

Научная статья

УДК 551.583

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126

EDN: HIMWVL



ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТУМАНОВ, ДЫМКИ И МГЛЫ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

Инна Валентиновна Латышева¹, Кристина Анатольевна Лощенко², Саяна Жамсарановна Вологжина³,
Анастасия Васильевна Гекова⁴

^{1, 2, 3, 4} Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

¹ ababab1967@mail.ru

² loshchenko@bk.ru

³ svologzhina@gmail.com

⁴ gekova00@bk.ru

Аннотация. Современный климат Иркутской области характеризуется высокими темпами изменений и большой пространственно-временной неоднородностью. Наименее изучены характеристики атмосферных явлений, которые оказывают влияние на экономическое и социальное развитие региона. Туманы, дымка и мгла относятся к числу опасных погодных явлений, ухудшающих видимость и нередко сопровождающихся повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Туманы существенно затрудняют условия взлета и посадки воздушных судов, а также ухудшают работу других видов транспорта. В работе впервые на основе современных данных построены карты распределения различных видов туманов, включая редкие типы ледяных туманов, дымки и мглы по данным 74 метеорологических станций, расположенных в разных физико-географических и синоптико-климатических районах Иркутской области за период 1997–2021 гг. Проанализированы пространственные и сезонные особенности повторяемости явлений, ухудшающих видимость, дана количественная оценка непрерывной продолжительности явлений, а также рассмотрены температурные условия образования туманов, включая морозные туманы. Чаще всего скопление продуктов конденсации и сублимации водяного пара, образование мглы в приземном слое атмосферы отмечаются в зимние и летние месяцы в северных и южных районах Иркутской области, что следует учитывать при планировании деятельности различных видов транспорта. В пространственном отношении наиболее вероятно ухудшение видимости из-за тумана на побережье оз. Байкал и по долинам рек Лены, Илим и Витима, орографических туманов в летние месяцы в предгорьях Восточного Саяна, ледяного тумана в зимние месяцы на севере области. Самые продолжительные летние туманы зафиксированы в Жигаловском, Усть-Кутском и Нижнеудинском районах на метеостанциях Лукиново, Максимова и Нерой, зимние туманы в Бодайбинском районе на станции Мамакан, дымка в Усть-Куте.

Ключевые слова: климат, Иркутская область, видимость, морозный туман, поземный туман, ледяной туман, дымка, мгла

Для цитирования: Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В. Пространственно-временные особенности распределения туманов, дымки и мглы на территории Иркутской области в современный климатический период // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 3(74). С. 114–126. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126. EDN: HIMWVL

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126

EDN: HIMWVL

THE SPATIOTEMPORAL FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF FOGS, HAZE, AND MIST IN THE IRKUTSK REGION IN THE MODERN CLIMATIC PERIOD

Inna V. Latysheva¹, Kristina A. Loshchenko², Saiana Zh. Vologzhina³, Anastasia V. Gekova⁴

^{1, 2, 3, 4} Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

¹ ababab1967@mail.ru

² loshchenko@bk.ru

³ svologzhina@gmail.com

⁴ gekova00@bk.ru



© 2025 Латышева И. В., Лощенко К. А., Вологжина С. Ж., Гекова А. В. Лицензировано по CC BY 4.0. Чтобы ознакомиться с условиями этой лицензии, посетите сайт <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Abstract. The modern climate of the Irkutsk region is characterized by high rates of change and high spatiotemporal heterogeneity. The least studied are the characteristics of atmospheric phenomena that affect the economic and social development of the region. Fogs, haze, and mist are among the hazardous weather phenomena that impair visibility and are often accompanied by increased levels of air pollution. Fogs significantly complicate the takeoff and landing of aircraft and hinder the operation of other types of transport. This paper is the first to provide maps of the distribution of various types of fogs, including rare types of ice fogs, hazes and mists, constructed on the basis of modern data from 74 meteorological stations located in different physical-geographical and synoptic-climatic regions of the Irkutsk region for the period 1997–2021. The study analyzes spatial and seasonal features of the recurrence of phenomena that impair visibility, provides a quantitative assessment of the continuous duration of the phenomena, and explores the temperature conditions for the formation of fogs, including frost fogs. Most often, the accumulation of water vapor condensation and sublimation products and the formation of haze in the surface layer of the atmosphere are observed in winter and summer months in the northern and southern areas of the Irkutsk region, which should be taken into account when planning the activities of various types of transport. In spatial terms, visibility is most likely to deteriorate in fog on the coast of Lake Baikal and along the valleys of the Lena, Ilim, and Vitim rivers, in conditions of orographic fogs – in the summer months in the foothills of the Eastern Sayan, in conditions of ice fog – in the winter months in the north of the region. The longest episodes of summer fogs were registered in the Zhigalovsky, Ust-Kutsky, and Nizhneudinsky districts at the Lukinovo, Maksimovo, and Neroy meteorological stations, the longest episodes of winter fogs – in the Bodaibo district at the Mamakan station, the longest episodes of mist – in Ust-Kut.

Keywords: climate, Irkutsk region, visibility, frost fog, ground fog, ice fog, haze, mist

For citation: Latysheva, I.V., Loshchenko, K.A., Vologzhina, S.Zh., Gekova, A.V. (2025). The spatiotemporal features of the distribution of fogs, haze, and mist in the Irkutsk region in the modern climatic period. *Geographical Bulletin*. No. 3(74). Pp. 114–126. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-3-114-126. EDN: HIMWVL

Введение

Климат является одним из основных факторов, влияющих на устойчивость экосистем к негативным природным и антропогенным воздействиям, которые в значительной мере определяют качество жизни населения и эффективность экономической деятельности [18]. Ежегодный потенциальный ущерб от воздействия опасных погодных явлений (ОЯ) и неблагоприятных метеорологических явлений погоды в России, территория которой расположена в четырех основных климатических поясах и неоднородна по физико-географическим условиям, превышает 200 млрд рублей в год [12].

В количественном отношении за период с 1991 по январь 2021 г. в России было зарегистрировано более 11 300 ОЯ, в последнее 10-летие (2011–2020 гг.) наблюдалось 476 ОЯ, что на 10 % больше, чем в предыдущее десятилетие (2001–2010 гг.), когда было зафиксировано 430 ОЯ. Чаще всего отмечаются ОЯ, вызванные сильным ветром либо выпадением сильных дождей, количество которых возросло на 5 и 28 % соответственно [7, 14]. Наиболее погодозависимыми отраслями являются электроэнергетика, автотранспорт, жилищно-коммунальное и сельское хозяйство [11, 15, 17], однако результаты ансамблевых расчетов и прогнозные значения будущих изменений климата на базовые отрасли экономики и транспорта России часто разнятся [2].

В пространственном отношении наибольшее воздействие ОЯ на социально-экономическую систему России приходится на Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, где ежегодно фиксируется порядка 18–25 % всех опасных гидрометеорологических явлений на территории страны, а к концу XXI в. ожидаются благоприятные условия для развития конвективных процессов и повышения экстремальности фронтальных осадков [9, 10]. Второе место по числу негативных воздействий условий погоды занимают Западносибирский и Восточносибирский регионы России [1, 4].

Видимость – свойство воздуха, играющее важную роль при любом перемещении, причем чем выше скорость перемещения, тем важнее учитывать градации видимости и прогноз ее ухудшения. Ограничение видимости при возникновении туманов, дымки и мглы является серьезной опасностью для автотранспорта, судоходства, промысла, прибрежного обслуживания. Ежегодно аэропорты несут многомиллионные убытки в результате задержек авиарейсов из-за образования на взлетно-посадочной полосе туманов [16]. К сожалению, существующие расчетные методы прогноза туманов имеют относительно низкую оправдываемость, в том числе с отсутствием физической модели, позволяющей надежно описать формирование и эволюцию тумана с учетом его генезиса, географических, метеорологических и синоптических условий образования. В России чаще всего отмечаются радиационные, адвективно-радиационные, фронтальные туманы и туманы испарения [6].

При образовании туманов, дымки и мглы может значительно ухудшиться экологическое состояние воздуха вследствие превышения концентрации загрязняющих веществ и примесей предельно допустимых норм в десятки раз. При этом загрязняющие вещества как химические соединения при повышенной влажности воздуха могут образовывать кислотные или щелочные соединения. Следовательно, при высокой концентрации химических соединений может наблюдаться негативное воздействие на окружающую среду и на здоровье человека [3].

В качестве естественных причин возникновения опасных гидрометеорологических явлений принято рассматривать циркуляционные факторы [8]. Как преобладающие типы синоптических процессов образования явлений, ухудшающих видимость, можно выделить малоградиентное барическое поле, теплый сектор циклона и центр

*Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Воложжина С.Ж., Гекова А.В.*

антициклона. В настоящее время перспективны спутниковые наблюдения за туманами. Например, с помощью модели EOS MODIS ученые Китая определяют расположение туманов над Китайским морем [20]. Широко используются методы численного моделирования при изучении механизма образования туманов различных типов, например на основе региональной климатической модели исследуют параметры прибрежного тумана на сибирских водохранилищах [19]. В последние годы в гидрометеорологической деятельности все большее распространение получают технологии искусственного интеллекта и, в частности, алгоритмы глубокого обучения с применением разного рода нейросетей для идентификации типов туманов и разработки методов его прогнозирования [5].

Неравномерное воздействие ОЯ на территориях субъектов Российской Федерации без их учета в системе моделей региональной и отраслевой адаптаций к глобальным климатическим изменениям может оказать значительное дестабилизирующее влияние на экономическое и социальное развитие регионов [13]. В этой связи актуальны региональные исследования опасных погодных явлений на фоне современных изменений климата.

Объект и методика исследования

Цель данного исследования – статистический и пространственно-временной анализ характеристик туманов, дымки и мглы, ухудшающих горизонтальную дальность видимости на территории Иркутской области по данным непрерывных метеорологических наблюдений в современный климатический период с учетом их многолетней динамики и негативного влияния на деятельность авиационного транспорта.

Объекты исследования – атмосферные явления (туманы, дымки и мгла), ухудшающие горизонтальную дальность видимости. Под туманом понимают помутнение воздуха, вызванное скоплением взвешенных в воздухе продуктов конденсации и сублимации водяного пара, когда горизонтальная видимость становится меньше 1 км. Если помутнение воздуха в процессе конденсации вызывает уменьшение видимости в пределах от 1 до 10 км, явление называют дымкой. Мгла – более или менее сильное помутнение воздуха взвешенными в нем частичками пыли, дыма, гари. При сильной степени мглы видимость может понижаться до сотен и десятков метров, как при густом тумане. Чаше видимость при мгле превышает 1 км. Мгла нередко наблюдается при смещении континентального воздуха из степей и пустынь или при лесных и торфяных пожарах. Над большими городами она связана с загрязнением воздуха дымом и пылью местного происхождения (городская мгла).

Особую актуальность исследования метеорологических явлений, ухудшающих видимость, имеют в тех регионах, где существенное влияние на их образование оказывают неоднородные формы рельефа, высокая степень изменчивости климата и разнообразие циркуляционных и синоптических условий. К числу таких относится регион исследования – Иркутская область, которую часто называют Приангарьем, или Прибайкальем (Предбайкальем). Иркутская область находится на юге Восточной Сибири, фактически в центре азиатского материка, в непосредственной близости от континентальных центров действия атмосферы (Азиатский антициклон и Центрально-Азиатская депрессия), которые оказывают влияние на формирование погодных и климатических условий в холодный и теплый периоды года соответственно.

Значительная меридиональная протяженность территории Иркутской области обуславливает большую изменчивость угла падения солнечных лучей, которая варьирует от 62°20' на юге области до 49°12' на севере в день летнего солнцестояния и от 15°27' до 2°18' в день зимнего солнцестояния, что сказывается в высокой контрастности климата региона. Наряду с приходом солнечной радиации важным климатообразующим фактором является рельеф земной поверхности, который в Иркутской области сложен и многообразен благодаря неоднородностям геологического строения, проявляющимся в преобладании различных видов плато с подчиненным участием равнинного, низкорного и плоскогорного рельефа.

По рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) в качестве стандартного периода для оценки климатических переменных, характеризующих текущий или современный климат, используется период в 30 лет. Современный климатический период – 1991–2020 гг. В работе, по данным 74 метеорологических станций Иркутской области за период 1997–2021 гг., полученных из ежемесячников архива Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, построены карты числа дней с различными типами туманов, дымкой, мглой и проанализированы пространственно-временные особенности их распределения по территории Иркутской области. При расчете количества дней с явлением погоды учитывались метеорологические сутки, когда наблюдалось соответствующее погодное явление, как в срок наблюдения, так и между сроками.

Рассчитана суммарная непрерывная продолжительность указанных погодных условий для каждого месяца и в целом за год, исходя из всех наблюдений: в срок наблюдения и между сроками. В тех случаях, когда по фактическим наблюдениям явление прекращалось на период менее 15 минут, явление считалось непрерывным. Если явление отмечалось в один срок наблюдения, а в соседние сроки отсутствовало, то его продолжительность принимается равной 0,5 часов или 1 час и относится к градации ≤ 1 час. Если явление наблюдалось непрерывно или с перерывами, не превышающими 15 минут, в течение одних суток и сохранялось на протяжении следующих суток, то его продолжительность может составлять более 25 часов. Явления, начавшиеся в одном месяце и закончившиеся в другом, разбивались на две продолжительности и учитывались отдельно.

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Результаты исследования

Туманы на территории Иркутской области могут образоваться как под влиянием сопутствующих метеорологических факторов и синоптических условий, так и под влиянием орографии, в частности, горных массивов, больших водоемов и др. Встречаются туманы и антропогенного происхождения (влияние промышленности, городов, движения транспорта). В современный период (1997–2021 гг.) среднегодовое число дней с туманом в Иркутской области варьирует от 1–2 на высокогорной станции Хамар-Дабан и на подветренных склонах Восточного Саяна (Алыгджер) до максимальных значений на байкальской станции Исток Ангары (112) (рис. 1). Также отмечается увеличение числа дней с туманом в центральных районах Иркутской области (речные долины Лены, Илима и Витима).

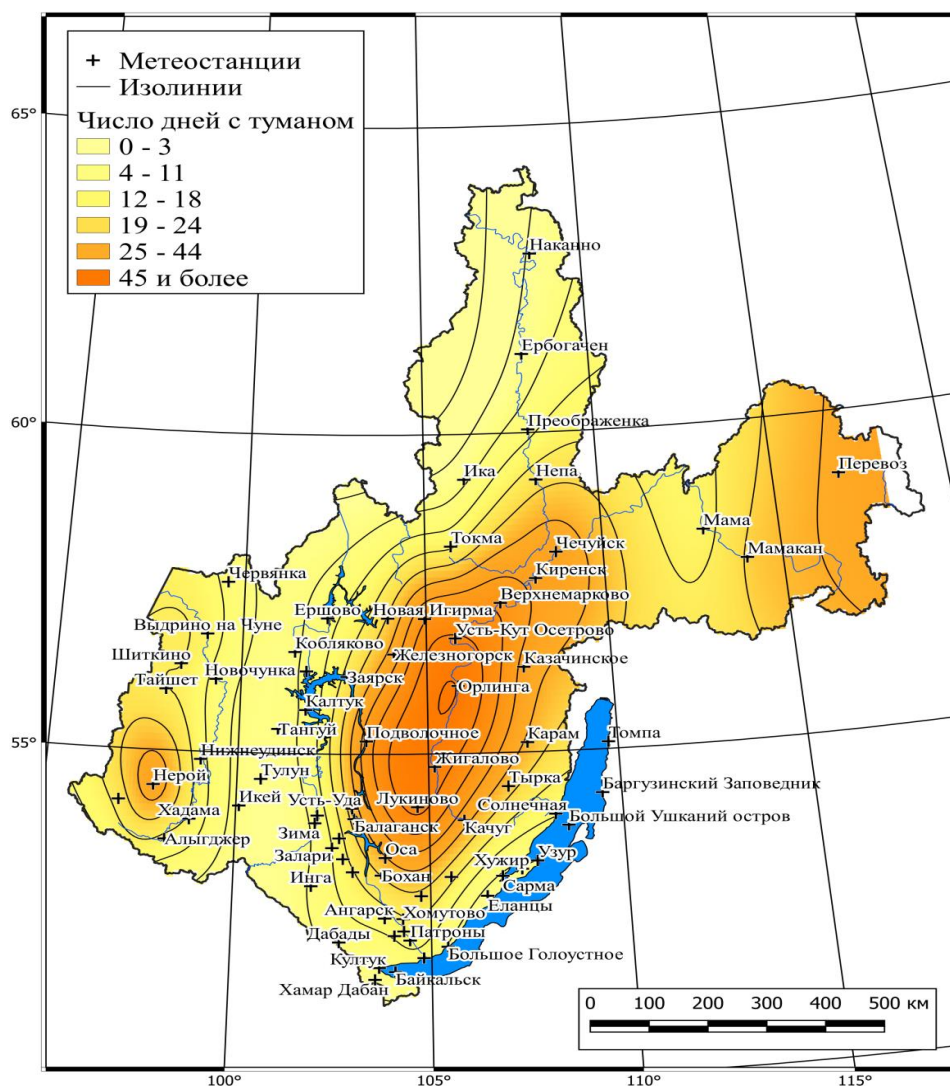


Рис. 1. Среднегодовое число дней с туманом в Иркутской области в 1997–2021 гг. по данным 74 метеорологических станций

Fig. 1. Average annual number of foggy days in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

В годовом распределении на большинстве метеорологических станций Иркутской области (59 %) максимум числа дней с туманом приходится на август, когда усилено испарение влаги на фоне максимумов температуры подстилающей поверхности и количества выпавших осадков. Чаше всего туманы в августе отмечаются на высокогорных станциях Восточного Саяна – Нерой и Верхняя Гутара (22–24), а также на станциях Подволочное в Усть-Удинском районе (21) и Максимова в Усть-Кутском районе (20). Порядка 10 % станций имеют летний максимум в июле, в основном это байкальские станции, где в среднем отмечается 4–6 дней с туманом, при этом чаще всего туманы образуются на Больших Ушканых островах (12). Менее выражен зимний максимум туманов, который приходится на декабрь с наибольшим количеством дней на байкальской станции Исток Ангары (20) и январь, когда больше всего туманов на байкальской станции Исток Ангары (17), северной станции Ербогачён (8) и в Иркутске (5).

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Воложжина С.Ж., Гекова А.В.

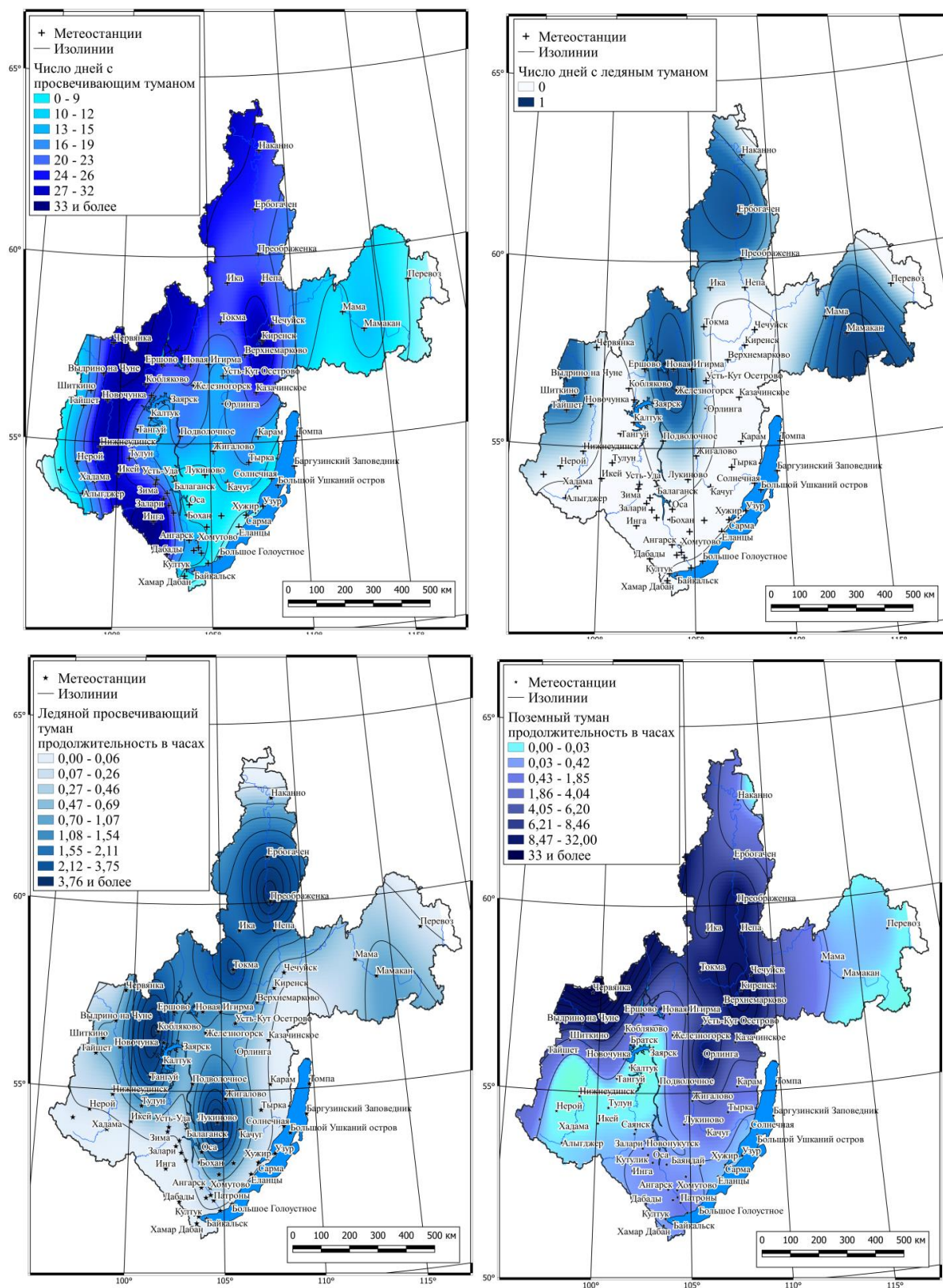


Рис. 2. Среднегодовое число дней с различными типами туманов в Иркутской области в 1997–2021 гг. по данным 74 метеорологических станций

Fig. 2. Average annual number of days with different types of fog in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

*Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.*

Просвечивающий туман – туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще отмечается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днем, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. В Иркутской области в 1997–2021 гг. среднегодовое число дней с просвечивающим туманом варьирует от единичных случаев (Хамар-Дабан, Алыгджер, Еланцы, Бохан, Томпа) до максимальных значений в Киренске (48) (рис. 2). В годовом ходе просвечивающие туманы чаще всего отмечаются в августе с максимальным числом дней на Братском водохранилище (Кобляково) (14).

Ледяной туман – туман, наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10...-15^{\circ}\text{C}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей. В Иркутской области ледяной туман – редкое явление, которое фиксируется на метеорологических станциях в единичном числе случаев в период с октября по март с максимумом в зимние месяцы на севере области (Ербогачён, Мамакан, Новая Игирма, Железногорск). Ледяной просвечивающий туман наблюдается с сентября по апрель в основном в северных и северо-западных районах с максимальным числом дней за год на станциях Лукиново (10), Кобляково (8), Преображенка (7), Токма (6), Тангуй (4).

Поземный туман – туман, низко стелющийся над земной поверхностью (или водоемом) сплошным тонким слоем или в виде отдельных клочьев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1000 м, а на уровне 2 м превышает 1000 м (обычно составляет, как при дымке, от 1 до 9 км, а иногда 10 км и более). Наблюдается, как правило, в вечерние, ночные и утренние часы. На территории Иркутской области поземный туман отмечается не повсеместно, так как в течение года благоприятные условия для его образования складываются в июле и августе на севере области – в Червянке (12), Киренске (9), Преображенке (8), где среднегодовое число дней с поземным туманом достигает 44 (Червянка).

Наибольшую повторяемость в течение года при образовании туманов в Иркутской области имеют следующие градации температуры воздуха и дефицитов точки росы: на юге и северо-востоке $[0...15^{\circ}\text{C}]$ и $[0-1^{\circ}\text{C}]$, на севере и западе $[-5...15^{\circ}\text{C}]$ и $[0-1^{\circ}\text{C}]$. Морозные туманы отмечались на севере области при градациях температуры воздуха $[-40...-50^{\circ}\text{C}]$ и дефицитов точки росы $[2-3^{\circ}\text{C}]$, на северо-востоке при градациях температуры $[-45...-40^{\circ}\text{C}]$ и дефицитов точки росы $[2-3^{\circ}\text{C}]$.

Среднегодовое число дней с дымкой в 1997–2021 гг. в Иркутской области варьирует от единичного числа случаев на подветренных склонах Восточного Саяна (Алыгджер) до максимальных значений в северных, западных и южных районах Иркутской области – Зима (97), Хомутово (90), Усть-Кут (85), Иркутск (83), Черемхово (71), Шелехов (69) (рис. 3). В течение года на большинстве метеостанций (76 %) основной максимум числа дней с дымкой отмечается в летние месяцы, преимущественно в августе, с наибольшим количеством в Усть-Куте (19) и Нижнеудинске (14). Порядка 24 % станций имеют зимний максимум с наибольшим числом дней в декабре в Черемхово (12) и в январе в Зиме (18).

В Иркутской области в 1997–2021 гг. среднегодовое число дней с мглой варьирует от одного (Хамар-Дабан, Залари, Байкальск, Хадама, Алыгджер, Нерой) до 42 (Шелехов). В годовом ходе на большинстве станций (65 %) максимум приходится на самый жаркий и влажный месяц – июль, когда чаще всего мгла регистрируется в Червянке и Токме (5). В г. Шелехов, в отличие от других метеостанций, максимум приходится на зимние месяцы – декабрь и январь (7).

Среднегодовая суммарная продолжительность туманов (в часах) варьирует от менее часа в Хамар-Дабане до 543 в Лукиново (Жигаловский район); дымки – от менее часа в Максимово (Усть-Кутский район) до 723 в Иркутске; мгла – от менее часа в Максимово (Усть-Кутский район) до 289 в Шелехово (рис. 4). В течение года максимальная суммарная продолжительность туманов на большинстве станций приходится на август и достигает 156 (Лукиново), 148 (Максимово), 141 (Нерой) часов. Максимальная суммарная продолжительность туманов в декабре отмечается в Мамакане (73), Новой Игирме (50), Ербогачёне (28), в январе – в Калтуке (12), Маме (12) и Братске (9). В годовом ходе суммарной продолжительности дымки на 62 % станций фиксируют зимний максимум с наибольшей продолжительностью в декабре в Иркутске (231) и в январе в Зиме (162). Порядка 38 % станций имеют летний максимум, чаще всего в августе, с наибольшей суммарной продолжительностью в Усть-Куте (76). В годовом ходе суммарной продолжительности мглы в большинстве случаев (66 %) максимум приходится на летние месяцы, преимущественно июль, с наибольшими значениями в Токме (53), в г. Шелехов максимум приходится на январь (61).

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

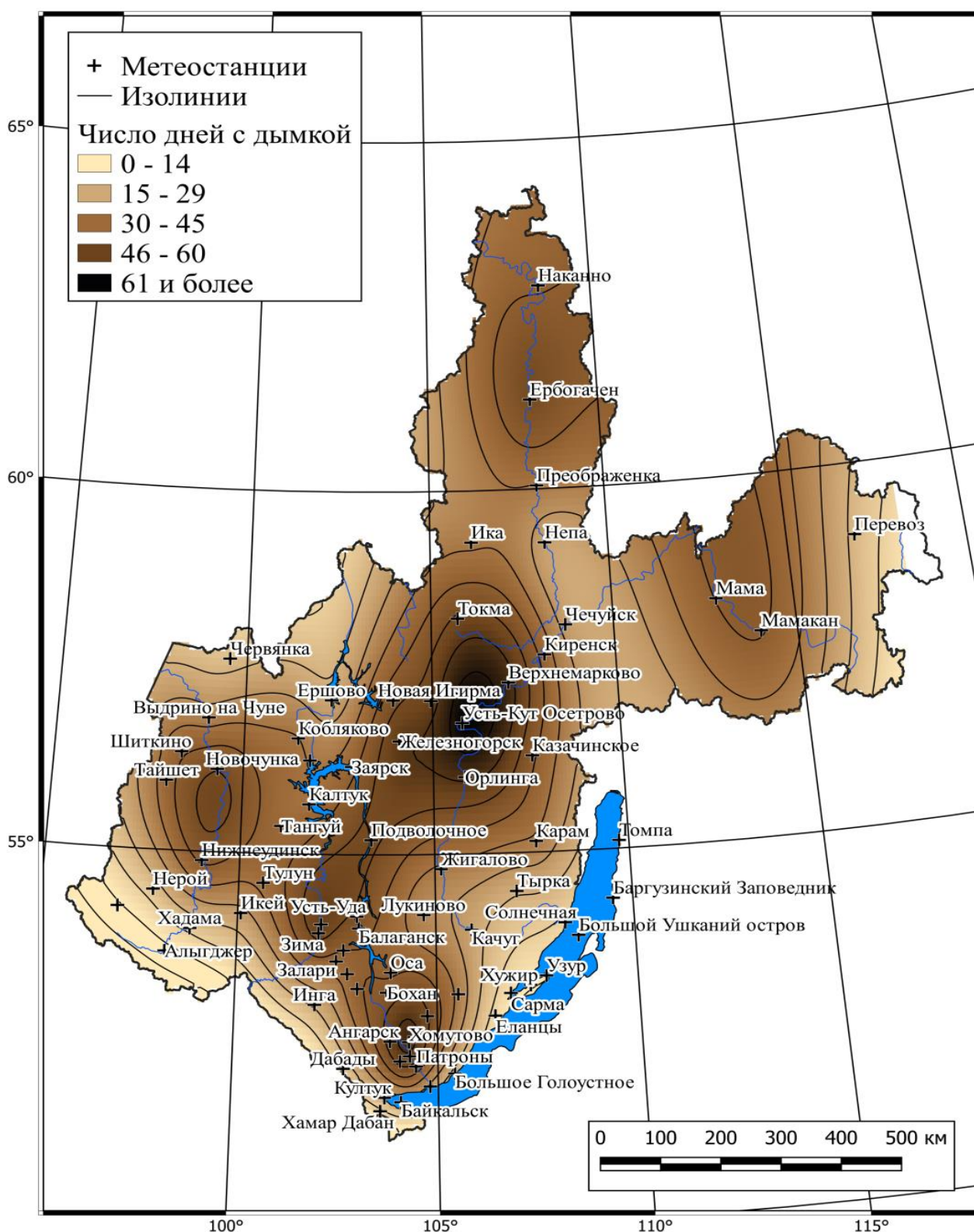


Рис. 3. Среднегодовое число дней с дымкой в Иркутской области в 1997–2021 гг. по данным 74 метеорологических станций

Fig. 3. Average annual number of days with mist in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

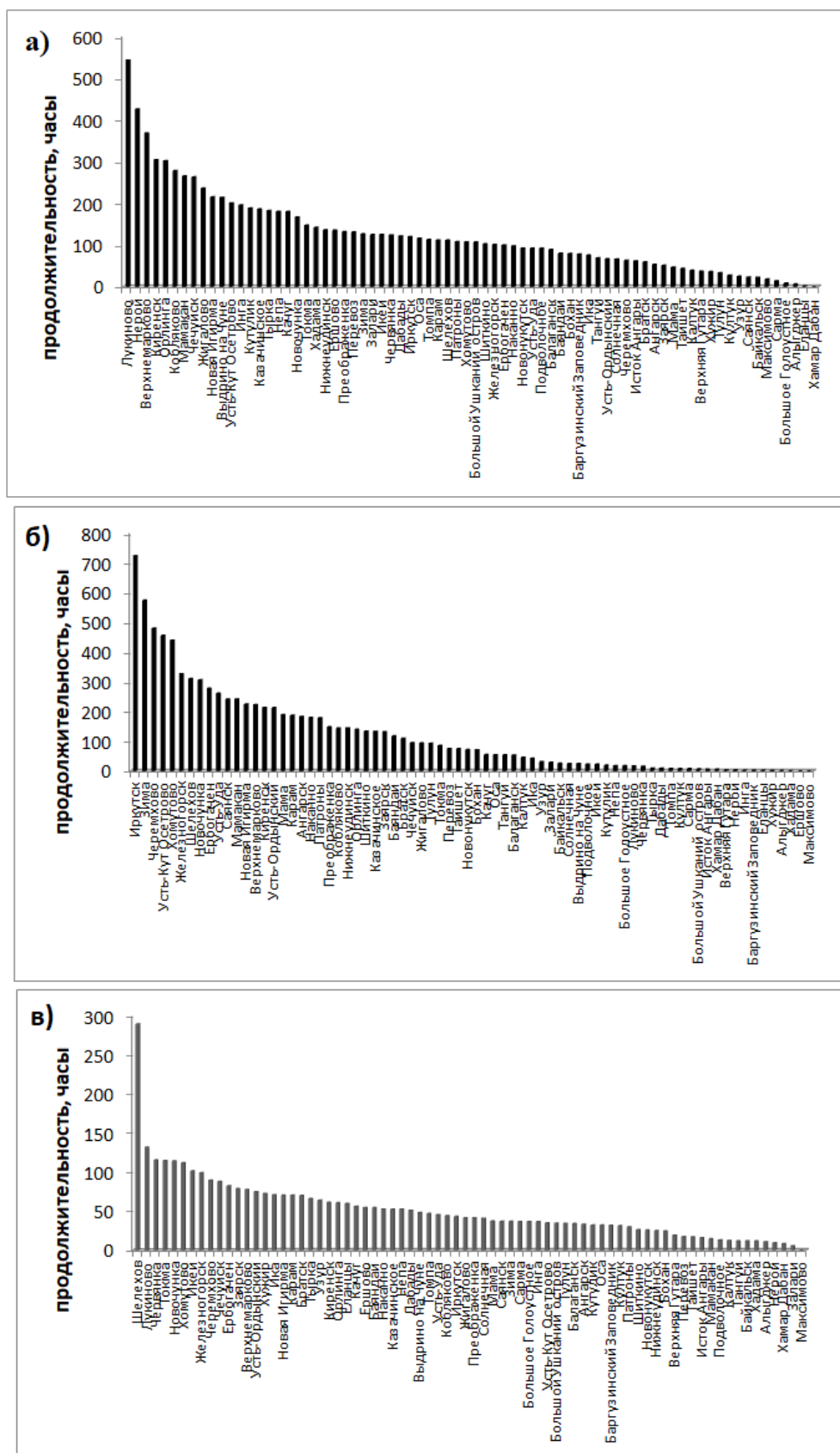


Рис. 4. Среднегодовая суммарная продолжительность туманов (а), дымки (б) и мглы (в) в Иркутской области в 1997–2021 гг. по данным 74 метеорологических станций

Fig. 4. Average annual total duration of fogs (a), mist (б), and haze (в) in the Irkutsk Region in 1997–2021, according to data from 74 meteorological stations

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Туманы оказывают существенное влияние на пилотирование воздушных судов. В Иркутской области при стационарировании и усилении барического гребня Монгольского центра Азиатского антициклона возникают благоприятные условия для образования продолжительных радиационных и адвективно-радиационных туманов в холодный период года, тогда как в теплый период возрастает вклад туманов испарения. По данным аэродромов Иркутск ($52^{\circ}16'04''$ с.ш. $104^{\circ}23'20''$ в.д.), Братск ($56^{\circ}22'12''$ с.ш. $101^{\circ}41'54''$ в.д.), Ербогачён ($61^{\circ}16'30''$ с. ш., $108^{\circ}01'47''$ в.д.) и Бодайбо ($57^{\circ}51'37''$ с.ш. $114^{\circ}13'00''$ в.д.), расположенных в разных физико-географических районах Иркутской области, чаще всего туманы осложняют деятельность авиации в Бодайбо, где в среднем за год отмечается 70 дней с туманом, который образуется в пониженных формах рельефа горной местности южной части Патомского нагорья. В среднем 65 дней с туманом в год отмечается в Братске, где в увеличении их количества сказывается расположение в южной и юго-восточной части района аэродрома Братского водохранилища, определяющего повышенное влагосодержание приземного слоя атмосферы. Реже всего, в среднем 12 дней в году, туманы возникают на самом северном аэродроме Ербогачён, находящемся на правом берегу реки Нижняя Тунгуска в пределах Ербогачёнской равнины, где в ослаблении факторов туманообразования проявляется более частое влияние фронтальных разделов. На аэродромах Иркутск и Бодайбо максимум числа дней с туманом чаще всего отмечается в августе и сентябре (10–11 дней), когда возрастает вклад испарения влаги с поверхности водоемов и радиационного выхолаживания. На северных аэродромах Ербогачён и Братск более выражен зимний максимум радиационных и адвективно-радиационных туманов (7–13 дней) при развитии гребня Азиатского антициклона на северные районы Иркутской области.

Среднегодовая непрерывная продолжительность туманов на аэродромах Иркутск и Ербогачён составляет 3 часа, в Бодайбо и Братске – 4 часа. Максимальная непрерывная продолжительность туманов отмечается преимущественно в январе при минимальных значениях среднесуточных температур воздуха на фоне максимального развития приземного антициклонегенеза. В Бодайбо в январе максимальная непрерывная продолжительность туманов достигает 42, в Братске 22, в Ербогачёне 18 часов. На аэродроме Иркутск максимальная непрерывная продолжительность туманов зафиксирована в октябре (22 часа) и в августе (21 час).

Максимум повторяемости видимости в тумане ($>70\%$) на аэродромах Иркутской области приходится на градации слабого тумана с ухудшением горизонтальной дальности видимости с градациями от 500 до 1000 м. Сильный туман с ухудшением видимости до градаций менее 200 м отмечался со среднегодовой повторяемостью 15 % в Братске с максимумом в апреле и октябре, 0,3 % в Ербогачёне с максимумом в июле.

Наибольшую повторяемость в течение года при образовании туманов на аэродромах Иркутск (59 %) и Бодайбо (46 %) имели градации температуры воздуха $[0...15^{\circ}\text{C}]$ и дефицитов точки росы $[0-1^{\circ}\text{C}]$, на северных аэродромах: Братск $[-30...-15^{\circ}\text{C}]$ и дефицитов точки росы $[2...3^{\circ}\text{C}]$ (49 %), Ербогачён – морозные туманы при градациях температуры воздуха $[-40...-50^{\circ}\text{C}]$ и дефицитах точки росы $[2-3^{\circ}\text{C}]$ (54 %).

Представляет интерес исследование многолетней динамики туманов. Согласно данным таблицы 1, в исследуемый период 1997–2021 гг. на аэродромах Иркутск и Братск прослеживается тенденция к уменьшению числа дней с туманами, однако их статистическая значимость, оцениваемая по коэффициенту детерминации, не превышает 5 % вклада линейного тренда в общую дисперсию временного ряда. На северных аэродромах Ербогачён и Бодайбо среднее число дней с туманом возрастает с наибольшими значениями коэффициентов линейного тренда в Ербогачёне в период с марта по октябрь, что можно объяснить общим увеличением влагосодержания приземного слоя атмосферы на фоне наблюдаемых тенденций роста температур в последние десятилетия. В многолетней динамике числа дней с мглой (табл. 2) статистически значимые изменения не выявлены.

Таблица 1

Table 1

Статистические характеристики числа дней с туманами на аэродромах Иркутской области в 1997–2021 гг.: коэффициенты линейного тренда и их статистическая значимость

Statistical characteristics of the number of foggy days at airfields in the Irkutsk Region in 1997–2021: linear trend coefficients and their statistical significance

Станция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Иркутск	–0,05 (0,01)	0,03 (0,01)	0,02 (0,01)	0,01 (0,05)	–0,03 (0,05)	0,02 (0,02)	–0,13 (0,21)	–0,08 (0,07)	–0,07 (0,05)	–0,03 (0,03)	–0,06 (0,02)	–0,08 (0,05)
Братск	–0,09 (0,09)	–0,06 (0,08)	–0,10 (0,16)	0,04 (0,05)	–0,04 (0,05)	–0,13 (0,12)	0,01 (0,01)	–0,06 (0,02)	–0,06 (0,02)	0,02 (0,01)	–0,08 (0,11)	–0,07 (0,07)
Ербогачён	0,15 (0,04)	0,35 (0,29)	0,31 (0,43)	0,26 (0,46)	0,33 (0,51)	0,68 (0,54)	0,88 (0,72)	0,81 (0,56)	0,89 (0,65)	0,50 (0,56)	0,08 (0,04)	0,15 (0,06)
Бодайбо	–0,09 (0,02)	0,06 (0,04)	0,03 (0,18)	0,01 (0,01)	0,06 (0,14)	0,15 (0,23)	0,23 (0,28)	0,64 (0,63)	0,41 (0,53)	0,04 (0,03)	0,01 (0,01)	–0,10 (0,02)

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

Таблица 2

Table 2

Статистические характеристики числа дней с мглой на аэродромах Иркутской области в 1997–2021 гг.:
коэффициенты линейного тренда и их статистическая значимость

Statistical characteristics of the number of days with haze at airfields in the Irkutsk Region in 1997–2021: linear
trend coefficients and their statistical significance

Станция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Иркутск	–	–0,01 (0,08)	0,01 (0,02)	–0,01 (0,01)	–0,05 (0,01)	–0,09 (0,03)	–0,02 (0,01)	0,08 (0,11)	–0,01 (0,04)	–0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	–
Братск	–	–0,01 (0,19)	–0,10 (0,02)	0,02 (0,07)	–0,03 (0,01)	–0,04 (0,01)	0,19 (0,15)	0,21 (0,29)	0,09 (0,04)	0,01 (0,01)	–	–
Ербогачён	–	–	–	–	–0,01 (0,08)	0,01 (0,01)	0,19 (0,12)	0,26 (0,18)	0,09 (0,08)	–0,01 (0,04)	–	–
Бодайбо	–	–	–	–	–	–0,04 (0,15)	0,09 (0,07)	0,11 (0,20)	0,01 (0,04)	–	–	–

Заключение

Среди атмосферных явлений, отмечающихся в Иркутской области в современный климатический период, наряду с ливневыми осадками наибольшую повторяемость имеют туманы, дымки и мгла как продукты конденсации и сублимации водяного пара, ухудшающие горизонтальную дальность видимости.

Наиболее благоприятные условия для их образования складываются в летние и зимние месяцы. В пространственном отношении туманы чаще всего отмечаются на юго-западной оконечности оз. Байкал (Исток Ангара) и по долинам рек Лены, Илима и Витима, в летние месяцы возрастает вклад орографических туманов в предгорьях Восточного Саяна (Нерой, Верхняя Гутара). Вероятность возникновения ледяного тумана максимальна в зимние месяцы на севере области (Лукиново, Кобляково, Преображенка, Токма, Тангуй). Мгла чаще всего отмечается в г. Шелехове в зимние месяцы, а дымка – в августе в Усть-Куте и Нижнеудинске.

Максимальная продолжительность туманов и дымки зафиксирована в августе и в среднем достигает 156 часов при туманах (Лукиново, Максимова, Нерой), 76 часов при дымке (Усть-Кут), наибольшая продолжительность зимних туманов составляет 73 часа (Мамакан).

Наиболее сложные условия пилотирования воздушных судов, связанные с ухудшением горизонтальной дальности видимости при образовании туманов, отмечаются в июле на побережье оз. Байкал, в августе – в высокогорных и северных районах Иркутской области, в зимние месяцы – на северных и южных аэродромах. В зимние месяцы и переходные сезоны года возрастает вероятность обледенения воздушных судов при образовании ледяного тумана на севере Иркутской области.

Ухудшение экологических условий при формировании мглы наиболее вероятно в июле, когда чаще всего мгла регистрируется в Катанском и Чунском районах Иркутской области, а в зимние месяцы – в южных районах при увеличении вклада антропогенной составляющей при повышенном сгорании топлива в условиях низких температур при господствующем влиянии Азиатского антициклона.

Библиографический список

1. Воробьёва Л.Н., Волкова Е.Ф., Санина А.Т. Тенденция изменения интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2023. № 190. С. 38–52. EDN: TOPRHY
2. Кадомцева М.Е., Нейфельд В.В. Развитие методологии оценки воздействия погодных рисков на динамику производственных и экономических показателей растениеводства регионов // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 17–27. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp17-27 EDN: OKWWEX
3. Костарева Т.В. Пространственно-временной анализ повторяемости туманов в Пермском крае и их влияние на загрязнение атмосферы // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2022. Т. 32, № 3. С. 355–364. DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-355-364 EDN: WEZRFM
4. Кузнецова В.П. Опасные гидрометеорологические явления северных регионов в условиях наблюдаемого изменения климата // Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, почетного члена Русского географического общества, профессора, доктора географических наук Земцова Алексея Анисимовича. 2020. С. 104–108. EDN: GDXBOT
5. Кулижская П.В. Метод прогнозирования тумана и идентификация его типа на основе нейросетей для аэродрома Санкт-Петербург (Пулково) // Метеорология и гидрология. 2024. № 4. С. 133–143. DOI: 10.52002/0130-2906-2024-4-133-143 EDN: OKIVQO
6. Лаврова И.В., Малькова Е.В. Синоптические условия образования туманов в Баренцевом море // Навигация и гидрография. 2023. № 73. С. 92–100. EDN: OMAWWX
7. Липка О.Н., Андреева А.П., Стишкина С.А. Подверженность природных систем суши опасным гидрометеорологическим явлениям и пороговые значения их воздействий // Фундаментальная и прикладная климатология. 2024. Т. 10, № 3. С. 329–377. DOI: 10.21513/2410-8758-2024-3-329-377 EDN: HJQZL

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

8. Лукша М.В. Опасные гидрометеорологические явления холодного периода на территории Минской области в условиях изменяющегося климата // Материалы I Белорусского географического конгресса: материалы конгресса к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества. В 7-ми частях. Минск, 2024. С. 297–301. EDN: MDDVNI

9. Магаева А.А., Яцкая Н.А. Гидрометеорологические опасные природные явления Северного Каспия в зимний период на фоне климатических изменений // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28, № 2. С. 709–718. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-709-718 EDN: JTEAJE

10. Матвеева Т.А., Гущина Д.Ю., Золина О.Г. Крупномасштабные индикаторы экстремальных осадков в прибрежных природно-экономических зонах европейской территории России // Метеорология и гидрология. 2015. № 11. С. 20–32. EDN: UYCNMN

11. Недобега А.П. Жара как опасное природное явление: общие подходы к трактовке понятия // В сборнике: 80-я научная конференция студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: материалы конференции. В 3-х частях. Минск, 2023. С. 179–185. EDN: ACKPNM

12. Оганесян В.В., Стерин А.М., Воробьева Л.Н. Потенциальные ущербы от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории РФ: региональные особенности // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 1 (379). С. 143–156. DOI: 10.37162/2618-9631-2021-1-143-156 EDN: FXABDK

13. Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Кориунов А.А., Воробьева Л.Н. Экономическая ценность информационной деятельности Гидрометеорологической службы // Учёные записки РГГМУ. 2019. № 56. С. 38–49. DOI: 10.33933/2074-2762-2019-56-38-49 EDN: JPTUPS

14. Рыбанова А.Ю., Шамин С.И. Частота воздействия опасных гидрометеорологических явлений на экономику и население Российской Федерации за 1991–2020 годы // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2021. № 189. С. 93–102. EDN: PQJMKZ

15. Сытник Н.А. Влияние опасных гидрометеорологических явлений на эксплуатацию транспортного перехода через Керченский пролив // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия Естественные науки. 2023. № 4 (220). С. 137–148. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-4-137-148 EDN: YJVIUE

16. Турсунов Х.Т., Волкова В.И., Бадахова Г.Х. Туманы в зоне аэропорта Ставрополь в современных климатических условиях // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 5–6 (75). С. 492–494. DOI: 10.5281/zenodo.4926211 EDN: QRCZIH

17. Шамин С.И., Санина А.Т. Основные тенденции появления опасных гидрометеорологических явлений, нанесших ущерб на территории Российской Федерации // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2021. № 188. С. 154–166. EDN: NALJZW

18. Ebi K.L. et al. Health Risks of Warming of 1.5°C, 2°C, and Higher, Above Pre-industrial Temperatures // Environmental Research Letters. 2018. Vol. 13, No. 6. P. 063007. DOI: 10.1088/1748-9326/aac4bd EDN: LDFCWN

19. Nadezhina E.D., Semioshina A.A., Shkol'nik I.M., Matsak V.I. Model estimates of the fog parameters on the coasts of the siberian reservoirs. Russian meteorology and hydrology. 2010. Vol. 35, No. 12. P. 791–798. DOI: 10.3103/S1068373910120010 EDN: OBAWCZ

20. Zengzhou Hao, Delu Pan, Fang Gong, Jianyu Chen Sea fog characteristics based on MODIS data and streamer model. Proc. SPIE 7475, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIV, 747515-8, 29 September 2009. 2009. DOI: 10.1117/12.829949

References

1. Vorobyeva L.N., Volkova E.F., Sanina A.T., (2023). The trend of changing the intensity of the impact of dangerous hydrometeorological phenomena on the socio-economic system // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2023. No. 190. pp. 38-52.

2. Kadomtseva M.E., Neufeld V.V., (2023). Development of methodology for assessing the impact of weather risks on the dynamics of production and economic indicators of crop production in regions // Agrarian Scientific Journal. 2023. No. 1. pp. 17-27.

3. Kostareva T.V., (2022). Spatial and temporal analysis of the recurrence of fogs in the Perm Region and their effect on atmospheric pollution // Bulletin of the Udmurt University. Biology series. Earth Sciences. 2022. Vol. 32. No. 3. pp. 355-364.

4. Kuznetsova V.P., (2020). Dangerous hydrometeorological phenomena in the northern regions under the conditions of observed climate change // In the collection: Geomorphology and physical geography of Siberia in the 21st century. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Alexei Anisimovich Zemtsov, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary member of the Russian Geographical Society, Professor, Doctor of Geographical Sciences. 2020. pp. 104-108.

5. Kulizhskaya P.V., (2024). Fog forecasting method and identification of its type based on neural networks for St. Petersburg (Pulkovo) // airfield Meteorology and hydrology. 2024. No. 4. pp. 133-143.

6. Lavrova I.V., Malkova E.V., (2023). Synoptic conditions of fog formation in the Barents Sea // Navigation and hydrography. 2023. No. 73. pp. 92-100.

7. Lipka O.N., Andreeva A.P., Stishkina S.A., (2024). The susceptibility of natural land systems to dangerous hydrometeorological phenomena and the threshold values of their effects // Fundamental and Applied Climatology. 2024. Vol. 10. No. 3. pp. 329-377.

8. Luksha M.V., (2024). Dangerous hydrometeorological phenomena of the cold period in the territory of the Minsk region in a changing climate // In the collection: Proceedings of the First Belarusian Geographical Congress. Materials of the Congress dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 70th anniversary of the Belarusian Geographical Society. In 7 parts. Minsk, 2024. pp. 297-301.

9. Magaeva A.A., Yaitskaya N.A., (2022). Hydrometeorological natural hazards of the Northern Caspian Sea in winter against the background of climatic changes // The intercart. InterGIS. 2022. Vol. 28. No. 2. pp. 709-718.

10. Matveeva, T.A., Guschina, D.Yu., Zolina, O.G., (2015). Large-scale indicators of extreme precipitation in coastal natural and economic zones of the European territory of Russia // Meteorology and Hydrology, 2015. No. 11, pp. 20-32.

Метеорология

Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.

11. Nedobega A.P., (2023). Heat as a dangerous natural phenomenon: general approaches to the interpretation of the concept // In the collection: the 80th scientific conference of students and postgraduates of the Belarusian State University. Conference materials. In 3 parts. Minsk, 2023. pp. 179-185.
12. Oganessian V. V., Sterin A.M., Vorobyeva L. N., (2021). Potential damages from dangerous and unfavorable meteorological phenomena in the territory of the Russian Federation: regional features // Hydrometeorological research and forecasts. 2021. No. 1 (379). pp. 143-156.
13. Rybanova A. Yu., Fokicheva A. A., Korshunov A. A., Vorobyeva L. N., (2019). The economic value of information activities of the Hydrometeorological Service // Scientific Notes of the Russian State State Medical University. 2019. No. 56. pp. 38-49
14. Rybanova A.Yu., Shamin S.I., (2021). Frequency of impact of dangerous hydrometeorological phenomena on the economy and population of the Russian Federation in 1991-2020 // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2021. No. 189. pp. 93-102.
15. Sytnik N.A., (2021). The influence of dangerous hydrometeorological phenomena on the operation of a transport crossing through the Kerch Strait // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. The North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2023. No. 4 (220). pp. 137-148.
16. Tursunov Kh.T., Volkova V.I., Badakhova G.H., (2021). Fogs in the Stavropol airport area in modern climatic conditions // Eurasian Scientific Association. 2021. No. 5-6 (75). pp. 492-494.
17. Shamin S.I., Sanina A.T., (2021). The main trends in the occurrence of dangerous hydrometeorological phenomena that caused damage in the territory of the Russian Federation // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information, the World Data Center. 2021. No. 188. pp. 154-166.
18. Ebi K.L. et al., (2018). Health Risks of Warming of 1.5°C, 2°C, and Higher, Above Pre-industrial Temperatures // Environmental Research Letters. 2018. Vol. 13. No. 6. P. 063007. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4bd>
19. Nadezhina E.D., Semioshina A.A., Shkol'nik I.M., Matsak V.I. (2010) Model estimates of the fog parameters on the coasts of the siberian reservoirs. Russian meteorology and hydrology. T. 35 no. 12. pp. 791-798 <https://elibrary.ru/item.asp?id=16681119>
20. Zengzhou Hao, Delu Pan, Fang Gong, Jianyu Chen (2009). Sea fog characteristics based on MODIS data and streamer model. Proc. SPIE 7475, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIV, 747515-8, 29 September 2009. <https://doi.org/10.1117/12.829949>

Статья поступила в редакцию: 19.02.25, одобрена после рецензирования: 03.04.25, принята к опубликованию: 12.09.25.

The article was submitted: 19 February 2025; approved after review: 3 April 2025; accepted for publication: 12 September 2025.

Информация об авторах

Инна Валентиновна Латышева

кандидат географических наук, доцент, заведующая кафедрой метеорологии и физики околоземного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: ababab1967@mail.ru

Кристина Анатольевна Лощенко

кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет;; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: loshchenko@bk.ru

Саяна Жамсароновна Вологжина

кандидат географических наук, доцент, декан географического факультета, доцент кафедры гидрологии и природопользования географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1

e-mail: svologzhina@gmail.com

Анастасия Васильевна Гекова

студент кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства географического факультета, Иркутский государственный университет; 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

e-mail: gekova00@bk.ru

Information about the authors

Inna V. Latysheva

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University; 1, K. Marksa st., Irkutsk, 664003, Russia

Kristina A. Loshchenko

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University; 1, K. Marksa st., Irkutsk, 664003, Russia

Saiana Zh.Vologzhina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Geography, Associate Professor, Department of Hydrology and Environmental Management, Irkutsk State University 1, K. Marksa st., Irkutsk, 664003, Russia

Anastasiia V. Gekova

Student, Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space, Faculty of Geography, Irkutsk State University; 1, K. Marksa st., Irkutsk, 664003, Russia

*Метеорология**Латышева И.В., Лощенко К.А., Вологжина С.Ж., Гекова А.В.***Вклад авторов**

Латышева И.В. – идея, сбор и обработка материала, написание и научное редактирование статьи.

Лощенко К.А. – сбор и обработка материала, написание статьи.

Вологжина С.Ж. – сбор и обработка материала, написание статьи.

Гекова А.В. – обработка материала, составление карт.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Inna V. Latysheva – the idea; material collection and processing; writing and scientific editing of the article.

Kristina A. Loshchenko – material collection and processing; writing of the article.

Saiana Zh. Vologzhina – material collection and processing; writing of the article.

Anastasiia V. Gekova – material processing; mapping.

The authors declare no conflict of interest.