

УДК 551.5

Е. С. Березкова¹, П. С. Лопух²¹ведущий инженер-синоптик Белгидромета²д-р геогр. наук, проф., проф. каф. общего землеведения и гидрометеорологии

Белорусского государственного университета

e-mail: ¹Katarina0704@tut.by; ²lopuch49@mail.ru

ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ВО ВРЕМЯ ВЗЛЕТ-ПОСАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Рассматриваются вопросы обеспечения безопасности полетов гражданской авиации на территории Республики Беларусь. Выполнена оценка влияния опасных метеорологических явлений на условия взлет-посадки воздушных судов. Выделены пять опасных явлений: низкая видимость, осадки, сильный ветер, грозовые и гололедные явления. На основе совокупности данных опасных явлений, оказывающих влияние на навигацию в приземном слое, построены карты для весенне-летнего и осенне-зимнего навигационных периодов для территории Республики Беларусь. Карты построены на основе фактических метеорологических данных 50 метеорологических станций за период с 1989 по 2016 г. методом равных интервалов с помощью программного комплекса ArcGIS. Фактические метеорологические данные предоставлены Белгидрометом.

Введение

Целью работы является анализ пространственно-временного распределения опасных метеорологических явлений, оказывающих негативное влияние на взлет-посадку воздушных судов на территории Республики Беларусь.

К основным задачам относятся:

- 1) оценка опасных метеорологических явлений приземного слоя тропосферы;
- 2) выявление закономерностей распределения опасных метеорологических явлений по территории республики;
- 3) разработка карт пространственно-временного распределения опасных метеорологических явлений;
- 4) анализ хронологии проявления опасных метеорологических явлений в многолетнем разрезе.

Обеспечение безопасности движения воздушных судов можно разделить на два этапа: этап взлет-посадки воздушного судна и этап движения его на эшелоне полета. Наибольшее значение опасные метеорологические явления имеют на этапе взлет-посадки воздушных судов [1].

Материалы и методы

Фактические материалы по грозам, гололеду, осадкам, видимости и ветру как опасным явлениям были получены по данным наблюдений за период с 1989 по 2016 г. на 50 метеорологических станциях, зафиксированных в электронной базе данных Белгидромета (рисунок 1). В качестве экспериментальной части исследования визуализировались данные по зафиксированным опасным явлениям. На этом этапе была протестирована эффективность ГИС-методов в оценке метеорологической обстановки. В результате анализа полученных материалов были выявлены характерные признаки, особенности, свойства опасных явлений.

Полученные материалы были обработаны с помощью статистических методов и методов ГИС (ArcGIS), позволивших получить достоверные пространственно-временные характеристики пространственно-временного распределения изучаемых опасных явлений и представить их в виде графиков, диаграмм, таблиц [2; 3].

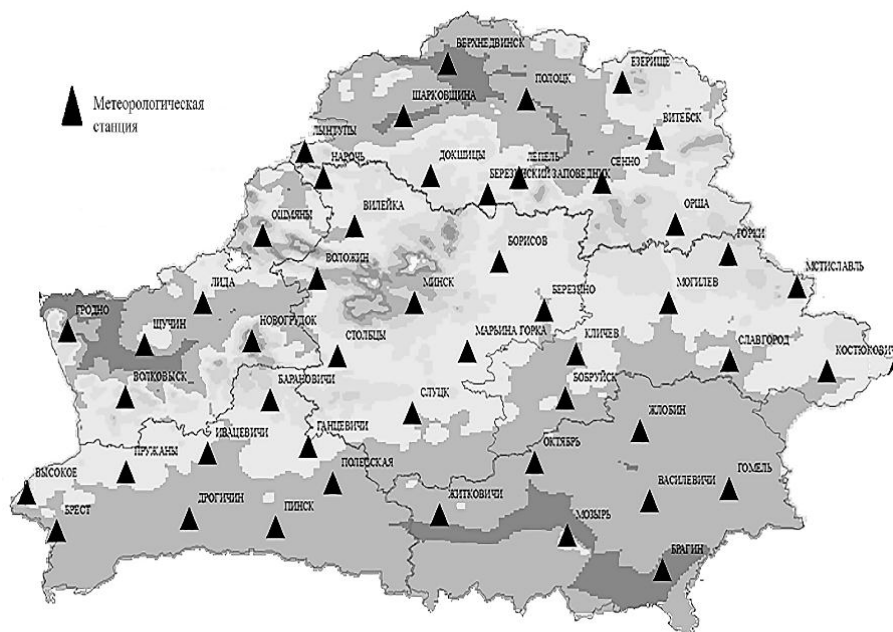


Рисунок 1. – Сеть метеорологических станций на территории Беларуси

Результаты исследования и их обсуждения

Опасные метеорологические явления оказывают непосредственное влияние на безопасность движения воздушных судов. Если в полете, когда воздушное судно набрало высоту и скорость, многие факторы, такие как скорость и направление ветра, осадки, гололедные явления и т. д. уже не оказывают никакого влияния на безопасность движения, то при взлет-посадке важен каждый метеорологический параметр. Когда воздушное судно еще находится на земле, то такие метеорологические явления, как гроза (невозможно совершить облет конвективного облака сверху), гололед и осадки (происходит непосредственное влияние на силу сцепления с взлетно-посадочной полосой), а также ветер (происходит влияние на траекторию движения воздушного судна бокового ветра, а в большей степени сдвига ветра), оказывают существенное влияние.

Навигационный год делится на два периода в зависимости от погодных условий и особенностей управления воздушным судном. Весенне-летний период (ВЛП), для которого характерны конвективные явления, начинается в апреле и заканчивается в сентябре. Осенне-зимний период (ОЗП), отличительным явлением которого являются гололедные явления, длится с октября по март [4].

Основные метеорологические явления, которые влияют на работу авиации непосредственно и косвенно у земли, указаны в таблице 1.

Таблица 1. – Опасные метеорологические явления, влияющие на взлет-посадку воздушного судна

Метеорологическое явление	Период	
	весенне-летний	осенне-зимний
Низкая видимость	+	+
Осадки	+	+
Сильный ветер	+	+
Грозовые явления	+	–
Гололедные явления	–	+

Для того чтобы было возможно проанализировать суммарное влияние опасных явлений на той или иной территории, необходимо сгруппировать вышеуказанные явления и ввести балльную шкалу по значениям этих явлений. Выбранная нами шкала имеет от 0 до 5 баллов. По всем явлениям (в период с 1989 по 2016 г.), указанным в таблице 1, проводился анализ, и в результате каждая метеорологическая станция, расположенная на территории Республики Беларусь, получила суммарный балл от 0 до 20 в зависимости от частоты случаев того или иного опасного явления [5] (таблица 2).

Таблица 2. – Результаты проведенной оценки

Метеостанция	Низкая видимость		Осадки		Сильный ветер		Грозы	Гололед	Итого	
	ВЛП	ОЗП	ВЛП	ОЗП	ВЛП	ОЗП			ВЛП	ОЗП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лельчицы	1	2	5	3	1	1	5	2	12	8
Брагин	2	2	1	4	2	3	4	2	9	11
Мозырь	1	3	3	5	1	1	4	3	9	12
Брест	1	2	3	3	1	1	2	2	7	8
Пинск	1	2	2	4	1	1	1	1	5	8
Житковичи	1	2	5	5	1	1	5	2	12	10
Полесская	5	2	2	3	5	5	3	2	15	12
Василевичи	2	2	3	4	1	1	5	3	11	10
Высокое	1	3	2	4	1	1	3	3	7	11
Гомель	1	2	3	4	1	1	3	1	8	8
Пружаны	2	3	2	3	1	1	5	4	10	11
Октябрь	2	2	2	4	1	1	5	2	10	9
Ивацевичи	1	2	2	4	1	1	3	2	7	9
Ганцевичи	3	3	4	4	1	1	5	2	13	10
Жлобин	1	2	2	4	1	1	3	2	7	9
Чечерск	1	3	3	3	1	1	1	2	6	9
Слуцк	2	3	3	4	1	2	3	3	9	12
Барановичи	2	3	4	4	1	1	2	2	9	10
Бобруйск	1	1	2	4	1	1	2	2	6	8
Волковыск	2	2	2	4	1	1	4	4	9	11
Костюковичи	2	2	3	4	1	3	3	2	9	11
Столбцы	1	2	3	4	1	1	2	1	7	8
Марьина Горка	2	2	2	4	1	1	3	3	8	10
Кличев	2	2	2	4	1	2	2	1	7	9
Славгород	2	3	3	4	1	1	5	2	11	10
Щучин	1	1	3	1	1	1	1	1	6	5
Новогрудок	3	1	5	5	2	2	4	5	14	13
Гродно	2	3	1	3	2	5	3	3	8	14
Березино	1	1	2	4	1	1	4	2	8	8
Лида	2	2	3	4	1	1	3	3	9	10
Могилев	2	3	2	4	1	1	3	4	8	12
Минск	1	3	4	5	1	1	3	4	9	13
Колодищи	3	5	5	4	1	1	2	3	11	13
Воложин	3	5	4	4	1	1	1	1	9	11
Борисов	1	2	4	4	1	1	2	2	8	9
Горки	3	3	2	4	1	1	3	3	9	11
Ошмяны	3	3	4	4	1	1	3	3	11	11
Вилейка	1	1	3	4	1	1	1	1	6	7
Орша	3	2	3	4	2	1	2	3	10	10

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Березинский заповедник	4	1	4	5	1	1	3	2	12	9
Сенно	2	1	4	4	1	1	1	2	8	8
Нарочь	1	1	4	5	1	1	1	1	7	8
Докшицы	2	2	3	4	1	1	2	4	8	11
Лепель	2	2	4	5	1	1	2	2	9	10
Лынтупы	2	3	3	5	1	1	3	4	9	13
Витебск	2	2	4	5	1	1	2	3	9	11
Шарковщина	2	2	2	4	1	1	3	2	8	9
Полоцк	2	2	4	5	1	1	1	3	8	11
Верхнедвинск	3	2	3	4	1	1	1	2	8	9
Езерище	3	1	3	5	1	1	4	3	11	10

На основании данных, представленных в таблице 2, можно построить карты пространственного распределения опасных для совершения взлет-посадки воздушных судов метеорологических явлений по территории Республики Беларусь в зависимости от навигационного периода [6; 7]. Данная информация отражена на рисунках 2 и 3.

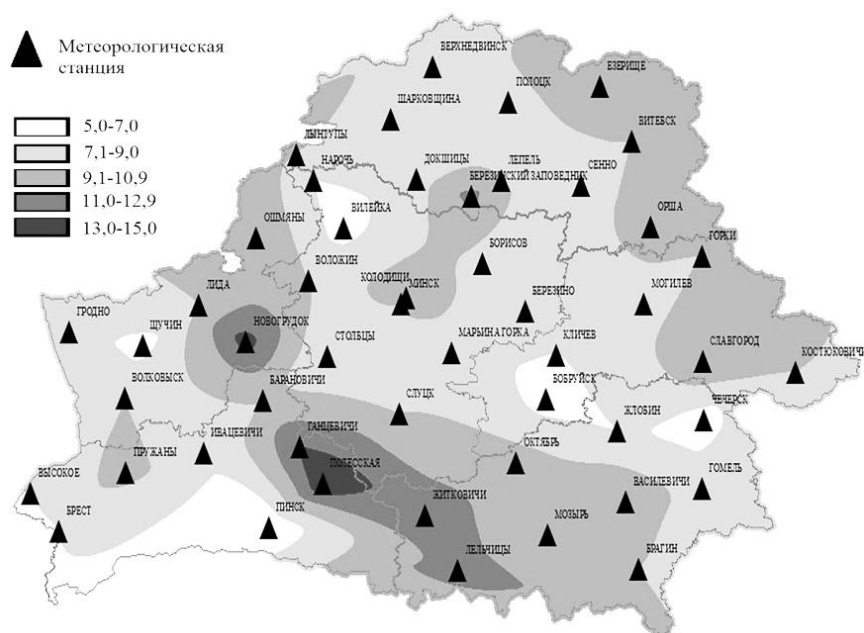


Рисунок 2. – Пространственно-временное распределение среднегодового количества дней с опасными метеорологическими явлениями в ВЛП по территории Беларуси (1989–2016)

Анализируя картину, представленную на рисунке 2, можно сделать вывод, что в ВЛП максимальное количество опасных явлений наблюдается в районе метеорологических станций Полесская и Новогрудок. Их суммарный показатель составляет соответственно 15 и 14.

Минимальные показатели фиксируются на юге Брестской области, а также в районе метеорологических станций Вилейка и Бобруйск и составляют 6 и менее.

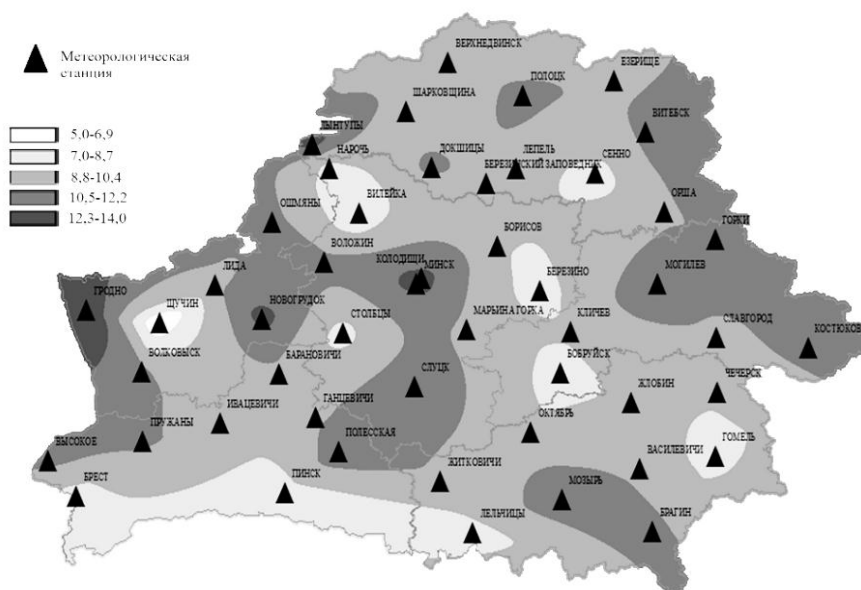


Рисунок 3. – Пространственно-временное распределение среднегодового количества дней с опасными метеорологическими явлениями в ОЗП по территории Беларуси (1989–2016)

Анализируя картину, представленную на рисунке 3, можно сделать вывод, что в ОЗП максимальное количество опасных явлений наблюдается в районе метеорологических станций Гродно и Минск. Их суммарный показатель составляет 14 и 11 соответственно. Минимальные показатели фиксируются на юге Брестской области, а также в районе метеорологических станций Вилейка и Бобруйск и составляют 8 и менее.

Аналогичная ситуация с минимальными показателями наблюдается в весенне-летний период.

Для того чтобы проанализировать динамику условного количества опасных явлений на протяжении рассматриваемого периода (1989–2016), необходимо построить график (рисунок 4).

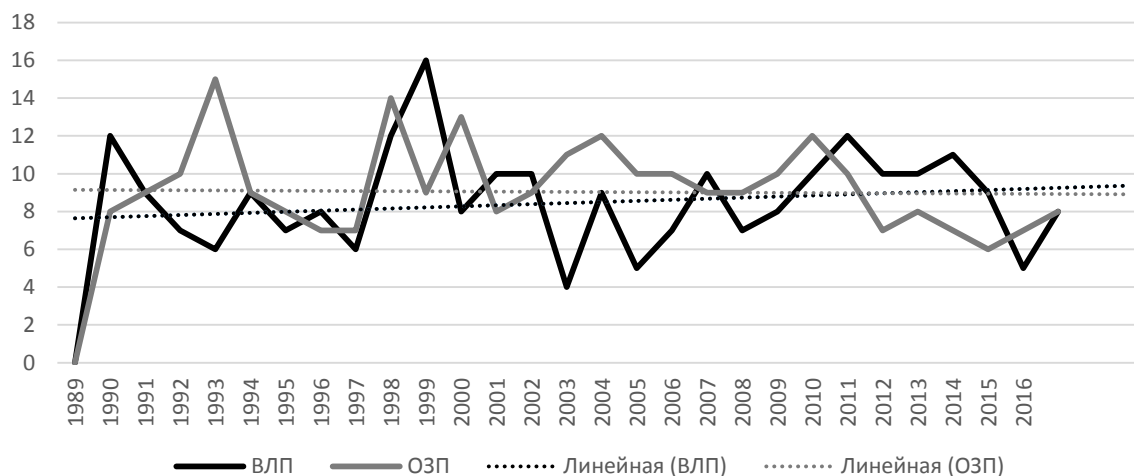


Рисунок 4. – Хронологический многолетний ход условного количества опасных явлений на территории Беларуси за 1989–2016 гг.

Анализируя рисунок 4, можно сделать вывод, что в исследуемый период опасных метеорологических явлений для взлет-посадки было больше в осенне-зимний период. Максимально в осенне-зимний период было зафиксировано 15 условных единиц в 1992 г., а весенне-летний – 16 условных единиц в 1998 г.

Минимальное количество – 6 условных единиц в 2014 г. и 4 условные единицы в 2002 г. Линия тренда к осенне-зимнему режиму показывает отрицательную тенденцию, т. е. снижение количества опасных явлений в холодный период, а линия тренда к весенне-летнему периоду показывает обратную динамику, т.е. рост опасных явлений в теплый период. В целом динамика свидетельствует о потеплении климата на территории Республики Беларусь.

Необходимо также рассмотреть годовой ход, представленный на рисунке 5.

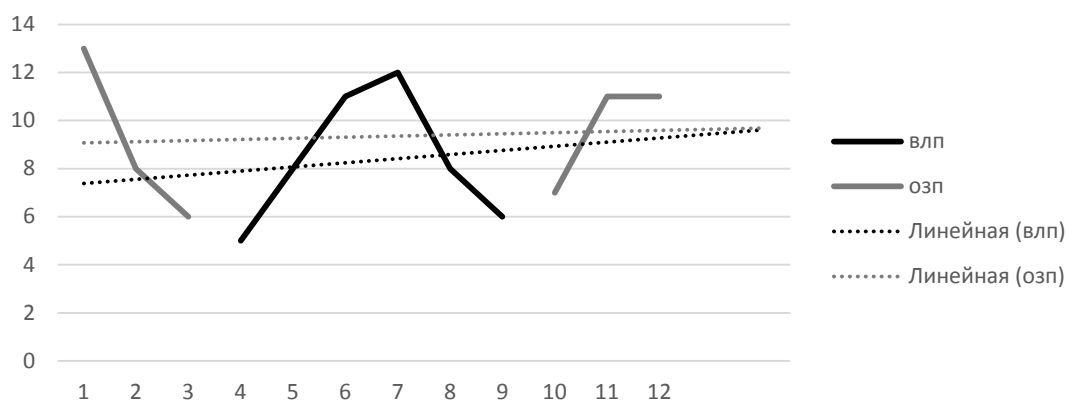


Рисунок 5. – Хронологический многолетний ход условного количества опасных явлений в течение года на территории Республики Беларусь за 1989–2016 гг.

Анализируя рисунок 5, можно сделать вывод, что условное количество опасных явлений в осенне-зимний период больше, чем в весенне-летний, что аналогично выводам, сделанным по рисунку 4. Максимальное количество опасных явлений в осенне-зимний период – 13 условных единиц (январь), а в весенне-летний – 12 условных единиц (июль).

Минимальное количество опасных явлений в осенне-зимний период – 6 условных единиц (март), а в весенне-летний – 5 условных единиц (апрель).

Максимальное количество фиксируется в середине периодов, когда влияние противоположного периода отсутствует, а минимальное фиксируется в переходных к другому периоду месяцах.

Линия тренда к осенне-зимнему режиму показывает отрицательную тенденцию, т. е. снижение количества опасных явлений в холодный период, а линия тренда к весенне-летнему периоду показывает обратную динамику, т. е. рост опасных явлений в теплый период. В целом динамика говорит о потеплении климата на территории республики, что аналогично выводам, сделанным по рисунку 4.

Заключение

В работе проанализированы данные по опасным метеорологическим явлениям приземного слоя. С помощью перевода количественных показателей в баллы стало возможным сравнение удельного веса негативного воздействия опасных метеорологических явлений на взлет-посадку воздушных судов. На основе этих данных построены карты пространственно-временного распределения среднегодового количества дней

с опасными метеорологическими явлениями в ОЗП и ВЛП по территории Республики Беларусь за период с 1989 по 2016 г. Подобных карт для территории республики ранее подготовлено не было.

Данная информация применима для планирования размещения новых взлетно-посадочных полос, а также подготовке специалистов к навигационному периоду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапенко, П. Д. Авиационная метеорология / П. Д. Астапенко, А. М. Баранов, И. М. Шварев. – М. : Транспорт, 1985. – 433 с.
2. Аргучинцева, А. А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений / А. А. Аргучинцева. – Иркутск, 2007. – 106 с.
3. Дегтярев, А. С. Статистические методы обработки метеорологической информации : учебник / А. С. Дегтярев, В. А. Драбенко, В. А. Драбенко. – СПб : Андреев. издат. дом, 2015. – 225 с.
4. Баранов, А. М. Авиационная метеорология / А. М. Баранов, С. В. Солонин. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 384 с.
5. Богаткин, О. Г. Анализ и прогноз погоды для авиации / О. Г. Богаткин, В. Д. Еникеева. – Л. : Гидрометеиздат, 1992. – 272 с.
6. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 12. – С. 33–40.
7. Герменчук, М. Г. Изменения основных климатических параметров и повторяемость опасных гидрометеорологических явлений в Республике Беларусь / М. Г. Герменчук, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства. – Минск, 2010. – С. 135–146.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.02.2019

Berezhkova E. S., Lopukh P. S. Evaluation of the Meteorological Conditions Required for an Aircraft Taking off and Landing on the Territory of the Republic of Belarus

The article is devoted to ensuring the safety of civil aviation in the territory of the Republic of Belarus. In preparing the article, an assessment was made of the influence of meteorological hazards on the take-off and landing of aircraft. 5 dangerous phenomena are identified – low visibility, precipitation, strong wind, thunderstorm and icy phenomena. On the basis of a set of these hazardous phenomena that affect the navigation in the surface layer, maps for the spring-summer and autumn-winter navigation periods for the territory of the Republic of Belarus have been constructed. The maps are based on actual meteorological data of 50 meteorological stations for the period from 1989 to 2016 using the equal-interval method using the ArcGIS software package. Actual meteorological data provided by Belhydromet.