

27. Sanko, A. F. The first U-Th dating of the Muravian Interglacial deposits in Belarus / A. F. Sanko, Kh. A. Arslanov, Ya. K. Elovicheva, F. Yu. Velichkevich, V. Yu. Kuznetsov, F. E. Maksimov, S. B. Chernov, N. G. Baranova, Yu. V. Kukharchyk, I. E. Savchenko // Book of Abstracts of the 8th International Conference “Methods of Absolute Chronology”, 17-19 May 2004, Ustroń, Poland. – Gliwice, 2004. – P. 132–133.
28. Санько, А. Ф. Абсолютное датирование отложений верхнего плейстоцена Беларуси / А. Ф. Санько, М. Фрехен, Х. А. Арсланов, Ф. Ю. Величкевич, Я. К. Еловичева, В. Ю. Кузнецов, Ф. Е. Максимов, С. Б. Чернов // Плейстоцен Беларуси и сопредельных территорий: Материалы Международной научной конференции 29.10.2004 г., Минск. – Мн. : ИГН НАНБ, 2004. – С. 59.
29. Санько, А. Ф. Поздний плейстоцен в окрестностях г. Минска (путеводитель экскурсии). Разрез Заславль / А. Ф. Санько, А. К. Карабанов, Я. К. Еловичева, Г. И. Литвинюк // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: Материалы Международной научной конференции 23-24.05.2017 г., Минск, БГУ. – Мн. : БГУ, 2017. – С. 143–148.
30. Еловичева, Я. К. Заславль – опорный разрез муравинского межледниковья Беларуси / Я. К. Еловичева, Е. Н. Дрозд // Мн. : БГУ, 2005. – 82 с. Монография деп. БелИСА 24.08.2005 г., № Д-200558.
31. Еловичева, Я. К. Разрез муравинских межледниковых отложений у Черикова // Вопросы геологии, геохимии и геофизики земной коры Белоруссии // Мн. : Наука и техника, 1975. – С. 133–137.
32. Еловичева, Я. К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси (по палинологическим данным) / Мн. : Белсэнс, 2001. – 292 с.
33. Еловичева, Я. К. Палинология Беларуси (к 100-летию БГУ) / в 4 ч. – Мн. : БГУ, 2018. – 831 с. Монография деп. в БГУ 08.01.2019 г., № 000308012019. Режим доступа : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/212051>.
34. Еловичева, Я. К. Географический центр Европы и природное наследие Подвинья // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования // Сб. науч. статей Науч. отд. ГПУ "Березинский биосферный заповедник", вып. 14. – Мн. : БДП, 2019. – С. 70–88.

УДК 911+574+551.5+551.59(476)

ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНУЮ СИТУАЦИЮ НА ДОРОГАХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Л. Иванов, Р. В. Парахневич

УО «Белорусский государственный университет», Минск, Беларусь,
geoivanov@mail.ru

Аннотация

Рассматривается динамика и территориальное распределение опасных метеоявлений по Минской области за период 1990 – 2020 гг. Анализируется дорожно-транспортная ситуация, количество и территориальное распределение

ДТП на дорогах области, обусловленное опасными гидрометеорологическими явлениями.

Ключевые слова: климат, опасные явления, аварийность, ДТП, ДТС.

INFLUENCE OF DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE ROAD TRAFFIC SITUATION AND ACCIDENT RATE ON THE ROADS OF THE MINSK REGION

D. L. Ivanov, R. V. Parakhnevich

Abstract

The dynamics and territorial distribution of dangerous meteorological phenomena in the Minsk region for the period 1990 – 2020 are considered. The article analyzes the road traffic situation, the number and territorial distribution of accidents on the roads of the region due to dangerous hydrometeorological phenomena are analyzed.

Keywords: climate, dangerous phenomena, traffic accidents, traffic situation

Введение. Объектом исследования являются опасные гидрометеорологические явления. Предмет исследования – влияние опасных гидрометеорологических явлений на дорожно-транспортную ситуацию в Минской области.

В Беларуси опасные метеорологические явления (ОМЯ) занимают ведущее положение в структуре экономического ущерба, обусловленного природными бедствиями. На их долю приходится примерно 60% от его общей величины ущерба [8]. По оценкам экспертов Всемирного банка ежегодный ущерб от ОГМЯ в Республике Беларусь составляет более 90 млн. долларов [3].

Актуальность работы определяется стремительным увеличением количества автотранспорта в стране, что неизбежно ведет к увеличению ДТП. В значительной степени дорожно-транспортная ситуация (ДТС) на дорогах зависит от погодных условий. Поэтому изучение ОГЯ и выявление их корреляции с ДТП представляется актуальным, особенно в условиях быстро изменяющегося климата. Изучение этих процессов позволит прогнозировать ДТС на дорогах при неблагоприятных погодных условиях, а учет погодоопасных условий позволит снизить количество ДТП на дорогах и заранее предотвратить аварийные ситуации.

На территории Беларуси ОМЯ изучены достаточно разносторонне. Рассмотрению вопросов интенсивности, пространственного распределения и временной динамики ОМЯ посвящен ряд научных статей, отдельных разделов монографий по изучению изменений климата в РБ и специальных монографий В. Ф. Логинова, И. Н. Шпоки А. А. Волчека [13-18], М. Г. Герменчук, В. И. Мельника [6, 19] и ряда других исследователей.

Аналитические обзоры и статистические материалы по ОМЯ представлены в ежегодных технических обзорах климатических особенностей и ОМЯ на территории РБ в рамках Государственного климатического кадастра, справочниках по климату и метеорологическим ежемесячникам [20-23, 27]. Большое количество статистического материала и разностороннее изучение ОМЯ позволили выполнить их картографирование [2], установить пространственные закономерности, частоту и интенсивность проявления ОМЯ.

Значительно слабее для территории страны изучены вопросы оценки природных рисков и влияния ОМЯ на различные виды хозяйственной деятельности. Ощущается недостаток работ по методике расчета этого влияния на различные виды экономической деятельности. Существующие проблемы в этой сфере рассматриваются В. Ф. Логиновым [18], где проводится анализ факторов экономического развития, создающих предпосылки снижения метеорологических рисков. Первые попытки оценить природные риски и их влияние на различные виды экономической деятельности с апробацией соответствующих методик оценки к условиям Беларуси выполнены И.П. Деревяго, М. Г. Герменчук, В. И. Мельником, Д. А. Рябовым [6, 19, 26]. Значительно глубже данные вопросы отражены в работах Российских исследователей. Апробация ряда методик анализа природных рисков и оценки влияния ОМЯ на различные отрасли экономики рассматриваются в работах В. И. Осипова, Л. А. Хандожко, А. А. Фокичева, Н. В. Кобышева, А. И. Бедрицкий и др. исследователей [4, 5, 11, 12, 24, 29-31].

Еще менее изученными представляются вопросы воздействия ОМЯ на дорожно-транспортную ситуацию на дорогах и оценки этого воздействия. Наиболее комплексно эти вопросы рассматриваются С. А. Аземша и А. Н. Старовойтовым [1], где описан ряд подходов к изучению статистики ДТП в Беларуси, рассмотрены показатели динамики аварийности. В основном же эта проблема в исследованиях белорусских ученых сводится к изучению влияния ОМЯ на автодорожное полотно и методов борьбы с неблагоприятными метеорологическими явлениями, а также вопросам повышения качества и диагностики автомобильных дорог.

Таким образом, в Беларуси проблема оценки воздействия ОМЯ на ДТС и ДТП на дорогах пока находится в начальной стадии изучения. Данное исследование ориентировано на выявление взаимосвязей ОМЯ с ДТП на дорогах и оценку влияния погодных условий на ДТС в Минской области. Задачи исследования – проанализировать динамику и интенсивность опасных и гидрометеорологических явлений за период потепления и особенности их распределения на территории Минской области; рассмотреть дорожно-транспортную ситуацию на дорогах Минской области, факторы, обуславливающие возникновение ДТП, их динамику и территориальное распределение; проанализировать статистику ДТП на дорогах, провести их корреляцию с опасными гидрометеорологическими явлениями.

Материалы и методы. В основу работы положены материалы, предоставленные филиалом «Минскоблгидромет» Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. Данные о ДТП предоставлены УГАИ УВД Минской области за 2016-2020 гг. Критерии выделения ОМЯ приводятся по ТКП 17.10 - 06-2008 [28] и ГОСТ Р 22.0.03-95 [7].

Для оценки изменения климата Всемирной метеорологической организацией предлагается временной отрезок в 30-40 лет. Такой интервал рассматривается как минимальный и рекомендуется для объективной оценки динамики климата, т.к. он близок к циклам солнечной активности.

Статистически значимый рост температуры в Беларуси зарегистрирован с 1989 г [17]. Этот период, начавшийся с зимы 1989 гг., называют «периодом активизации потепления» [25, 9]. Поэтому для исследования выбран отрезок с 1990 по 2020 гг. этим он интересен и с точки зрения изучения динамики, частоты и географического рас-пределения ОЯ.

Пространственное распределение ОЯ Минской области оценивалась с помощью картирования этих явлений. Временные ряды количества дней в году с ОЯ, количество и территориальное рапределение ДТП на дорогах области исследовались с помощью стандартных статистических методов. Анализ взаимосвязи ДТП и ОЯ проведен на основании корреляционного анализа.

Анализ динамики количества и интенсивности ОЯ проведен с разделением на временные интервалы, кратные 10-ти годам. Для оценки частоты повторяе-мости возникновения явлений в качестве базового взят интервал 1981-1990 гг.

Результаты и обсуждение. *Динамика проявления и географическое распределение ОМЯ.*

За рассматриваемый период на территории Минской области было зафиксировано 153 ОЯ. На фоне незначительного сокращения общего количества ОМЯ (рисунок 1) отмечается положительная динамика количества таких явлений, как очень сильная жара, очень сильный снег, налипание мокрого снега, очень сильный ливень, очень сильный ветер [23]. Проявление остальных ОЯ имеет отрицательную динамику, либо является относительно устойчивым от десятилетия к десятилетию.

Анализ динамики количества ОМЯ по типам (рисунок 2) показывает, что самым частыми среди них являются очень сильный дождь (83 случая) и очень сильный ветер (14 случаев).

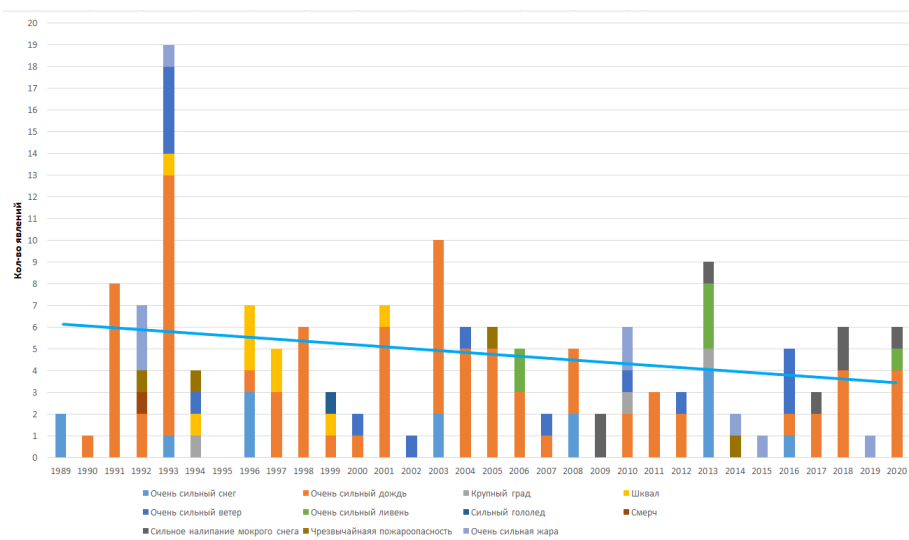


Рисунок 1 – Количество и периодичность ОМЯ на территории Минской области за период 1989 – 2020 гг.

Наибольшее количество наблюдаемых опасных явлений было зафиксировано в 1993 (19 явлений), 2003 (10 явлений) и 2013 (9 явлений) годах. В отдельные годы (1995) на территории Минской области не складывалось синоптических условий, благоприятных для возникновения ОЯ.

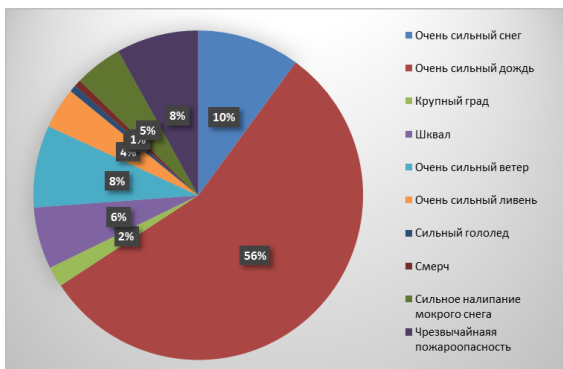


Рисунок 2 – Процентное соотношение ОЯ на территории Минской области

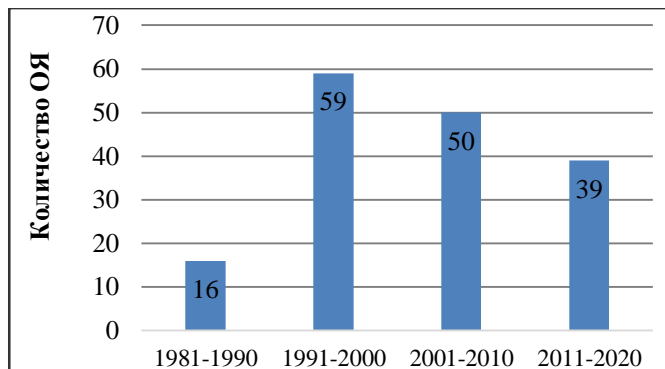


Рисунок 3 – Динамика общего количества ОМЯ по десятилетиям за 1981 – 2020 гг.

Количество ОЯ год от года сильно варьирует, поэтому для более визуального представления о динамике ОЯ выполнен расчет количества явлений с интервалом в 10 лет, т.е. по десятилетиям (рисунок 3): 1980-1990 как базовый отрезок до потепления, первое анализируемое десятилетие (1991-2000 гг.), второе – (2001-2010 гг.), третье – (2011-2021 гг.).

Анализ частоты проявления ОЯ по десятилетиям показывает, что общее количество ОЯ по отношению к базовому десятилетию (1981-1990 гг.) существенно выросло в 3-3,7 раза достигая максимума в период 1991-2000 гг., после этого происходит незначительное сокращения количества ОЯ в направлении к текущему десятилетию.

Следует отметить, что значительная часть ОМЯ для Минской области носит сезонный характер и имеет сезонную приуроченность (рисунок 4). Сезонность явлений определялась в зависимости от времени возникновения явления. К теплому периоду отнесены ОЯ, зафиксированные в период с апреля по октябрь, к холодному – с ноября по март.

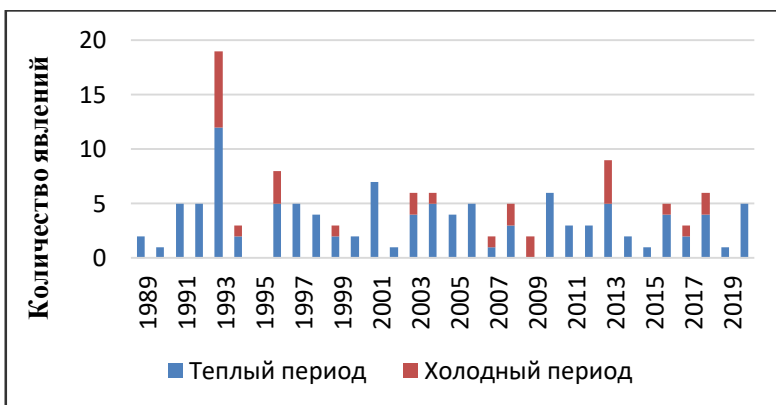


Рисунок 4 – Количество ОМЯ за теплый и холодный периоды года

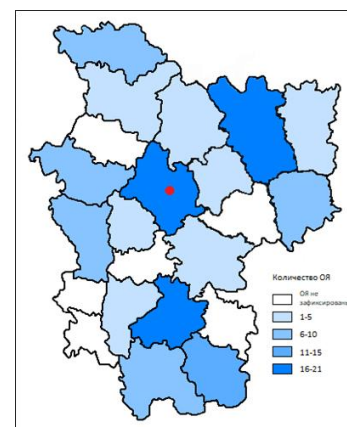


Рисунок 5 – Количество ОМЯ по районам Минской области за период 1989 – 2020 гг

Анализируя сезонную динамику проявления ОМЯ, можно отметить, что примерно 80% из них приходится на теплый период года, когда отмечается активная конвективная деятельность и только около 20 % – на холодный период.

Общее количество ОМЯ в районах Минской области значительно варьирует. Наибольшее количество отмечено в: Минском районе (24 ОМЯ), Борисовском (15), Слуцком и Любанском (14). В отдельных районах (таблица 1, рисунок 5) за исследуемый период ОМЯ не отмечены, что обусловлено отсутствием метеостанций, которые могли бы их зафиксировать.

Таблица 1 – Количество ОМЯ по районам Минской области

Районы	Общее кол-во ОМЯ	Районы	Общее кол-во ОМЯ
Минский	24	Вилейский	5
Борисовский	15	Смолевичский	2
Слуцкий	14	Копыльский	2
Любанский	14	Крупский	1
Логойский	11	Дзержинский	1
Воложинский	10	Молодечненский	0
Пуховичский	8	Червенский	0
Столбцовский	8	Узденский	0
Березинский	7	Несвижский	0
Мядельский	7	Клецкий	0
Солигорский	6	Стародорожский	0

Значительная часть ОЯ имеет локальное проявление. Однако такие ОМЯ, как заморозки, сильный ветер, сильные дожди и снегопады, чрезвычайная пожарная опасность могут охватывать большую часть территории и проявляться сразу в нескольких районах.

Распределения ДТП на дорогах Минской области

По данным УГАИ ГУВД Минской области за пятилетний период (2016-2020 гг.) на дорогах области зафиксировано 4008 ДТП. Лидирует по количеству ДТП на дорогах Минский район (с учетом г. Минска). Второе место занимает Смолевичский район. В первую пятерку по ДТП входят также Борисовский, Молодечненский и Солигорский районы (таблица 2).

Таблица 2 – Количество ДТП на дорогах Минской области за 2016-2020 гг.

Район	2016	2017	2018	2019	2020	Всего
Минский	155	147	145	144	174	765
Смолевичский	72	60	68	58	65	399
Борисовский	99	89	64	68	74	394
Молодечненский	55	52	61	52	54	274
Солигорский	56	51	54	50	42	253
Слуцкий	59	46	44	45	50	244
Пуховичский	51	39	42	40	47	219
Дзержинский	38	44	37	40	43	202
Вилейский	24	28	37	28	32	149
Логойский	26	34	28	22	30	140
Столбцовский	25	22	30	27	26	130
Узденский	25	23	18	24	24	114
Червеньский	25	19	16	26	20	106
Воложинский	29	17	17	22	18	103
Несвижский	23	23	14	17	20	97
Копыльский	27	17	10	20	21	95
Клецкий	16	18	12	11	21	78
Крупский	14	17	17	15	11	74
Березинский	12	15	14	14	14	69
Любанский	14	10	14	14	15	67
Мядельский	23	16	8	5	10	62
Стародорожский	12	11	7	9	11	50
Минская обл.	880	798	757	751	822	4008

Стоит отметить закономерный факт, что наибольшее количество ДТП происходит в тех районах, через которые проходят трассы республиканского и международного значений, с наиболее высокой интенсивностью автопотока.

Таблица 3 – Соотношение дней с ОЯ и количества ДТП

Период	Кол-во дней без ОЯ (Д _б)	Количество ДТП без ОЯ (ДТП _б)	Среднее кол-во ДТП в день без ОЯ (ДТП _б)/(Д _б)	Кол-во дней с ОЯ (Д _с)	Количество ДТП с ОЯ (ДТП _с)	Среднее кол-во ДТП с ОЯ (ДТП _с)/(Д _с)
2016	361	868	2,4	5	12	2,4
2017	362	794	2,2	3	4	1,3
2018	361	750	2,1	4	7	1,2
2019	364	751	2,1	1	0	0
2020	361	813	2,3	5	9	1,5
ИТОГО	1809	3976	2,2	18	32	1,8

За рассматриваемый период на территории Минской области зарегистрировано 18 дней с ОЯ, количество дней без ОЯ за данный период составило 1809 (таблица 3). За эти 18 дней зарегистрировано 32 ДТП, что составляет в среднем 1,8 ДТП в день, при этом количество ДТП за день при отсутствии ОЯ составило 2,2. Данный факт, вероятно, обусловлен тем, что на территории области есть 6 районов (см. таблица 1), где за исследуемый период ОМЯ не отмечены в связи с отсутствием на их территории метеостанций. Очевидно, что этот факт отразился на полученных результатах.

Сопоставив вышеприведенные группы данных, нами рассчитан индекс аварийности, обусловленный проявлением ОЯ ($I_{АОЯ}$). При расчете индекса аварийности ($I_{АОЯ}$), обусловленного проявлением ОЯ аварийность в обычные дни (без проявления ОЯ) принималась нами как эталонная, по отношению к ней коэффициент аварийности, обусловленный проявлением ОЯ рассчитывался как

$$I_{АОЯ} = \left(\frac{Ср.ДТП_{ОЯ}}{Ср.ДТП_{бОЯ}} \right) * 100\% \quad (1)$$

где $I_{АОЯ}$ – индекс аварийности, обусловленный проявлением ОЯ; $Ср.ДТП_{ОЯ}$ – среднее количество ДТП с ОЯ за день; $Ср.ДТП_{бОЯ}$ – среднее количество ДТП без ОЯ за день.

Величина общего индекса аварийности всех ДТП, обусловленная проявлением ОЯ, по отношению к аварийности в обычные дни (без проявления ОЯ) составила лишь 82 %. Вместе с тем, анализ влияния отдельных ОЯ на количество ДТП позволил выявить наиболее значимые ОМЯ чье влияние на ДТП наиболее существенно (таблица 4). Наиболее опасным МЯ является ливень, встретившийся 1 раз и вызвавший 5 ДТП, что характеризует его наравне с налипанием мокрого снега, наиболее экстремальным явлением. Очень сильный дождь и ветер хотя и являются наиболее часто встречающимися явлениями, но имеют наиболее низкие индексы аварийности.

Таблица 4 – Индексы аварийности отдельных ОМЯ

ОЯ	Дней с ОЯ	ДТП	<i>I</i> _{АОЯ} (%)
Очень сильный Снег	1	2	91
Очень сильный Дождь	9	13	65
Очень сильный Ветер	3	4	60
Налипание мокрого снега	3	8	134
Очень сильная Жара	1	0	0
Очень сильный Ливень	1	5	227
Всего	18	32	82

Сезонная динамика и региональное распределение ДТП на дорогах области

Анализ сезонного распределения ДТП по области позволил установить, что с точки зрения общей аварийности (количества ДТП) на каждый месяц приходится от 5 до 12 % ДТП. Однако, количество ДТП, обусловленных ОМЯ, имеет более четкую сезонную привязанность, что обусловлено сезонностью распределения ОМЯ (см. рисунок 4). Поэтому 68,7 % ДТП, обусловленных ОМЯ, приходится на теплое время и только 31,3 % – на холодное время года.

Ежегодно по данным УГАИ ГУВД Минской области до 2 % аварий происходят из-за влияния ОЯ. Единственное исключение из этого правила – 2019 год, когда в дни наблюдения ОЯ не случилось ни одного ДТП (таблица 5). Наиболее часто ДТП, обусловленные ОЯ, отмечены в Минском (7 ДТП) и Смолевичском (6 ДТП) районах.

Таблица 5 – Количество ДТП на дорогах Минской области, обусловленных ОМЯ

Район	2016		2017		2018		2019		2020		Итого	
	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ	Кол-во ДТП	Из-за ОЯ
Мядельский	23		16	1	8		5		10		62	1
Вилейский	24		28		37		28		32		149	0
Логойский	26		34		28	1	22		30	1	140	2
Борисовский	99		89		64		68		74	2	394	2
Крупский	14		17		17		15		11		74	0
Молодечненский	55		52		61		52		54	1	274	1
Минский	155	4	147		145	3	144		174		765	7
Смолевичский	72	2	60	1	68	1	58		65	2	323	6
Березинский	12		15		14		14		14	1	69	1
Воложинский	29		17	1	17		22		18		103	1
Дзержинский	38		44	1	37		40		43		202	1
Червеньский	25	1	19		16		26		20	1	106	2
Столбцовский	25		22		30	1	27		26		130	1
Узденский	25	1	23		18		24		24		114	1
Пуховичский	51		39		42		40		47	1	219	1
Несвижский	23		23		14		17		20		97	0
Копыльский	27		17		10		20		21		95	0
Слуцкий	59	2	46		44		45		50		244	2
Стародорожский	12		11		7		9		11		50	0
Клецкий	16	1	18		12		11		21		78	1
Солигорский	56		51		54	1	50		42		253	1
Любанский	14	1	10		14		14		15		67	1
Минская обл.	880	12	798	4	757	7	751	0	822	9	4008	32

Количественная оценка и корреляционный анализ показателей

Для выявления зависимости ДТП от ОМЯ выполнен корреляционный анализ показателей, при этом использовался коэффициент линейной корреляции Пирсона (рисунок 6). В этот анализ закладывались данные о количестве дней, в которые наблюдалось то или иное ОЯ, а также о количестве ДТП в дни с ОМЯ.

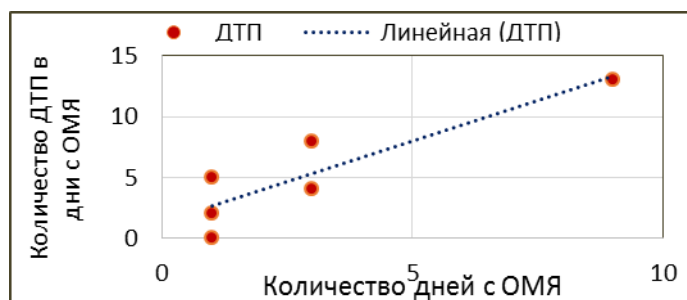


Рисунок 6 – Результат корреляционного анализа между количеством ДТП в дни с ОМЯ и количеством дней с ОМЯ (2016-2020 гг)

Согласно расчётам, коэффициент корреляции Пирсона составляет 0,41. Это означает, что зависимость между ОЯ и ДТП прямая: чем больше ОЯ, тем больше ДТП происходит. Такая зависимость говорит о тесной взаимосвязи этих двух переменных. Однако зависимость не максимальная, указы-вающая, что на создание аварийных ситуаций и ДТП влияют не только погодные условия.

Заключение. В ходе проведенных исследований установлено:

1. За период активизации потепления количество ОМЯ на территории страны увеличилось по отношению к базовому десятилетию (1981-1990 гг.) в 3-3,7 раза. Отчетливая положительная динамика характерна для таких ОЯ как очень сильная жара, очень сильный снег, налипание мокрого снега, очень сильный ливень, очень сильный ветер.

2. Значительная часть ОМЯ имеет локальное проявление. Однако некоторые ОЯ, такие как заморозки, сильный ветер, сильные дожди, сильные снегопады, чрезвычайная пожарная опасность могут проявляться одновременно в 2-3 и более районах.

3. В годовом распределении ОЯ отчетливо выражена сезонная динамика: около 80 % из них приходится на теплый период года, когда отмечается активная конвективная деятельность.

4. Установлено влияние погодных условий на ДТС в Минской области. С помощью корреляционного анализа выявлена зависимость ДТП от ОМЯ. Согласно расчетам, коэффициент линейной корреляции Пирсона составляет 0,41 и указывает на прямую зависимость между ОЯ и ДТП. Однако зависимость не максимальная. Это означает, что на создание аварийных ситуаций и ДТП влияет не только погода, но и другие в т.ч. и субъективные факторы.

5. Для оценки влияния ОМЯ на ДТС вводится специальный показатель - «индекс аварийности», обусловленный проявлением ОЯ ($I_{АОЯ}$), величина которого по отдельным ОМЯ варьирует от 60 до 227 %. Анализ влияния отдельных ОЯ на количество ДТП на основе индекса аварийности, позволил выявить наиболее значимые ОМЯ, чье влияние на ДТП наиболее существенно. К ним относятся: сильный ливень и налипание мокрого снега.

Список цитированных источников

1. Аземша, С. А. Применение научных методов в повышении безопасности дорожного движения / С. А. Аземша, А. Н. Старовойтов. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 191 с.
2. Атлас опасных метеорологических явлений на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока [и др.]. – М., 2016. – 58 с.
3. Бертош, Е. Национальный доклад: уязвимость и адаптация к изменению климата в Беларуси / Е. Бертош, Т. Лукашевич, Д. Русаков и др. – Минск, 2014. – 43 с.
4. Бедрицкий, А. И. Влияние опасных гидрометеорологических явлений на устойчивое развитие экономики России / А. И. Бедрицкий, А. А. Коршунов, М. З. Шаймарданов // Метеорология и гидрология. – 2017. – № 7. – С. 59–67.
5. Бедрицкий, А. И. Гидрометеорологическая уязвимость и устойчивое развитие России. Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям: Материалы Международной конф. по проблемам гидрометеорологи-ческой безопасности. – М., 2007. С. 39–52.
6. Герменчук, М. Г. Оценки экономической эффективности обслуживания гидрометеорологической информацией отраслей экономики в Республике Беларусь / М. Г. Герменчук, В. И. Мельник // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 95–97.
7. ГОСТ Р 22.0.03-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
8. Деревяго, И. П. Управление экологическими рисками в системе устойчивого природопользования / И. П. Деревяго, Д. А. Невдах // Природные ресурсы. 2005. – № 2. – С. 65–75.
9. Иванов, Д. Л. Экстремально высокие темпы роста температуры воздуха как характерная черта и особенность климата территории Беларуси в условиях глобального потепления / Д. Л. Иванов, Е. А. Ивашко // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках: м-лы межд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко. – Минск : БГУ, 2021. – С. 329–332.
10. Кобышева, Н. В. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере / Н. В. Кобышева, Е. М. Акентьева, Л. П. Галюк. – СПб : Издательство Кириллица, 2015. – 216 с.
11. Кобышева, Н. В. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / Н. В. Кобышева, К. Ш. Хайруллин. – Гидрометеоиздат, 2005. – 319 с.
12. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
13. Логинов, В. Ф. Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, Н. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование Сб. науч. тр. – 2004. – Вып. 15. – С. 42–49.
14. Логинов, В. Ф. Изменчивость числа дней со шквалами в Беларуси / В. Ф. Логинов, Н. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование. Сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 14. – С. 51–57.

15. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск, 2010. – 128 с.
16. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования, 2-ое изд. / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск, УП «Энциклопедикс», 2020. – 264 с.
17. Логинов, В. Ф. Метеорологические риски на территории Беларуси: Оценка, прогноз, пути минимизации / В. Ф. Логинов, М. И. Струк // Известия РАН. Сер. географическая. – 2010. – № 4. – С. 112–122.
18. Мельник, В. И. Изменения основных климатических параметров и повторяемость опасных гидрометеорологических явлений в Республике Беларусь / В. И. Мельник, М. Г. Герменчук, Е. В. Комаровская // М-лы постоянно действующего семинара при Парламентском собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства (заседание двадцать второе, 8–10 декабря 2010 года, г. Смоленск). – Минск : Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, 2010. – С. 135–146.
19. Метеорологический ежемесячник / Мин-во природ. ресурсов и охраны окр. среды Республики Беларусь. Климатический кадастр РБ. № 1–13. – Минск. – 1975–2015.
20. Национальный доклад: Уязвимость и адаптация к изменению климата в Беларуси. – Минск, 2014. – 43 с.
21. Неблагоприятные явления погоды и их влияние на различные отрасли экономики и население. – Минск, 2006. – 63 с.
22. Обзор климатических особенностей и опасных гидрометеорологических явлений на территории Республики Беларусь. – Минск : Белгидромет, 1996-2016.
23. Осипов, В. И. Оценка природных рисков / В. И. Осипов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2004. – № 6. – С. 483–490.
24. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010-2020 гг. / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн. : Минсктиппроект, 2004. – 180 с.
25. Рябов, Д. А. Об используемых методиках расчета экономической эффективности гидрометеорологического обеспечения отраслей экономики и предложения по приданию им официального статуса / Д. А. Рябов. – РГМЦ. – 2013.
26. Технический обзор опасных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей на территории Республики Беларусь / РГМЦ. – Минск, 2016-2021.
27. ТКП 17.10-06-2008 (02120) Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения. – Мн. : Минприроды, 2008.
28. Фокичева, А. А. Обеспечение гидрометеорологической безопасности в нестабильных климатических условиях на примере адаптации автотранспортной системы к неблагоприятной погоде / А. А. Фокичева, А. Ю. Рыбанова, А. А. Коршунов // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 11. – С. 25–43.
29. Хандожко, Л. А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза гидрометеорологических условий / Л. А. Хандожко, А. А. Коршунов, А. А. Фокичева // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 1. – С. 5–17.

30. Хандожко, Л. А. Показатели влияния погодных условий на экономику: оценка коэффициента непредотвращенных потерь / Л. А. Хандожко, А. А. Коршунов // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 12. – С. 14–23.

УДК 551.48(468)

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОЗЕРЕ ЧЕРВОНОЕ (БЕЛОРУССКОЕ ПОЛЕСЬЕ)

П. И. Кирвель¹, С. И. Парфомук²

¹Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации, Минск, Беларусь, ravelkirviel@yandex.by

²УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, parfom@mail.ru

Аннотация

В последнее время к исследованию ледового режима озёр привлечено большое внимание в лимнологии. Изменение климата привели к нарушению и в озёрных экосистемах. Важным условием остается изменение ледовых явлений в зависимости от географического положения озёр (Blenckner, 2001) [3]. Вместе с тем, как пример, на неоднородность ледового режима в Европе можно привести работы (Yoo and D’Odorico 2002, Vuglinsky et all 2002, Skowron 2021) [29, 32, 34]. Исследование изменений ледовых явлений на озере Червоном определено его расположением во втором по величине озерном районе республики, Белорусском Полесье. Выбор озера продиктован наличием полной серии данных о ледовых явлениях (начало и конец ледовых явлений, начало и конец ледового покрова, максимальная толщина льда) в период 1961-2020 гг. Положение озера на юге Беларуси 27°58’с.ш. и 52°24’в.д. определено ледниковым происхождением. Озеро является самым большим по площади среди озер Белорусского Полесья – 4032 га и третьим в республике после озера Нарочь – 7960 га. Полный объём озера составляет 27,3 млн. м, максимальная глубина – 2,9 м, средняя глубина – 0,7 м, что определяет его мелководность.

Ключевые слова: озеро, ледовый покров, толщина льда.

TRENDS OF CHANGING ICE PHENOMENA ON LAKE CHERVONOE (BELARUSIAN POLESIE)

P. I. Kirvel, S. I. Parfomuk

Abstract

Recently, much attention in limnology has been attracted to the study of the ice regime of lakes. Climate change has led to disturbances in lake ecosystems as well. An important condition is the change in ice phenomena depending on the geographic location of lakes (Blenckner, 2001). At the same time, works (Yoo and D’Odorico 2002, Vuglinsky et all 2002, Skowron 2021) can be cited as an example of the heterogeneity of the ice regime in Europe. The study of changes in ice phenomena on Lake Chervonoye is determined by its location in the second largest lake region of the republic, Belarusian Polesie. 1961-2020 Position of the lake in the south of Belarus 27°58’N and