

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ БЕЛАРУСИ

Ю. А. ГЛЕДКО¹⁾, М. В. МЕДВЕДЬКО¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Исследована проблема воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси. Особенности этого влияния представлены посредством новых показателей, которые определяют интенсивность воздействия гидрометеорологических факторов на социально-экономическую систему страны с учетом уровня развития ее регионов. На основе официальных данных государственной сети гидрометеорологических наблюдений Беларуси с помощью статистических методов и метода картирования проанализированы опасные гидрометеорологические явления, зафиксированные в 2008–2020 гг. На базе результатов количественного анализа опасных гидрометеорологических явлений проведена оценка интенсивности их воздействия на социально-экономическую систему Беларуси с использованием официальных данных Национального статистического комитета Республики Беларусь о численности населения, площади административных районов и ВРП областей. Предложена адаптированная методика полимасштабного изучения влияния опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси в разрезе локального уровня, мезоуровня (район) и макроуровня (страна) с применением геоинформационных технологий и информационной электронной базы данных. Выявлено, что административные районы Беларуси имеют неодинаковую уязвимость для опасных проявлений погоды. Выделены наиболее уязвимые районы Беларуси, для которых специализированное гидрометеорологическое обеспечение имеет особое значение. С точки зрения интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему страны наиболее неблагоприятной является Минская область. Чем выше плотность населения и больше повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, тем выше интенсивность их возможного воздействия на население. Соответственно, чем выше ВРП области, тем более значительные экономические потери ожидаются в ней. В связи с этим в областях с высоким ВРП следует предпринимать необходимые защитные меры в целях уменьшения последствий воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы территории.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления; интенсивность воздействия опасных гидрометеорологических явлений; повторяемость опасных гидрометеорологических явлений; социально-экономическая система.

Образец цитирования:

Гледко ЮА, Медведько МВ. Оценка интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2022;2:99–116.
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-99-116>

For citation:

Hledko YA, Medvedko MV. Assessment of the intensity of the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2022;2:99–116. Russian.
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-99-116>

Авторы:

Юлия Александровна Гледко – кандидат географических наук, доцент; заведующий кафедрой общего землеведения и гидрометеорологии факультета географии и геоинформатики.

Мария Вячеславовна Медведько – студентка факультета географии и геоинформатики. Научный руководитель – Ю. А. Гледко.

Authors:

Yulia A. Hledko, PhD (geography), docent; head of the department of Earth science and hydrometeorology, faculty of geography and geoinformatics.

gledko74@mail.ru

Maria V. Medvedko, student at the faculty of geography and geoinformatics.

marry_medvedko25@mail.ru

ASSESSMENT OF THE INTENSITY OF THE IMPACT OF HAZARDOUS HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEM OF BELARUS

Y. A. HLEDKO^a, M. V. MEDVEDKO^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: M. V. Medvedko (marry_medvedko25@mail.ru)

The article is devoted to the study of the problem of the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the population and economy of the Belarus. The indicators determine the intensity of the impact of hydrometeorological factors and take into account the level of socio-economic development of the region. The authors analysed dangerous hydrometeorological phenomena in the period 2008–2020 according to the state network of hydrometeorological observations of Belarus. Statistical method and mapping method were used. The authors assessed the intensity of the impact of the hazardous hydrometeorological phenomena on the basis of a quantitative analysis of the hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of Belarus. Official data on population, area of administrative districts and GRP of regions are the initial data of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus. The paper proposes an adapted methodology for a multi-scale study of the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the economy and population in the context of the local level, mesolevel (region) and macrolevel (country) using geoinformation technologies and information electronic database. As a result of the study, it was revealed that the administrative regions of Belarus have unequal vulnerability to dangerous weather manifestations, therefore, the most vulnerable regions of Belarus were identified, for which hydrometeorological services are of particular importance. From the point of view of the intensity of the impact of the hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system, the most unfavorable is Minsk Region. The results showed that the higher the population density and the greater the frequency of hazardous hydrometeorological phenomena, the higher the intensity of the possible impact on the population. Accordingly, the higher the GRP, the more significant economic losses can be expected in a particular region of Belarus. Therefore, it is in areas with high GRP that the necessary protective measures should be taken in the first place in order to reduce the consequences of the impact of hazardous hydrometeorological phenomena.

Keywords: hazardous hydrometeorological phenomena; intensity of impact of hazardous hydrometeorological phenomena; frequency of weather conditions; socio-economic system.

Введение

Социально-экономическая деятельность Беларуси во многом зависит от природных факторов, а именно от географических и гидрометеорологических условий. Особенности влияния опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему страны (их возрастающая повторяемость, обусловленная главным образом климатическими изменениями), высокий уровень концентрации производственной и социальной активности в городах часто приводят к тому, что социальная и экономическая сферы становятся уязвимыми для гидрометеорологических условий. От погодохозяйственных решений, которые принимаются на основе данных гидрометеорологических наблюдений, прогнозов погоды, обзоров климатических особенностей и опасных гидрометеорологических явлений, ежедневно зависят жизнь и экономическое благосостояние миллионов людей во всем мире [1]. По этой причине в конце XX – начале XXI в. сформировалось такое научное направление, как экономическая метеорология, в рамках которого исследуются проблемы влияния погоды и климата на экономическую и социальную сферы жизнедеятельности общества, экономический эффект и экономическая эффективность, экономическая выгода, специфика адаптации к опасным и неблагоприятным гидрометеорологическим явлениям, а также уровень гидрометеорологической безопасности страны.

К настоящему времени белорусские ученые (В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока [2–5], Ю. А. Гледко [6; 7], О. В. Давыденко [8; 9], П. С. Лопух [10] и др.) опубликовали ряд работ по анализу числа опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси и особенностей их пространственно-временного распределения. Кроме того, были рассмотрены синоптические условия и причины их образования, выделены территории с наибольшей повторяемостью опасных гидрометеорологических явлений. Однако ввиду небольшого спектра опасных условий на территории страны, малой степени их проявления и отсутствия отечественных методик проблемы воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси остается недостаточно разработанной. В связи с этим многие публикации, посвященные данной области исследования, основываются на методиках зарубежных авторов. Так, оценка интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси была проведена на основе методики российских ученых А. А. Коршунова, А. Ю. Рыбановой, А. А. Фокичевой и М. З. Шаймарданова [1; 11; 12].

Авторы настоящей статьи исследуют особенности количественных и пространственно-временных изменений опасных гидрометеорологических явлений, а также специфику их влияния на социально-экономическую систему Беларуси. Опасное гидрометеорологическое явление представляет собой гидрометеорологическое явление, которое по своим характеристикам (интенсивность, продолжительность) может причинить вред жизни и (или) здоровью физических лиц, окружающей среде, повлечь утрату или повреждение имущества¹.

Под термином «социально-экономическая система» понимается совокупность ресурсов и экономических субъектов, образующих единое целое (социально-экономическую структуру), взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в сфере производства и потребления, обмена и распределения. Социально-экономическую систему характеризует такое качество, как системность (совокупность объектов и процессов, называемых компонентами системы). Примером сложных социально-экономических систем служат крупные города, административные районы, области, которым свойственна ситуация кумулятивных эффектов, последовательно усиливающих концентрацию населения и центров производства на их территории. Доля погодозависимых отраслей Беларуси составляет 41,5 % от объема производства ВВП.

В литературе применяется понятие «гидрометеорологическая уязвимость» (страны, ее территорий и производственно-хозяйственных объектов). Гидрометеорологическое воздействие проявляется в виде экономических и социальных потерь. Гидрометеорологическая уязвимость – сложная функция, аргументами которой выступают характер, повторяемость и плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений, масштаб производственного объекта или процесса, степень его погодозависимости, особенности регионального положения, отражающие метеорологический риск, численность и плотность населения, ВВП, ВРП и ряд других характеристик отраслевого производства.

Исходные данные и методика исследования

На территории Беларуси ежегодно ведется учет опасных гидрометеорологических явлений. На основе этих данных составляется «Обзор климатических особенностей и опасных гидрометеорологических явлений на территории Республики Беларусь». Критерии опасных гидрометеорологических явлений приведены в техническом кодексе ТКП 17.10-06-2008 (02120)².

Для оценки интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси при помощи статистического метода был проведен количественный анализ опасных гидрометеорологических явлений, зафиксированных на территории страны в 2008–2020 гг. Исходными послужили фондовые данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды за 2008–2020 гг. Учитывались все опасные гидрометеорологические явления (метеорологические), которые были отмечены хотя бы в одном из пунктов наблюдений. Если опасное гидрометеорологическое явление наблюдалось одновременно на нескольких станциях и было вызвано одним и тем же атмосферным процессом, то оно считалось как один случай. В период исследования были зафиксированы следующие опасные гидрометеорологические явления: очень сильный дождь, очень сильная жара, ливень, очень сильный ветер, шквал, смерч, град, чрезвычайная пожарная опасность, очень сильный снег, гололед, налипание мокрого снега.

В целях установления уязвимых районов с точки зрения проявления опасных гидрометеорологических явлений был проведен анализ повторяемости и плотности их проявления (числа опасных явлений, приходящихся на 1 тыс. км²) за 2008–2020 гг., результаты которого приведены в табл. 1–6 (составлены на основе данных Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды). Данные о повторяемости и плотности проявления опасных гидрометеорологических явлений, а также о численности населения, площади территорий административных районов и ВРП областей за 2020 г. представлены в табл. 7–12 (составлены по материалам Национального статистического комитета Республики Беларусь). Они позволяют провести расчеты двух показателей интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси, которые отличаются от гидрометеорологического риска, так как определяются без привлечения максимальных возможных годовых экономических потерь [1].

В табл. 1–6 в столбце «Число опасных гидрометеорологических явлений» в строке «Итого» по каждому административному району приведено значение общего числа опасных гидрометеорологических явлений, которое не является суммой числа опасных гидрометеорологических явлений по административным районам соответствующих областей (деление территории Беларуси на 6 областей и 118 административных районов), так как если опасное гидрометеорологическое явление наблюдалось одновременно на нескольких станциях и было вызвано одним и тем же атмосферным процессом, то оно считалось

¹Закон Республики Беларусь от 9 января 2006 г. № 93-З «О гидрометеорологической деятельности» [Электронный ресурс]. URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=h10600093> (дата обращения: 14.05.2022).

²Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения: ТКП 17.10-06-2008 (02120). Введ. 01.01.09. Минск: БелНИЦ «Экология», 2008. 30 с.

как один случай. Рейтинг областей по интенсивности проявления опасных гидрометеорологических явлений представлен на рис. 1–3.

Данные о площади территории и численности населения и административных районов и областей Беларуси для расчета плотности проявления (воздействия) опасных гидрометеорологических явлений, определяемой как отношение количества случаев опасных гидрометеорологических явлений к площади района (области), приведены в табл. 7–12. Данные о ВРП областей Беларуси представлены в табл. 13 (составлена по материалам Национального статистического комитета Республики Беларусь).

Таблица 1

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Брестской области в 2008–2020 гг.

Table 1

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Brest Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Барановичский	5	0,380	0,002 30	0,000 180
Березовский	–	–	–	–
Брестский	8	0,615	0,005 20	0,000 400
Ганцевичский	4	0,310	0,023 00	0,001 800
Дрогичинский	6	0,460	0,003 20	0,000 250
Жабинковский	–	–	–	–
Ивановский	1	0,077	0,000 64	0,000 050
Ивацевичский	10	0,770	0,003 30	0,000 250
Каменецкий	6	0,460	0,003 60	0,000 280
Кобринский	1	0,077	0,000 50	0,000 038
Лунинецкий	8	0,615	0,003 00	0,000 230
Ляховичский	1	0,077	0,000 74	0,000 054
Малоритский	–	–	–	–
Пинский	16	1,230	0,004 90	0,000 380
Пружанский	8	0,615	0,002 80	0,000 220
Столинский	4	0,310	0,001 20	0,000 090
<i>Итого</i>	<i>42</i>	<i>3,230</i>	<i>0,001 30</i>	<i>0,000 100</i>

Таблица 2

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Витебской области в 2008–2020 гг.

Table 2

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Vitebsk Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Бешенковичский	2	0,150	0,001 60	0,000 120
Браславский	2	0,150	0,000 88	0,000 068
Верхнедвинский	8	0,615	0,003 70	0,000 280
Витебский	8	0,615	0,003 00	0,000 230

Окончание табл. 2
Ending table 2

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Глубокский	–	–	–	–
Городокский	4	0,310	0,001 30	0,000 100
Докшицкий	5	0,380	0,002 20	0,000 170
Дубровенский	–	–	–	–
Лепельский	8	0,615	0,004 40	0,000 340
Лиозненский	–	–	–	–
Миорский	–	–	–	–
Оршанский	6	0,460	0,003 50	0,000 270
Полоцкий	8	0,615	0,002 50	0,000 190
Поставский	3	0,230	0,001 40	0,000 110
Россонский	1	0,077	0,000 52	0,000 040
Сенненский	3	0,230	0,001 50	0,000 120
Толочинский	–	–	–	–
Ушачский	–	–	–	–
Чашникский	–	–	–	–
Шарковщинский	6	0,460	0,005 00	0,000 390
Шумилинский	1	0,077	0,000 59	0,000 045
<i>Итого</i>	<i>42</i>	<i>3,230</i>	<i>0,001 04</i>	<i>0,000 080</i>

Таблица 3

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Гомельской области в 2008–2020 гг.

Table 3

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Gomel Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Брагинский	13	1,000	0,006 60	0,000 510
Буда-Кошелевский	1	0,077	0,000 63	0,000 050
Ветковский	–	–	–	–
Гомельский	20	1,540	0,010 00	0,000 770
Добрушский	–	–	–	–
Ельский	1	0,077	0,000 73	0,000 056
Житковичский	22	1,690	0,007 50	0,000 580
Жлобинский	14	1,077	0,006 60	0,000 510
Калинковичский	–	–	–	–
Кормянский	–	–	–	–
Лельчицкий	5	0,380	0,001 60	0,000 120
Лоевский	1	0,077	0,000 96	0,000 074

Окончание табл. 3
Ending table 3

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Мозырский	12	0,920	0,007 50	0,000 580
Наровлянский	1	0,077	0,000 63	0,000 050
Октябрьский	13	1,000	0,009 40	0,000 720
Петриковский	2	0,154	0,000 71	0,000 055
Речицкий	14	1,077	0,005 20	0,000 400
Рогачевский	–	–	–	–
Светлогорский	1	0,077	0,000 53	0,000 410
Хойникский	1	0,077	0,000 50	0,000 038
Чечерский	10	0,770	0,008 10	0,000 620
<i>Итого</i>	<i>56</i>	<i>4,310</i>	<i>0,001 39</i>	<i>0,000 110</i>

Таблица 4

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Гродненской области в 2008–2020 гг.

Table 4

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Grodno Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Берестовицкий	2	0,150	0,002 70	0,000 210
Волковысский	5	0,380	0,004 20	0,000 320
Вороновский	–	–	–	–
Гродненский	8	0,615	0,003 10	0,000 240
Дятловский	–	–	–	–
Зельвенский	–	–	–	–
Ивьевский	–	–	–	–
Кореличский	–	–	–	–
Лидский	3	0,230	0,002 00	0,000 150
Мостовский	2	0,150	0,001 50	0,000 160
Новогрудский	4	0,310	0,002 40	0,000 180
Ошмянский	7	0,540	0,005 80	0,000 470
Островецкий	–	–	–	–
Свислочский	–	–	–	–
Слонимский	1	0,077	0,000 68	0,000 050
Сморгонский	–	–	–	–
Щучинский	3	0,230	0,001 60	0,000 120
<i>Итого</i>	<i>28</i>	<i>2,150</i>	<i>0,001 11</i>	<i>0,000 086</i>

Таблица 5

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Минской области в 2008–2020 гг.

Table 5

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Minsk Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Березинский	6	0,460	0,003 10	0,000 240
Борисовский	12	0,920	0,004 00	0,000 310
Вилейский	4	0,310	0,001 63	0,000 130
Воложинский	7	0,540	0,003 70	0,000 280
Дзержинский	–	–	–	–
Клецкий	–	–	–	–
Копыльский	–	–	–	–
Крупский	–	–	–	–
Логойский	–	–	–	–
Любанский	7	0,540	0,003 70	0,000 280
Минский	12	0,920	0,003 60	0,000 490
Молодечненский	–	–	–	–
Мядельский	2	0,150	0,001 00	–
Несвижский	–	–	–	–
Пуховичский	7	0,540	0,002 90	0,000 220
Слуцкий	8	0,615	0,004 40	0,000 340
Смолевичский	1	0,077	0,000 72	0,000 055
Солигорский	2	0,150	0,000 80	0,000 062
Стародорожский	–	–	–	–
Столбцовский	7	0,540	0,003 70	0,000 290
Узденский	–	–	–	–
Червенский	–	–	–	–
<i>Итого</i>	<i>41</i>	<i>3,160</i>	<i>0,001 03</i>	<i>0,000 079</i>

Таблица 6

Статистические данные о воздействии опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему административных районов Могилёвской области в 2008–2020 гг.

Table 6

Statistical data on the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system of the administrative districts of Mogilev Region in 2008–2020

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Бельничский	–	–	–	–
Бобруйский	5	0,38	0,003 1	0,000 24
Быховский	–	–	–	–
Глусский	2	0,15	0,001 5	0,000 12

Окончание табл. 6
Ending table 6

Административный район	Число опасных гидрометеорологических явлений	Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений	Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений	Среднегодовая плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений
Горецкий	9	0,690	0,007 00	0,000 540
Дрибинский	–	–	–	–
Кировский	2	0,150	0,001 50	0,000 120
Климовичский	–	–	–	–
Кличевский	6	0,460	0,003 30	0,000 250
Краснопольский	–	–	–	–
Кричевский	1	0,077	0,001 30	0,000 100
Круглянский	–	–	–	–
Костюковичский	6	0,460	0,004 00	0,000 310
Могилёвский	14	1,077	0,007 40	0,000 570
Мстиславский	4	0,31	0,003 00	0,000 230
Осиповичский	–	–	–	–
Славгородский	13	1,000	0,009 90	0,000 760
Хотимский	1	0,077	0,001 20	0,000 092
Чаусский	1	0,077	0,000 68	0,000 052
Чериковский	–	–	–	–
Шкловский	–	–	–	–
<i>Итого</i>	<i>26</i>	<i>2,000</i>	<i>0,000 89</i>	<i>0,000 069</i>

Таблица 7

Социально-экономическая статистика административных районов Брестской области

Table 7

Socio-economic statistics for the administrative regions of Brest Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Барановичский	204 807	2171,88	94,30
Березовский	60 636	1412,77	42,90
Брестский	385 052	1544,11	249,40
Ганцевичский	26 295	1709,58	15,40
Дрогичинский	36 420	1855,06	19,60
Жабинковский	24 832	684,17	36,30
Ивановский	37 896	1551,41	24,40
Ивацевичский	53 399	2998,11	17,80
Каменецкий	33 396	1687,11	19,80
Кобринский	84 434	2039,79	41,40
Лунинецкий	65 642	2708,51	24,20
Ляховичский	23 875	1352,31	17,40
Малоритский	23 801	1373,63	17,30
Пинский	170 169	3252,77	52,30
Пружанский	44 554	2825,91	15,80
Столинский	72 032	3342,06	21,60
<i>Итого</i>	<i>1 342 642</i>	<i>32 787,00</i>	<i>40,95</i>

Таблица 8

Социально-экономическая статистика административных районов Витебской области

Table 8

Socio-economic statistics for the administrative regions of Vitebsk Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Бешенковичский	14 552	1249,65	11,600
Браславский	24 549	2270,07	10,800
Верхнедвинский	20 369	2140,76	9,500
Витебский	400 510	2705,12	148,100
Глубокский	35 177	1759,58	20,000
Городокский	22 061	2980,13	7,400
Докшицкий	22 355	2267,61	9,900
Дубровенский	14 415	1249,69	11,500
Лепельский	31 976	1822,22	17,600
Лиозненский	16 095	1417,63	11,400
Миорский	19 163	1786,64	10,700
Оршанский	147 799	1707,66	86,600
Полоцкий	202 454	3178,55	63,700
Поставский	34 496	2096,44	16,500
Россонский	9 262	1926,87	4,800
Сенненский	20 948	1966,05	10,700
Толочинский	23 983	1498,56	16,000
Ушачский	12 687	1489,38	8,5200
Чашникский	28 912	1481,12	19,500
Шарковщинский	14 675	1189,18	12,300
Шумилинский	17 643	1695,40	10,400
<i>Итого</i>	<i>1 126 995</i>	<i>40 051,00</i>	<i>28,139</i>

Таблица 9

Социально-экономическая статистика административных районов Гомельской области

Table 9

Socio-economic statistics for the administrative regions of Gomel Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Брагинский	12 458	1960,46	6,35
Буда-Кошелевский	31 246	1594,50	19,60
Ветковский	17 625	1558,62	11,31
Гомельский	581 451	1951,40	297,97
Добрушский	36 624	1452,72	25,21
Ельский	15 295	1365,68	11,20
Житковичский	34 869	2916,27	12,00
Жлобинский	101 043	2110,77	47,87

Окончание табл. 9
Ending table 9

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Калинковичский	57 725	2756,24	20,90
Кормянский	14 127	949,15	14,93
Лельчицкий	25 047	3221,31	7,78
Лоевский	11 888	1045,53	11,40
Мозырский	127 889	1603,47	79,76
Наровлянский	10 747	1588,82	6,76
Октябрьский	14 171	1381,19	10,30
Петриковский	27 592	2835,18	9,73
Речицкий	98 621	2713,95	36,34
Рогачевский	54 012	2066,99	26,13
Светлогорский	80 791	1899,91	42,52
Хойникский	19 577	2027,74	9,65
Чечерский	14 768	1229,88	12,00
<i>Итого</i>	<i>1 381 054</i>	<i>40 372,00</i>	<i>34,21</i>

Таблица 10

Социально-экономическая статистика административных районов Гродненской области

Table 10

Socio-economic statistics for the administrative regions of Grodno Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Берестовицкий	15 565	743,58	20,93
Волковысский	67 948	1192,85	56,96
Вороновский	24 354	1418,39	17,17
Гродненский	406 783	2594,05	156,81
Дятловский	25 017	1544,09	16,20
Зельвенский	14 560	869,69	16,74
Ивьевский	21 951	1845,50	11,90
Кореличский	19 812	1093,66	18,12
Лидский	13 034	1566,74	8,32
Мостовский	27 554	1342,04	20,50
Новогрудский	43 246	1668,01	25,93
Ошмянский	30 837	1215,92	25,36
Островецкий	27 956	1568,77	17,82
Свислочский	14 776	1449,53	10,20
Слонимский	63 716	1470,63	43,33
Сморгонский	50 849	1490,01	34,13
Щучинский	35 722	1911,54	18,69
<i>Итого</i>	<i>1 021 829</i>	<i>25 127,00</i>	<i>40,67</i>

Таблица 11

Социально-экономическая статистика административных районов Минской области

Table 11

Socio-economic statistics for the administrative regions of Minsk Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Березинский	23 106	1940,34	11,91
Борисовский	175 558	2987,95	58,76
Вилейский	48 516	2453,81	19,77
Воложинский	34 567	1916,78	18,00
Дзержинский	69 804	1189,50	58,68
Клецкий	27 424	974,12	28,15
Копыльский	28 646	1607,66	13,24
Крупский	23 307	2138,73	10,9
Логойский	38 699	2365,02	16,36
Любанский	30 215	1913,75	15,79
Минский	2 261 990	1902,66	1188,86
Молодечненский	132 686	1392,18	95,31
Мядельский	26 130	1964,30	11,78
Несвижский	39 683	862,75	46,00
Пуховичский	68 919	2442,23	28,22
Слуцкий	89 189	1821,06	48,98
Смолевичский	116 444	1392,57	83,62
Солигорский	131 493	2498,91	52,62
Стародорожский	20 537	1370,38	14,99
Столбцовский	38 815	1884,52	20,60
Узденский	23 857	1180,97	20,20
Червенский	33 448	1630,39	20,52
<i>Итого</i>	<i>3 488 256</i>	<i>39 912,00</i>	<i>87,40</i>

Таблица 12

Социально-экономическая статистика административных районов Могилёвской области

Table 12

Socio-economic statistics for the administrative regions of Mogilev Region

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Белыничский	18 978	1419,52	13,37
Бобруйский	230 591	1592,67	144,78
Быховский	30 427	2263,16	13,44
Глусский	13 342	1355,44	9,84
Горецкий	40 531	1284,31	31,56
Дрибинский	10 427	766,53	13,60
Кировский	18 485	1295,20	11,96
Климовичский	23 847	1542,78	15,46
Кличевский	14 615	1800,32	8,12
Краснопольский	9522	1223,04	7,79
Кричевский	29 748	777,54	38,26
Круглянский	13 715	881,81	15,55

Окончание табл. 12
Ending table 12

Административный район	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, тыс. км ²	Плотность населения, чел./км ²
Костюковичский	22 934	1493,84	15,35
Могилёвский	399 286	1895,40	210,66
Мстиславский	20 009	1332,51	15,02
Осиповичский	45 941	1947,21	23,6
Славгородский	13 066	1317,82	9,91
Хотимский	10 574	858,87	13,31
Чаусский	18 171	1471,39	12,82
Чериковский	13 323	1020,20	13,06
Шкловский	25 978	1333,16	19,49
<i>Итого</i>	<i>1 019 176</i>	<i>29 068,00</i>	<i>35,06</i>

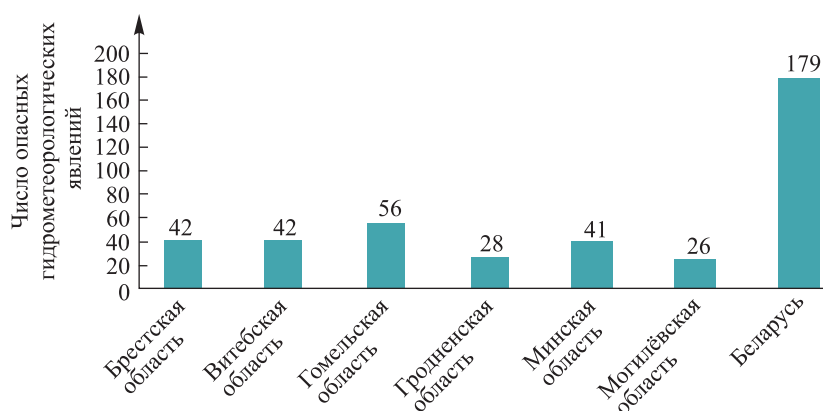


Рис. 1. Число опасных гидрометеорологических явлений, воздействующих на социально-экономическую систему областей Беларуси, в 2008–2020 гг. (составлено на основе данных Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды)

Fig. 1. The recurrence of hazardous hydrometeorological phenomena affecting the socio-economic system of the regions of Belarus in 2008–2020 (compiled on the basis of data from the Republican Center for Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control and Environmental Monitoring)

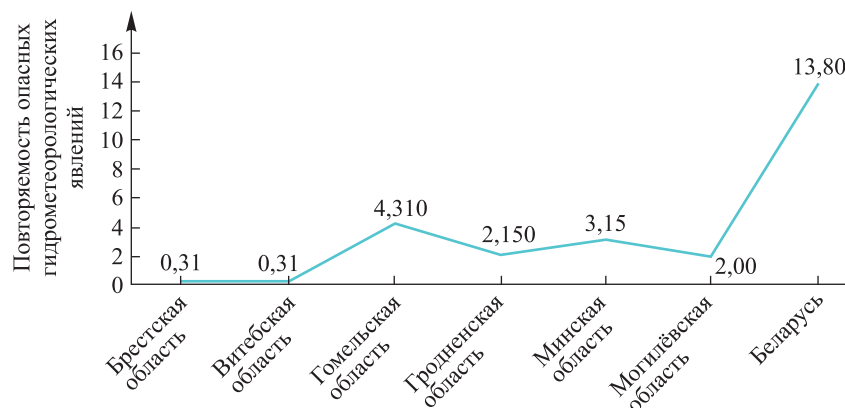


Рис. 2. Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, воздействующих на социально-экономическую систему областей Беларуси, в 2008–2020 гг. (составлено на основе данных Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды)

Fig. 2. The number of hazardous hydrometeorological phenomena affecting the socio-economic system of the regions of Belarus in 2008–2020 (compiled on the basis of data from the Republican Center for Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control and Environmental Monitoring)

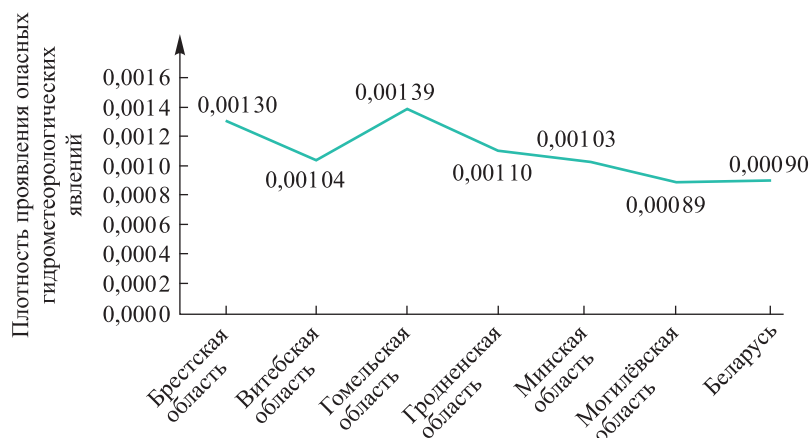


Рис. 3. Плотность проявления опасных гидрометеорологических явлений, воздействующих на социально-экономическую систему областей Беларуси, в 2008–2020 гг. (составлено на основе данных Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды)

Fig. 3. The density of manifestation of hazardous hydrometeorological phenomena affecting the socio-economic system of the regions of Belarus in 2008–2020 (compiled on the basis of data from the Republican Center for Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control and Environmental Monitoring)

По повторяемости и плотности проявления опасных гидрометеорологических явлений 1-е место занимает Гомельская область (4,310 и 0,00139 соответственно). Показатели повторяемости проявления опасных гидрометеорологических явлений, которые были зафиксированы в административных районах, входящих в состав Гомельской области, оказались значительно выше показателей других областей страны. Так, например, за рассматриваемый период в Житковичском районе были зафиксированы 22 случая опасных гидрометеорологических явлений, в Гомельском районе – 20 случаев, в Речицком и Жлобинском районах – по 14 случаев, в Брагинском и Октябрьском районах – по 13 случаев и т. д. В соответствии со статистикой повторяемости на 2-м месте находятся Брестская и Витебская области (3,230). В свою очередь, 3-е место занимает Минская область (3,160). Наименьшие показатели повторяемости и плотности проявления опасных гидрометеорологических явлений характерны для Могилёвской области (2,000 и 0,00089 соответственно).

В число административных районов Беларуси, которые относятся к уязвимым зонам с точки зрения проявления опасных гидрометеорологических явлений, входят Пинский (1,230) и Ивацевичский (0,770) районы Брестской области, Верхнедвинский, Витебский, Лепельский и Полоцкий районы (0,615) Витебской области, Гродненский (0,615) и Ошмянский (0,540) районы Гродненской области, Борисовский и Минский районы (0,920) Минской области, а также Могилёвский (1,077) и Славгородский (1,000) районы Могилёвской области.

Таблица 13

ВРП областей Беларуси

Table 13

GRP of the regions of Belarus

Область	ВРП, млн руб.
Брестская	14 374,7
Витебская	11 709
Гомельская	15 099
Гродненская	12 274,2
Минская	22 719
Могилёвская	9963,6

Таким образом, предлагается адаптированная методика полимасштабного изучения влияния опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси в разрезе локального уровня, мезоуровня (район) и макроуровня (страна) с применением геоинформационных технологий и информационной электронной базы данных.

Результаты и их обсуждение

С 2008 по 2020 г. на территории Беларуси были зафиксированы 179 случаев опасных гидрометеорологических явлений. Из них 91 % (163 случая) – опасные гидрометеорологические явления теплого периода, 9 % (16 случаев) – опасные гидрометеорологические явления холодного периода.

На рис. 4 отражено пространственное распределение количества случаев опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси.

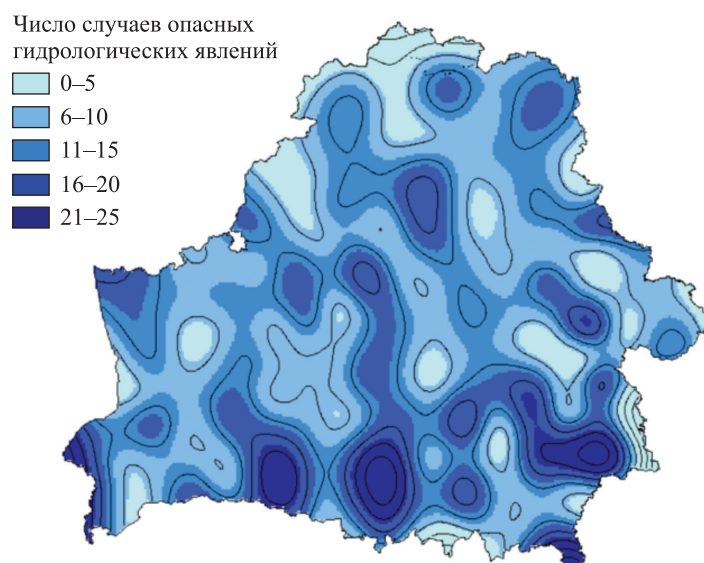


Рис. 4. Число случаев опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси в 2008–2020 гг. (составлено на основе публикации [14])

Fig. 4. The number of cases of hazardous hydrometeorological phenomena on the territory of Belarus in 2008–2020 (compiled on the basis of the publication [14])

Наибольшее число случаев опасных гидрометеорологических явлений было зафиксировано на юге Беларуси, в частности в Припятском Полесье. В пределах Брестской и Гомельской областей выделяются районы, в которых за исследуемый период отмечалось наибольшее число случаев опасных гидрометеорологических явлений. К ним относятся Житковичский (22 случая) и Гомельский (20 случаев) районы Гомельской области, Пинский район (16 случаев) Брестской области. Следует отметить, что на территории Гомельской области было зафиксировано наибольшее количество видов опасных гидрометеорологических явлений, а также самое большое число случаев их проявления. В свою очередь, наименьшее число случаев опасных гидрометеорологических явлений наблюдается на западе, северо-западе и востоке страны (северо-запад Витебской области, центральные районы Гродненской и Могилёвской областей).

Из проанализированных данных следует, что на протяжении 2008–2020 гг. в Брестской, Гродненской и Витебской областях число случаев опасных гидрометеорологических явлений увеличивалось, в то время как на территории Гомельской, Могилёвской и Минской областей оно сокращалось.

Для оценки интенсивности возможного воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси был использован подход, аналогичный подходу сотрудников Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных и Российского государственного гидрометеорологического университета. Этот подход позволяет проанализировать статистику о числе опасных гидрометеорологических явлений и социально-экономическую статистику (численность населения, площадь территории и ВРП). Используя эти показатели, можно рассчитать коэффициенты, которые служат косвенной характеристикой интенсивности возможного воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси [1]. Анализ коэффициентов оценки интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений в окончательном виде был проведен в Беларуси впервые. Он основан на официальных статистических данных, приведенных в табл. 1–13 (повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, ВРП областей, площадь административных районов и областей, численность населения административных районов и областей).

Коэффициент K_1 вычислялся как произведение повторяемости опасных гидрометеорологических явлений административного района (области) на плотность населения (см. табл. 7–12) на рассматриваемой территории. Следовательно, чем выше плотность населения и больше повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, тем выше интенсивность их возможного воздействия на население. Таким образом, данный показатель характеризует влияние опасных гидрометеорологических явлений на социальную сферу страны. В свою очередь, коэффициент K_2 рассчитывался как произведение среднегодовой плотности опасных гидрометеорологических явлений областей Беларуси на ВРП территории. Соответственно, данный показатель характеризует влияние опасных гидрометеорологических явлений на экономическую составляющую рассматриваемой системы (район, область).

Результаты расчетов этих показателей приведены на рис. 5 и 6.

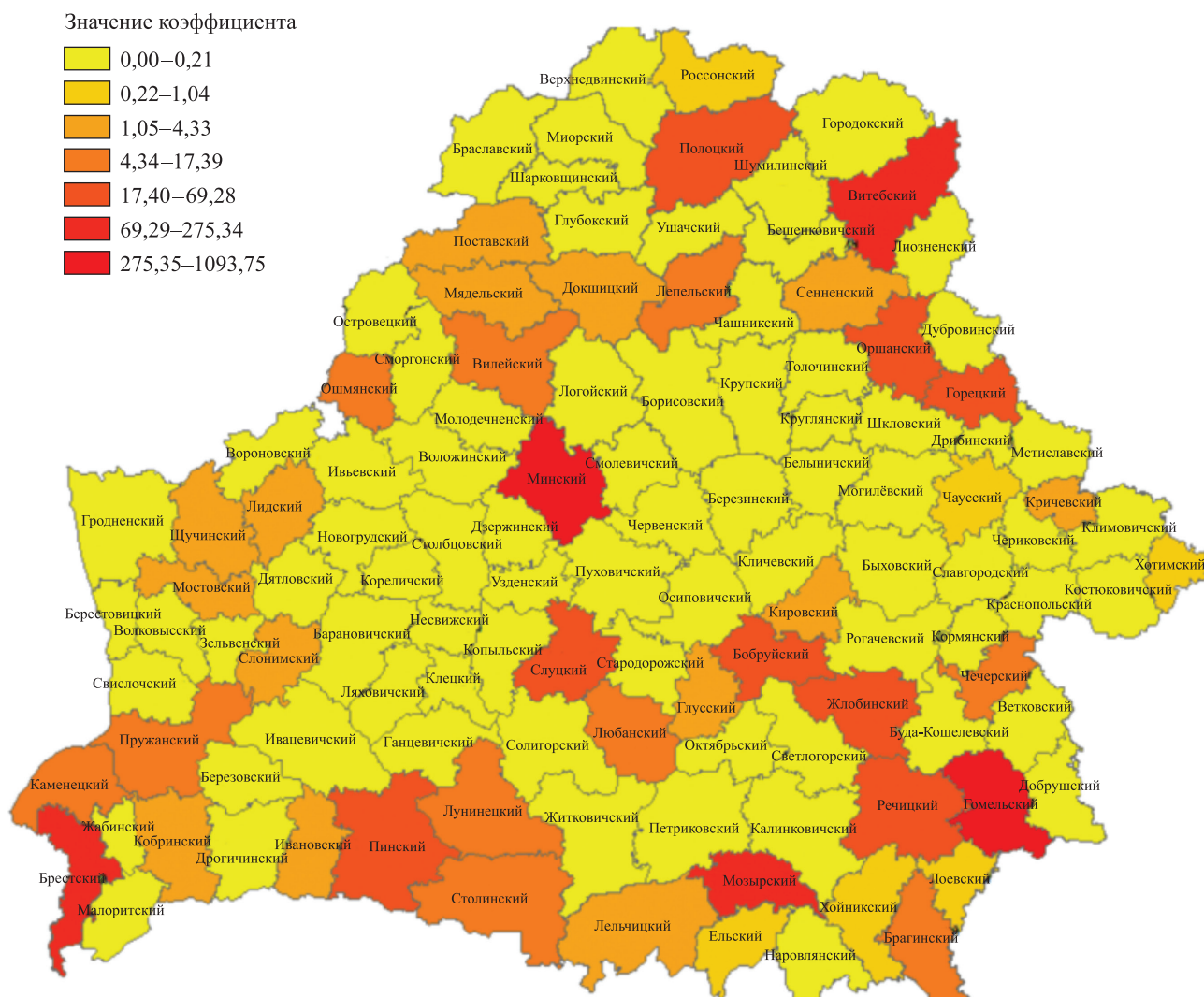


Рис. 5. Результаты расчетов коэффициентов интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на население в разных административных районах Беларуси

Fig. 5. Calculation results of hazardous hydrometeorological phenomena impact intensity indicators on the population in different administrative districts of Belarus

С точки зрения интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему наиболее неблагоприятной является Минская область ($K_1 = 276,18$, $K_2 = 1,795$). Необходимо отметить, что на территории Беларуси данные показатели будут наиболее высокими в районах, в которых концентрируется значительное количество населения и, соответственно, располагаются крупнейшие промышленные центры страны. В их число входят в первую очередь те районы, которые относятся к областным центрам (Брестский (154,28), Витебский (91,1), Гомельский (458,87), Гродненский (97,22), Минский (1093,75) и Могилёвский (226,88) районы), а также Пинский (64,329)

и Барановичский (35,834) районы Брестской области, Оршанский (39,836) и Полоцкий (39,176) районы Витебской области, Мозырский (73,380) и Речицкий (39,140) районы Гомельской области, Волковисский район (21,650) Гродненской области, Борисовский район (54,060) Минской области, Бобруйский район (55,020) Могилёвской области. Следовательно, наибольшее воздействие опасные гидрометеорологические явления оказывают на социальную систему Минской области (в Минске проживают около 2 млн человек).

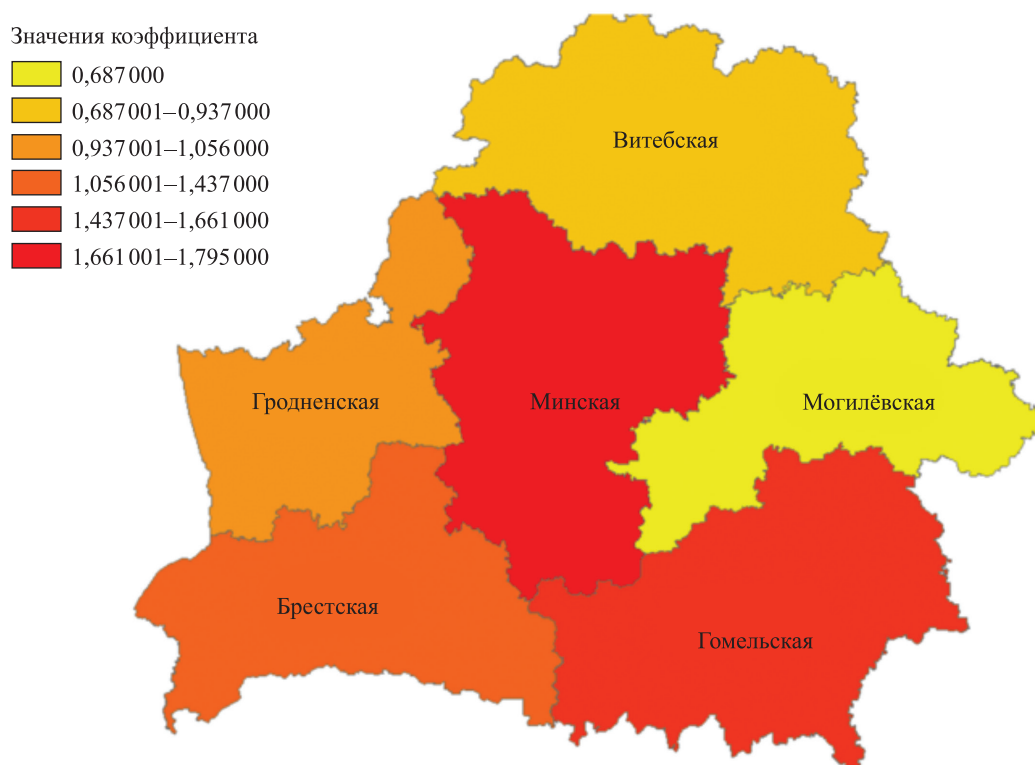


Рис. 6. Результаты расчетов коэффициентов интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику Беларуси по областям
Fig. 6. Results of calculations of coefficients of the intensity of the impact of hazardous hydrometeorological phenomena on the economy of Belarus by regions

Анализ результатов расчетов по коэффициенту K_2 (см. рис. 6) показал, что наиболее высокой является угроза воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику Минской и Гомельской областей (1,795 и 1,661 соответственно), а наименее высокой – угроза воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику Могилёвской области (0,687).

Заключение

Проанализированы тенденции изменения опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси. Проведена оценка интенсивности их воздействия на социально-экономическую систему страны. Выявлено, что за 2008–2020 гг. количество опасных гидрометеорологических явлений теплого периода увеличилось. Некоторые явления, например смерч и шквал, наблюдались единожды. Анализ опасных гидрометеорологических явлений холодного периода показал, что в исследуемый период их количество не превысило 8,9 % от общего количества опасных гидрометеорологических явлений, при этом число дней с очень сильным снегом и налипанием мокрого снега уменьшилось. Гололед был зафиксирован только в 2020 г.

Проведенная оценка влияния интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси позволяет на основе совместного анализа социально-экономической и гидрометеорологической информации выполнять расчеты, которые могут служить косвенной характеристикой интенсивности возможного воздействия гидрометеорологических факторов на социальную и экономическую сферы страны. Предложена адаптированная методика полимасштабного изучения влияния опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы Беларуси в разрезе локального уровня, мезоуровня (район) и макроуровня (страна) с применением геоинформационных технологий и информационной электронной базы данных.

Результаты показали, что чем выше плотность населения и больше повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, тем выше интенсивность их возможного воздействия на население. Соответственно, чем выше ВРП области, тем более значительные экономические потери ожидаются в ней. Интенсивность воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику страны напрямую зависит от концентрации промышленных предприятий в ее областях. Так, наиболее высокой является угроза воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику Минской и Гомельской областей (1,795 и 1,661 соответственно), а наименее высокой – угроза воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику Могилёвской области (0,687). В связи с этим в областях с высоким ВРП следует предпринимать необходимые защитные меры в целях уменьшения последствий воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социальную и экономическую сферы территории.

Библиографические ссылки

1. Коршунов АА, Рыбанова АЮ, Фокичева АА, Шаймарданов МЗ. Анализ интенсивности воздействия опасных условий погоды на социально-экономическую систему. *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*. 2018;53:18–33.
2. Логинов ВФ, Волчек АА, Шпока ИН. Сравнение пространственно-временных особенностей изменений опасных метеорологических явлений в характерное и нехарактерное для них время года. В: Карabanov АК, Бамбалов НН, редакторы. *Природопользование. Выпуск 19*. Минск: А. Н. Вараксин; 2011. с. 5–21.
3. Логинов ВФ, Волчек АА, Шпока ИН. Изменчивость числа дней со шквалами в Беларуси. В: Логинов ВФ, редактор. *Природопользование. Выпуск 14*. Минск: Тонпик; 2008. с. 51–57.
4. Логинов ВФ, Волчек АА, Шпока ИН. *Опасные метеорологические явления на территории Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2010. 128 с.
5. Шпока ИН. *Пространственно-временное распределение опасных метеорологических явлений на территории Беларуси* [диссертация]. Брест: Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина; 2012. 210 с.
6. Гледко ЮА, Соколовская ЯА. Особенности прогнозирования грозовых явлений на территории Беларуси. В: Лопух ПС, редактор. *Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Материалы Международной научной конференции; 5–8 мая 2015 г.; Минск, Беларусь*. Минск: БГУ; 2015. с. 243–245.
7. Hledko YuA. Estimation of economic effect of the use of hydrometeorological information during exploitation of highways of Belarus. In: Köppen S, Reckermann M, editors. *Earth system changes and Baltic Sea coasts. Proceedings of the 3rd Baltic Earth conference; 2020 June 1–5; Jastarnia, Poland*. Geesthacht: Helmholtz-Zentrum Hereon; 2020. p. 65–67.
8. Давыденко ОВ, Ковриго ПА. Анализ пространственно-временной динамики опасных для авиации явлений погоды в центральной части Беларуси на основе радиолокационных данных. *Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География*. 2007;1:96–99.
9. Давыденко ОВ. Радиолокационные методы распознавания опасных атмосферных явлений. В: Пирожник ИИ, редактор. *Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. Материалы III Международной научно-практической конференции; 21–23 ноября 2006 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Республиканский институт высшей школы; 2006. с. 37–39.
10. Лопух ПС, Гледко ЮА, Ван Хао. Проблемы адаптации субъектов хозяйствования Беларуси к изменяющимся климатическим условиям. *Danish Scientific Journal*. 2021;46(2):10–27.
11. Истомин ЕП, Фокичева АА, Коршунов АА, Слесарева ЛС. Управление гидрометеорологическими рисками в социально-экономических системах. *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*. 2016;44:219–224.
12. Кобышева НВ, Галюк ЛП, Панфутова ЮА. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды. *Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова*. 2008;558:162–172.

References

1. Korshunov AA, Rybanova AYU, Fokicheva AA, Shaimardanov MZ. Analysis of the intensity of the impact of hazardous weather conditions on the socio-economic system. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2018;53:18–33. Russian.
2. Loginov VF, Volchek AA, Shpoka IN. Comparison of existential features of changes of hazardous meteorological phenomena in characteristic and not characteristic for them season. In: Karabanov AK, Bambalov NN, editors. *Prirodopol'zovanie. Vypusk 19* [Nature management. Issue 19]. Minsk: A. N. Varaksin; 2011. p. 5–21. Russian.
3. Loginov VF, Volchek AA, Shpoka IN. Variability of number of days with squalls. In: Loginov VF, editor. *Prirodopol'zovanie. Vypusk 14* [Nature management. Issue 14]. Minsk: Tonpik; 2008. p. 51–57. Russian.
4. Loginov VF, Volchek AA, Shpoka IN. *Opasnye meteorologicheskie yavleniya na territorii Belarusi* [Dangerous meteorological phenomena on the territory of Belarus]. Minsk: Belaruskaja navuka; 2010. 128 p. Russian.
5. Shpoka IN. *Prostranstvenno-vremennoe raspredelenie opasnykh meteorologicheskikh yavlenii na territorii Belarusi* [Spatio-temporal distribution of dangerous meteorological phenomena on the territory of Belarus] [dissertation]. Brest: Brest State A. S. Pushkin University; 2012. 210 p. Russian.
6. Hledko YuA, Sokolovskaya YaA. [Features of predicting thunderstorms on the territory of Belarus]. In: Lopukh PS, editor. *Problemy gidrometeorologicheskogo obespecheniya khozyaistvennoi deyatel'nosti v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata. Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; 5–8 maya 2015 g.; Minsk, Belarus* [Problems of hydrometeorological support of economic activity in a changing climate. Proceedings of the International scientific conference; 2015 May 5–8; Minsk, Belarus]. Minsk: Belarusian State University; 2015. p. 243–245. Russian.

7. Hledko YuA. Estimation of economic effect of the use of hydrometeorological information during exploitation of highways of Belarus. In: Köppen S, Reckermann M, editors. *Earth system changes and Baltic Sea coasts. Proceedings of the 3rd Baltic Earth conference; 2020 June 1–5; Jastarnia, Poland*. Geesthacht: Helmholtz-Zentrum Hereon; 2020. p. 65–67.

8. Davydenko OV, Kovrigo PA. [Analysis of spatio-temporal dynamics of weather phenomena dangerous for aviation in the central part of Belarus based on radar data]. *Vestnik BGU. Seriya 2. Khimiya. Biologiya. Geografiya*. 2007;1:96–99. Russian.

9. Davydenko OV. [Radar methods for recognising dangerous atmospheric phenomena]. In: Pirozhnik II, editor. *Distantsionnoe zondirovanie prirodnoi sredy: teoriya, praktika, obrazovanie. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 21–23 noyabrya 2006 g.; Minsk, Belarus'* [Remote sensing of the natural environment: theory, practice, education. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference; 2006 November 21–23; Minsk, Belarus]. Minsk: National Institute for Higher Education; 2006. p. 37–39. Russian.

10. Lopuch PS, Hledko YuA, Wang Hao. Problems of hydrometeorological support of business entities in Belarus with the purpose of adaptation to changing climate conditions. *Danish Scientific Journal*. 2021;46(2):10–27. Russian.

11. Istomin EP, Fokicheva AA, Korshunov AA, Slesareva LS. The management of hydro meteorological risks in socio-economic systems. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2016;44:219–224. Russian.

12. Kobysheva NV, Galuk LP, Panfutova JA. Estimating methods for social and economic risks caused by dangerous weather events. *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*. 2008;558:162–172. Russian.

Получена 26.05.2022 / исправлена 11.07.2022 / принята 05.10.2022.
Received 26.05.2022 / revised 11.07.2022 / accepted 05.10.2022.