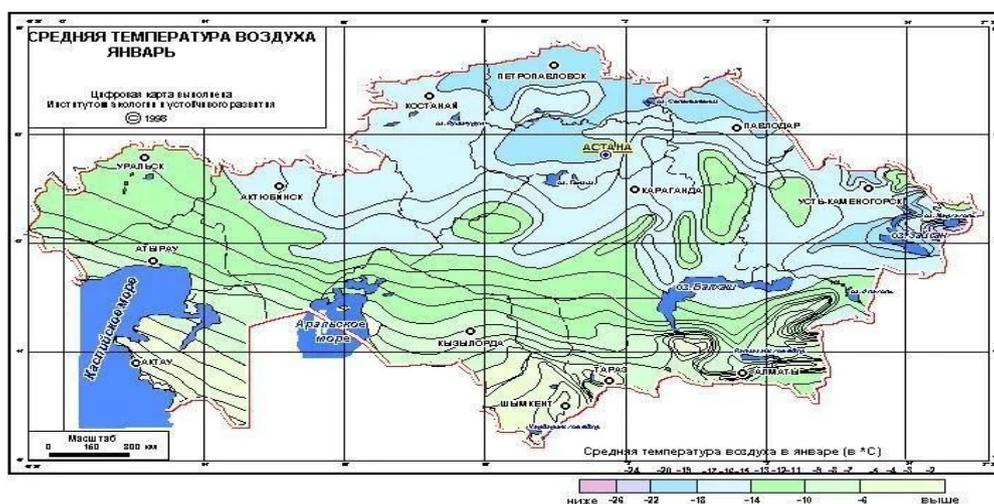


Рисунок 2 – Средняя температура воздуха в январе по Казахстану за 1998-2023 годы

Атмосфера в этих условиях характеризуется большой устойчивостью: из-за отсутствия турбулентного перемешивания и слабого рассеивания не происходит ее самоочищения, и все промышленные выбросы остаются в приземном слое. Подобные неблагоприятные метеорологические условия способствуют накоплению примесей и формируют высокие и очень высокие уровни загрязнения атмосферы в регионе [9]. Для анализа использованы синоптические карты, которые способствуют пониманию всего процесса в целом. Прогнозы и предупреждения составлялись на основании анализа синоптической



карты, на которой особыми значками наносятся данные о давлении и температуре воздуха, облачности, ветре, относительной влажности, состоянии поверхности почвы и наблюдающихся явлениях погоды по целому ряду метеорологических станций, расположенных на территории исследования. Анализ приземной карты 22.01.2023 года за 00 час по Гринвичу (рис. 3) выявил следующие синоптические обстоятельства. Если сравнить с предыдущими сутками (21.01.2023 г., рис. 2), то в зоне высокого давления можно проследить перемещение антициклона к югу, а его центр расположен южнее Оренбурга. Ложбина низкого давления по сравнению с предыдущими сутками переместилась к северо-востоку, углубившись до $P=1042$ Гпа над территорией Северного Казахстана (рис. 3).

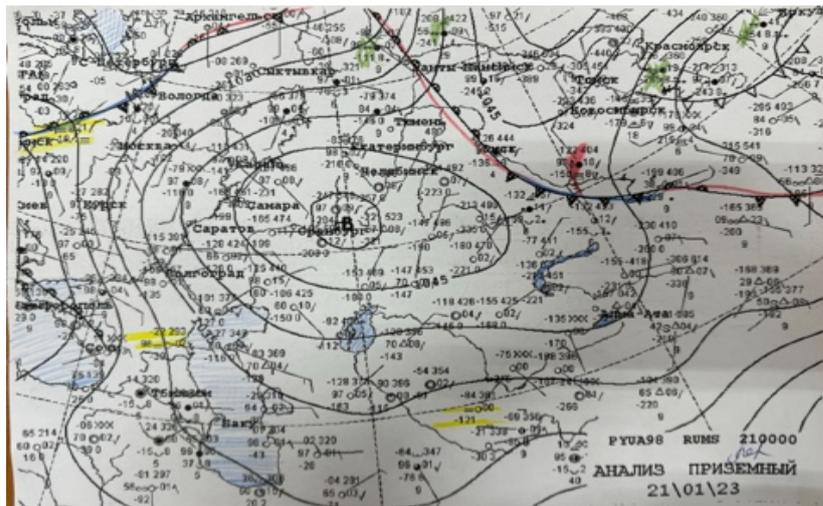


Рисунок 3 – Приземная карта 21.01.2023 года за 00 час по СГТ

Значение ($P=1040.4$ гПа) барической тенденции на территории Казахстана был существенно выше, чем на ЕТР (Европейская Территория России). По территории ВКО проходил один системный холодный фронт, который привел к усилению ветра, образованию нижней границы облачности и соответственно – формированию ливневого дождя или снега (рис 4).

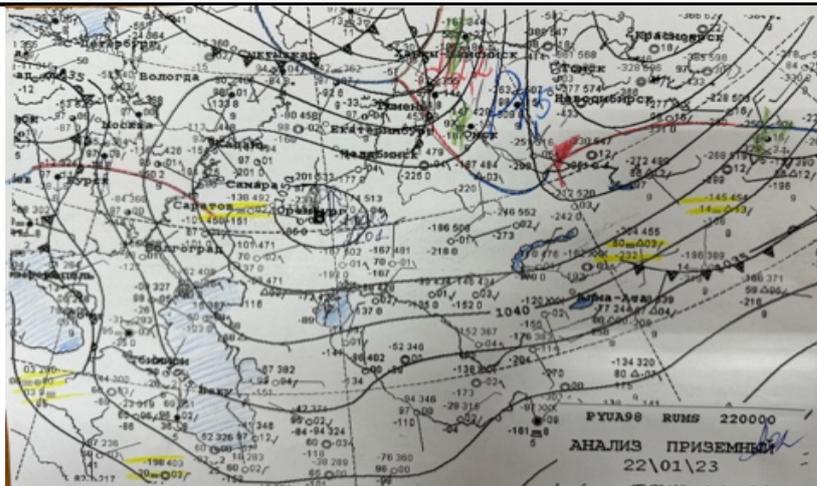


Рисунок 4 - Приземная карта 22.01.2023 года за 00 час по СГВ

В связи с прохождением холодного фронта на территорию Восточного Казахстана в зимний сезон года зачастую вторгается масса арктического воздуха (АВ), который впоследствии резко понижает температуру воздуха. Зимой в горах наблюдается явление температурной инверсии: с высотой температура не понижается, а наоборот, повышается. Запуски искусственных спутников Земли, впервые в мире начатые в Советском Союзе в 1957 году, открыли широкие перспективы для исследования атмосферы и космического пространства. Наблюдения, производимые с искусственных спутников Земли, принесли с собой целый ряд принципиально новых представлений о пространстве, окружающей Землю. Первые фотографии облачных систем, полученных со спутника, доказали свою ценность для использования их в анализе приземных и высотных карт и при составлении прогноза погоды. Развития облачных систем по спутниковым снимкам изображен на рисунке 5.

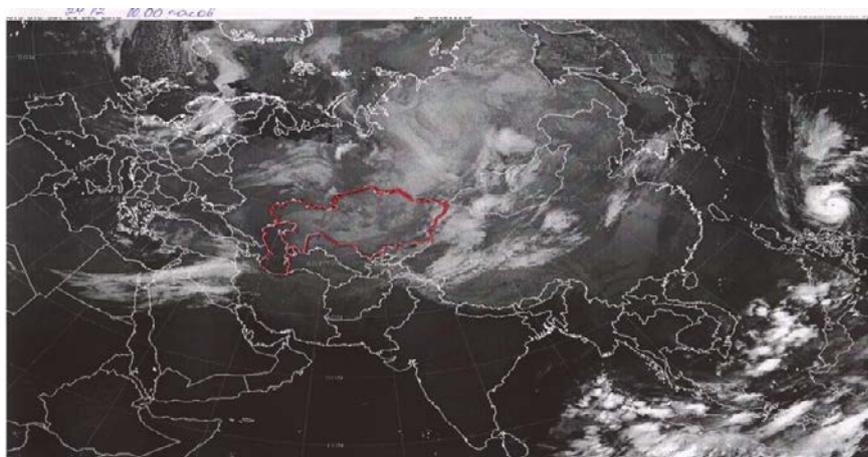


Рисунок 5 - Спутниковый снимок геостационарного спутника METEOSAT-7 за 22.01.2023 год на полушарий



Дело в том что, увеличение населения земного шара, растущая урбанизация, вырубка лесов, распахивание целинных земель и сравнительно небольшие запасы продовольствия в ряде стран делают особенно опасными значительные колебания климата. Учет климатических условий имеет особенно большое значение в странах, где осуществляется плановое ведение народного хозяйства, так как здесь имеется возможность наиболее рационально изучать климатический фактор и его колебания.

Заключение

Результаты анализа синоптических карт внутриконтинентальной территории Евразии в пределах Казахстана и России позволили получить следующие результаты:

- идентифицировать на спутниковых снимках основные мезо-масштабные облачные системы, возникающие под действием конвекции, орографической и термической неоднородности подстилающей поверхности;

- изучить атмосферные процессы, приводящие к появлению определенных облачных структур и взаимосвязь крупномасштабных облачных образований с барическими системам синоптического масштаба;

- использовать снимки облачных образований для прогноза облачности, синоптического состояния и явлений погоды. Использование информации геостационарных спутников МЕТЕОСАТ-7 ИК канал (11-13 мкм), передающих снимки с большой частотой, создали новые возможности в исследовании динамики облачных образований. С внедрением компьютерных средств накопления и визуализации этой информации исследования стали более успешными. Разработке методов использования информации геостационарных спутников посвящены исследования Бакста Л.А., Коллиера К.Г., Козловского П., Мишель Х., Федоровой Н.Н. и других авторов. Результаты проведенных многочисленных исследований значительно расширили наши знания о движении воздушных масс и их энергетических изменениях и показали, что одной из самых важных проблем при определении характера развития атмосферных явлений является определение места и времени возникновения вихря. В связи с огромной разновидностью процессов в атмосфере эта задача трудно решается [10]. В подобных условиях улучшение качества прогноза погодных условия имеет очень важное значения как для населения, так и для разнообразной производственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории Российской Федерации и риски, создаваемые ими . Автореферат. Санкт-Петербург, 2018. – 10 с.

[2] Plavtsova E. Kiselyov Ya. Time characteristics of heat and cold waves and their relation to atmospheric circulation in EURO-CORDEXRCMs. Adv. Meteorop, 2019 - 34 p.

[3] Petrova O. Denissova N. Daumova G. Ivashchenko Y. Sergazinov E. Regional climatic and their impact on the level of avalanche hazard in East Kazakhstan, Heliyon, 2025 – 22 p.



[4] Переведенцев Ю.П. Динамика тропосферы и стратосферы в умеренных широтах Северного полушария и современные изменения климата в Приволжском федеральном округе // Казань: Издательство Казанского университета, 2017- 186 с.

[5] Волкова А. Тёплая и дождливая. Мой край. Новости. Вып. №43. Усть-Каменогорск, 2023 - 2 с.

[6] Егорина А.В., Зинченко Е.С., Зинченко Ю.К. Физическая География Восточного Казахстана. Усть-Каменогорск: ШЫҒЫС Полиграф, 2017 - 64-70 с.

[7] Kodra E. Steinhauser K. Ganguli A.R. Preservation of extreme cold in warming scenarios of the 21st century Geofizik, 2011 – 38 p.

[8] Chu P. Chan K. Wu.J. A warning about hot weather can help reduce the mortality of the elderly in Hong Kong, including J. Bion, 2009 - 461-468 p.

[9] Егорина А.В. Климат Юго-Западного Алтая. Под ред. «Семей Печать», 2014 - 480 с.

[10] Катцов В. М. Климатическое обслуживание в Российской Федерации: вчера, сегодня, завтра. Труды VII Всероссийского метеорологического съезда. Санкт-Петербург, 2015 - 66-80 с.

REFERENCES

[1] Panfutova Ju.A. Opasnye meteorologicheskie javlenija na ravninnoj territorii Rossijskoj Federacii i riski, sozdavaemye imi . Avtoreferat. Sankt-Peterburg, 2018. – 10 s. [in Russian]

[2] Plavtsova E. Kiselyov Ya. Time characteristics of heat and cold waves and their relation to atmospheric circulation in EURO-CORDEXRCMs. Adv. Meteorop, 2019 - 34 p. [in English]

[3] Petrova O. Denissova N. Daumova G. Ivashchenko Y. Sergazinov E. Regional climatic and their impact on the level of avalanche hazard in East Kazakhstan, Heliyon, 2025 – 22 p. [in English]

[4] Perevedencev Ju.P. Dinamika troposfery i stratosfery v umerennyh shirotah Severnogo polusharija i sovremennye izmeneniya klimata v Privolzhskom federal'nom okruge // Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2017- 186 s. [in Russian]

[5] Volkova A. Tjoplaja i dozhdlivaja. Moj kraj. Novosti. Vyp. №43. Ust'-Kamenogorsk, 2023 - 2 s. [in Russian]

[6] Egorina A.V., Zinchenko E.S., Zinchenko Ju.K. Fizicheskaja Geografija Vostochnogo Kazahstana. Ust'-Kamenogorsk: Shyғys Poligraf, 2017 - 64-70 s. [in Russian]

[7] Kodra E. Steinhauser K. Ganguli A.R. Preservation of extreme cold in warming scenarios of the 21st century Geofizik, 2011 – 38 p. [in English]

[8] Chu P. Chan K. Wu.J. A warning about hot weather can help reduce the mortality of the elderly in Hong Kong, including J. Bion, 2009 - 461-468 p. [in English]

[9] Egorina A.V. Klimat Jugo-Zapadnogo Altaja. Pod red. «Semej Pechat'», 2014 - 480 s. [in Russian]

[10] Katcov V. M. Klimaticheskoe obsluzhivanie v Rosijskoj federacii: vchera, segodnja, zavtra. Trudy VII Vserossijskogo meteorologicheskogo s#ezda. Sankt-Peterburg, 2015 - 66-80 s. [in Russian]



Алдабергенова А.М., Капсаямов Б.А., Харламова Н.Ф.
СУЫҚ КЕЗЕНДЕГІ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫҢ
ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Атмосферада байқалатын және болатын метеорологиялық құбылыстар көбінесе адамдарға немесе геожүйелердің жұмысына қауіп төндіреді. Ауа-райының ерекше қауіпті құбылыстарына қатты жел, тұман, көктайғақ, қатты жаңбыр, найзағай, дауыл, боран, бұршақ және басқалар жатады. Мұндай ауа-райы құбылыстары маусымдық түрде, яғни жылдың белгілі бір уақытында байқалады және олардың айқын белгілері бар, мысалы, фенологиялық құбылыстар, жазғы найзағай, күзгі жапырақтардың түсуі, қыста қар. Көптеген табиғат шаруашылық іс-шараларының (гидротехникалық құрылыстарды, өнеркәсіптік және көлік объектілерін жобалау және салу, азаматтық авиацияда, ауыл шаруашылығы салаларында, рекреациялық-туристік қызметте және т. б.) жұмыс істеуі кезінде метеорологиялық құбылыстардың табиғат объектілеріне, адамға және өндірістік процестерге тікелей әсер ететін немесе әсер ететін әсерін ескере отырып, экономикалық шешім стратегиясын таңдау керек. Бұл ретте ақпаратпен Бұл жағдайда ақпарат тек көпжылдық режим сипаттамалары, яғни климатологиялық ақпарат бола алады: болашақта олардың деректерінде климатологиялық болжам жасалады.

Кілт сөздер: аса қауіпті ауа райы құбылыстары; циклон; антициклон; синоптикалық карталар; спутниктік суреттер; талдау.

Aldabergenova A.M., Kapsalyamov B.A., Kharlamova N.F.
ANALYSIS OF THE INTERRELATIONSHIPS OF METEOROLOGICAL
PHENOMENA OF THE COLD PERIOD

Annotation. Meteorological phenomena that are observed and occur in the atmosphere often pose a danger to people or the functioning of geosystems. Particularly dangerous weather events include strong winds, fogs, ice, heavy rains, thunderstorms, hurricanes, storms, snowstorms, hail, and others. Such weather phenomena are observed seasonally, that is, at certain times of the year, and have their own distinctive features, such as phenological phenomena, summer thunderstorms, autumn leaf fall, and snow in winter. In the operation of many environmental management measures (design and construction of hydraulic structures, industrial and transport facilities, in civil aviation, agriculture, recreational and tourism activities, etc.), the choice of an economic decision strategy has to be made, taking into account the impact that meteorological phenomena directly have or will have on natural objects, humans and production processes. At the same time, only long-term regime characteristics can serve as information, that is, climatological information: in the future, a climatological forecast is created based on their data.

Keywords: particularly dangerous weather events; cyclone; anticyclone; weather maps; satellite images; analysis.