

АТЛАС

ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Учебное пособие

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования, обучающихся
по специальности 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйства*

Москва, 2016

УДК 551.583+504.7

ББК 26.237+20.1

A92

Рецензент:

М.А. Богдасаров, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической географии Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина (Республика Беларусь);

С.И. Парфому, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики Брестского государственного технического университета (Республика Беларусь)

Коллектив авторов:

**В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, В.Е. Валуев, М.Г. Герменчук,
Е.В. Комаровская, С.М. Курчевский, Ю.А. Мажайский,
В.И. Мельник, О.П. Мешик, В.С. Микуцкий, И.Н. Шпока**

А92 **Атлас** опасных метеорологических явлений на территории Беларуси : учеб. пособие / В.Ф. Логинов [и др.]. – М. : Мещер. Ф-л ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, 2016 – 58 с.

ISBN 978-5-902446-22-4

В атласе представлена наиболее полная информация об опасных гидрометеорологических явлениях на территории Беларуси за период времени с 1975 по 2012 гг. Основными источниками данных об этих явлениях гидрометеорологической сети, приведенные в «Справочниках по климату СССР», «Справочниках по климату Беларуси», «Метеорологических ежемесячниках» и технических обзорах об опасных гидрометеорологических явлениях наблюдавшихся на территории Беларуси.

На основании созданной базы данных опасных метеорологических явлений (ОМЯ) проведено их картографирование, позволившее установить пространственные закономерности ОМЯ.

Настоящий атлас адресуется широкому кругу метеорологов и климатологов, геоэкологов, а также специалистам в других областях знаний, интересующихся вопросами изменения климата.

ISBN 978-5-902446-22-4

ББК 26.23

© Мещерский филиал ВНИИГиМ
им. А.Н. Костякова, 2016

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2016

© Институт природопользования НАН Беларуси, 2016

© Гидрометцентр Беларуси, 2016

© Брестский государственный технический университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Гололед	7
Град	10
Гроза	14
Дожди ливневые	18
Заморозки	22
Засухи и засушливые явления	26
Изморозь	28
Иней	31
Метель	34
Сильный мороз	37
Сильная жара	39
Сильный дождь	41
Снегопад	43
Туман	45
Шквалы	49
ЛИТЕРАТУРА	53

ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь расположена в западной части Восточно-Европейской равнины, в бассейне рек Припяти, Немана, Вилии, Западной Двины, Днепра и занимает 207,6 тыс. км². Наибольшая протяженность с запада на восток – 650 км, с севера на юг – 560 км. Абсолютные высоты изменяются от 80 м в долине Немана на границе с Литвой до 345 м (г. Дзержинская) на Минской возвышенности [Республики Беларусь, 2005]. Средняя высота территории 160 м.

Территория Беларуси является частью Русской равнины. Рельеф, преимущественно равнинный с преобладанием плоских, пологоволнистых территорий, чередующийся с холмистыми возвышенностями. Северную часть территории занимает Белорусское Поозерье с абсолютными высотами от 120–170 м до 250 м и более. В западной и центральной частях преобладают возвышенности с высотами 200–300 м и более, эти районы занимают треть территории. На юге расположены моренные и водно-ледниковые равнины Предполесья и плоские аллювиальные часто заболоченные низменности Полесья.

Республика относится к зоне с достаточным увлажнением, на которой в среднем за год выпадает 600–700 мм осадков. Наибольшее количество осадков регистрируется на Новогрудской возвышенности – 769 мм/год. В отдельные годы отклонение от нормы составляет 100–200 мм/год. Абсолютный максимум осадков отмечен в г. Василевичи Речицкого района (1115 мм), абсолютный минимум – в г. Брагин (298 мм).

Около 70% годовой суммы осадков приходится на теплый период (апрель–октябрь), когда выпадают ливневые дожди. В годовом ходе максимум осадков выпадает в июле (75–95 мм), минимум – в феврале (30–40 мм). Абсолютный максимум зарегистрирован в августе (329 мм, г. Пружаны). Иногда за несколько дней выпадает несколько месячных норм осадков. Такой случай зарегистрирован был в 2005 г. в августе месяце. В северо-западных и центральных районах республики с 8 по 10 августа выпало от одной до двух месячных норм осадков. На некоторых метеостанциях был превышен суточный максимум осадков за весь период наблюдений: в Ошмянах 9 августа – 96 мм, Воложине – 83 мм, Новогрудке – 82 мм.

В отдельные годы осадки могут отсутствовать на протяжении целого месяца и более длительного времени. Серьезные последствия вызвала засуха в 1992 году, которая охватила всю республику, и продолжительность которой составила 60 дней (июль–август). Дожди в этот период выпадали очень редко и в небольшом количестве. Относительная влажность воздуха понижалась до 15–20%, максимальная температура воздуха была 25–30°C, в отдельные дни ртутный столбик поднимался до 35–37°C и на некоторых метеостанциях был перекрыт абсолютный максимум температуры.

Так как на территории Беларуси возникают ОМЯ, то есть необходимость в их изучении. Опасными гидрометеорологическими явлениями называются метеорологические, агрометеорологические, гидрологические явления, которые

по своей интенсивности, продолжительности, времени возникновения, площади распространения могут привести или привели к значительным потерям в экономике и создают угрозу здоровью и жизни людей [Стихийные ..., 2002]. К этим явлениям относятся: плохая видимость, низкая облачность, сильный ветер, гололед и большое отложение изморози, метель, ливень при большом количестве осадков за час, дождь при суточной сумме осадков, превышающей установленный предел, шквал, смерч, гроза, град, ледяной дождь, закрытие вершин гор, сопок и перевалов облаками и дымкой. Для опасных метеорологических явлений устанавливаются критические значения интенсивности; при достижении или превышении этих значений метеорологическая станция дает установленную информацию об опасных метеорологических явлениях.

Согласно Закону Республики Беларусь от 9 января 2006 г. № 93-З «О гидрометеорологической деятельности» гидрометеорологическое явление – форма проявления процессов, происходящих в атмосфере, на поверхности земли и объектах, находящихся на ней, в поверхностных водах (дождь, снег, град, гололед, иней, туман, роса, метель, пыльная буря, гроза, шквал, смерч, заморозок, засуха, половодье, наводнение, паводок, ледообразование, вскрытие рек и водоемов и т.п.). В соответствии с этим законом изменена терминология. Стихийные гидрометеорологические явления (СГЯ) называются опасные (ОЯ), опасные гидрометеорологические явления (ОЯ) – неблагоприятными (НЯ).

Согласно «Положению о порядке составления и передачи предупреждений о возникновении опасных (особо опасных) гидрометеорологических ... явлений. ...» и «Составу экстренной информации и информации общего назначения о состоянии окружающей природной среды и ее загрязнении»¹, утвержденному зам. Премьер-министра Республики Беларусь 15 мая 2000 г. приняты критерии опасных метеорологических явлений:

- сильный мороз – понижение минимальной температуры воздуха до -35°C и ниже (учтено с $-34,5^{\circ}\text{C}$);
- сильная жара – повышение максимальной температуры до 35°C и выше (учтено с $34,5^{\circ}\text{C}$);
- сильный дождь – выпадение осадков в количестве 50 мм и более за 12 часов или меньший интервал времени;
- сильный снегопад – выпадение твердых и смешанных осадков в количестве 20 мм и более за 12 часов или меньший интервал времени;
- сильный ветер – мгновенная скорость ветра 25 м/с и больше;
- сильные гололедно-изморозевые отложения – диаметр гололеда на проводе гололедного станка 20 мм и более, смешанного отложения (т.е. отложения голо-

¹ Экстренная информация о состоянии окружающей природной среды и ее загрязнении – фактическая и прогнозная информация об опасных гидрометеорологических явлениях, резких изменениях погоды и опасных уровнях загрязнения окружающей природной среды, передаваемая в установленном порядке немедленно после ее получения и подготовки (Ст. 1 Закона Республики Беларусь "О гидрометеорологической деятельности") (<http://pravo2000.by.ru/termin/term25.htm>)

леда и изморози или мокрого снега) – 35 мм и более;

- сильный туман – видимость 50 м и меньше продолжительностью не менее 6 часов;

- сильная метель – метель с усилением скорости ветра до 15 м/с и более продолжительностью не менее 12 часов;

- суховейные явления – сохранение в течение не менее 3-х дней высокой температуры воздуха (в дневные часы 25 °С и выше), низкой относительной влажности (в дневные часы не выше 30%) при усилении скорости ветра до 5 м/с (скорость ветра средняя за 2 или 10 мин.) и более;

- засушливые явления – отсутствие в течение 30 и более дней осадков, превышающих 5 мм в сутки, при высокой температуре воздуха (в дневные часы выше 25°С) не менее чем в половине дней периода.

Гололед

Гололед – слой плотного льда, образующийся на земной поверхности и на предметах при замерзании переохлажденных капель дождя и тумана. Гололед образуется в результате адвекции теплого и влажного воздуха. Различают внутримассовый и фронтальный гололед. Образование внутримассового гололеда происходит, когда достаточно мощная слоистая облачность располагается как под инверсией, так и в самом слое инверсии. При этом температура в слое инверсии доходит до положительных значений. Внутримассовый гололед образуется при температурах от 0 °С до –10 °С, фронтальный гололед – от 2 до –16 °С.

Фронтальный гололед, как правило, наблюдается перед теплым фронтом, в зоне выпадения переохлажденного дождя. Значительные контрасты температуры между воздушными массами по обе стороны фронта являются главной особенностью фронтального гололеда. Чаще всего фронтальный гололед наблюдается при движении циклонов с юга. Гололед чаще всего возникает при южных, юго-западных и западных ветрах, а изморозь – при западных и при северо-западных ветрах, а вдоль водных объектов – при ветрах со стороны незамерзших водоемов.

Чаще всего гололедные явления наблюдаются на востоке Гродненской области, в центральной части Минской и на юге Витебской области. Выделяется также район в центральной части Могилевской области. В среднем около 10 дней с гололедом приходится на 1 метеостанцию в году за 30-летний период наблюдений. Годовой ход гололедных явлений имеет следующие особенности: ежегодно с ноября по февраль отмечается гололед на территории республики. В ноябре в среднем отмечается около 1,2 дней с гололедом, в декабре – 3,1, январе – 2,1, феврале – 1,4 дня. Реже данное явление отмечается в марте – 0,4 дня, апреле – 0,1, сентябре – 0,1, октябре – 0,2 дня. В отдельные годы гололед отмечается в мае, в среднем 0,1 дня. В январе, феврале, марте, октябре и ноябре наблюдаются положительные тренды количества дней с данным явлением.

Образование гололеда иногда приводит к различного рода последствиям. В качестве примера можно привести события в первой половине ноября 2003 г. Беларусь находилась в области высокого давления на большей части ее отмечались туманы, и выпадали морозящие осадки. Когда ночные температуры начали понижаться от –3 до –8 °С, началось отложение изморози. Величина отложений 15.11.2003 г. достигла местами 17–25 мм, на метеостанции Новогрудок – 34 мм. При морозящих осадках 16.11.2003 г. отмечались сложные гололедно-изморозевые явления, над Беларусью располагался гребень от далекого антициклона над Средней Азией. В отдельных районах Гродненской области эти явления относились к опасным явлениям: на метеостанции Новогрудок величина отложения достигла 39 мм, а в Ошмянском районе – даже 95 мм, что вызвало обрыв линий электропередач 330 кВ Вильнюс–Молодечно.

Отложения льда на проводах при гололеде в отдельные годы отличается значительной величиной. Например, в 2008 г. с 18 по 23 декабря наблюдались отложения льда на проводах при гололеде весом 64 гр. и продолжавшиеся 100 ч. на метеостанции Мозырь. Отложения сформировались при температуре –2,7°С и юго-восточном направлении ветра в начале отложения, максимальных размеров отложения достигли при температуре –2,3°С и юг-юго-восточном направлении ветра со скоростью 1 м/с.

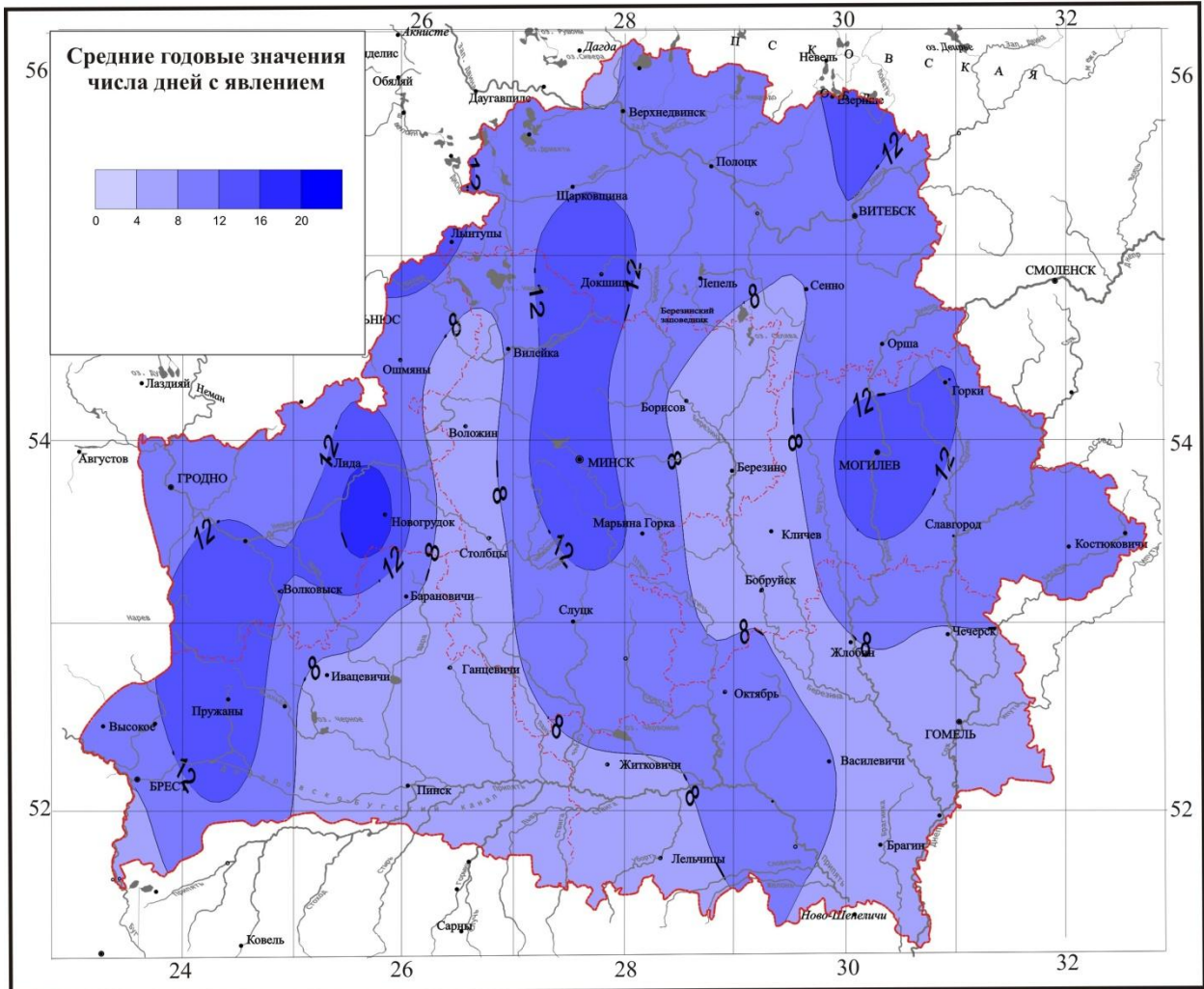


Рисунок 1 – Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с гололедом на территории Беларуси

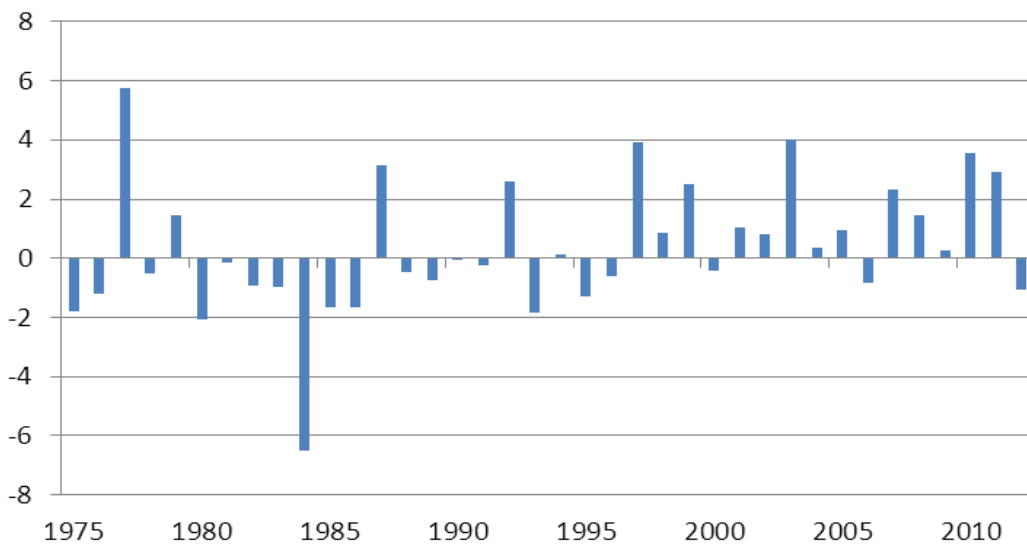


Рисунок 2 - Отклонение среднего годового количества дней с гололедом от нормы за период 1975-2012 гг.

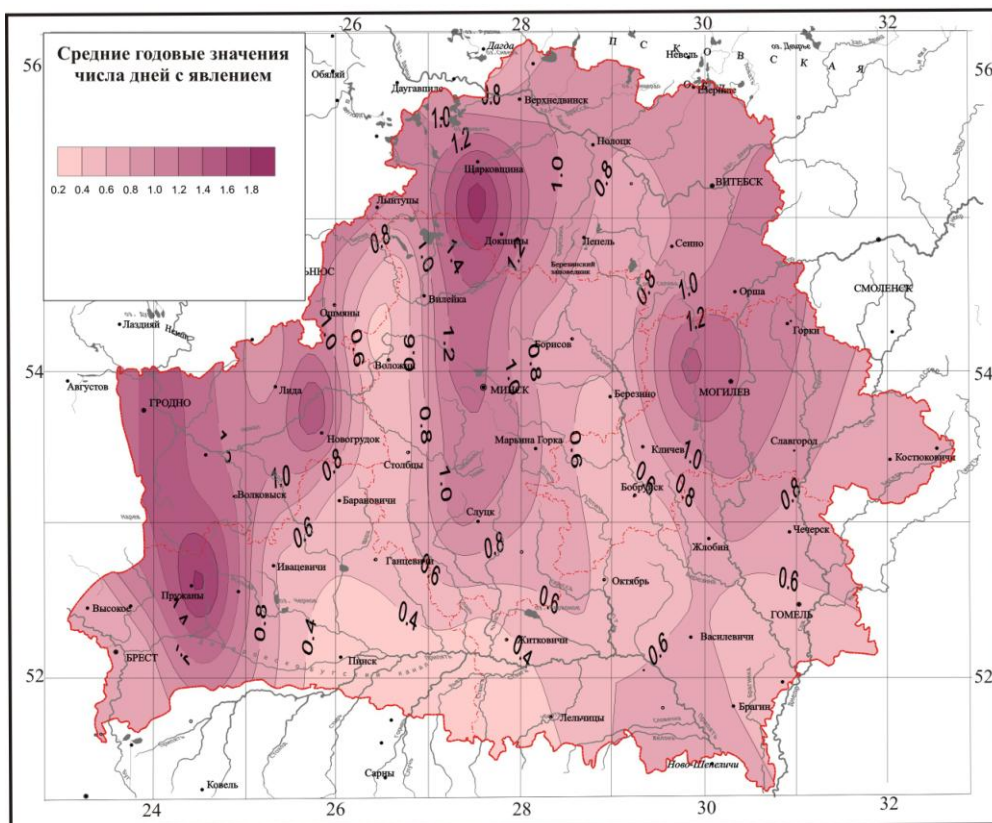


Рисунок 3 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с гололедом за март-октябрь на территории Беларуси

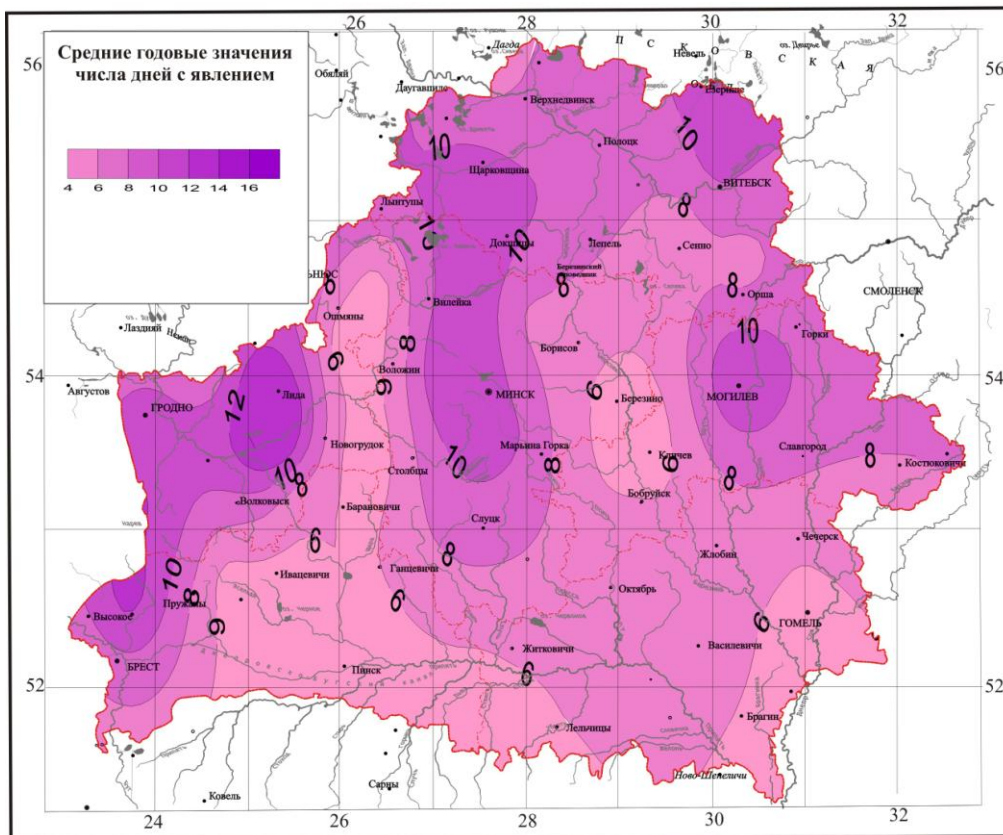


Рисунок 4 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с гололедом за ноябрь-февраль на территории Беларуси

Град



На фото: Град, выпавший в Бресте 17.05.2014.

Град – атмосферные осадки, выпадающие в теплое время года в виде частичек плотного льда диаметром от 5 мм до 15 см обычно вместе с ливневым дождем и при грозе. При интенсивном выпадении града поверхность земли покрывается градом толщиной до 20–30 см.

Интенсивность градообразовательного процесса в кучево-дождевом облаке связана с переохлаждением капельной фракции в части облака, где восходящий конвективный поток достигает наибольшей скорости, а также от значения этой скорости и влажности воздуха в нижней половине тропосферы.

Пространственная структура имеет следующие особенности: на возвышенностях Минской (345 м), Витебской (295 м), Волковысской (242 м). На возвышенных участках Полесья (162 м) град выпадает значительно чаще, чем на равнинной территории. Для этих же районов характерны такие явления, как шквалы и грозы, что говорит об их взаимосвязи.

Анализ среднегодового числа дней с градом по всем метеостанциям Беларуси показал их изменчивость за последние более чем 30 лет. Среднее число дней с градом за год на территории Беларуси составляет около 1 дня и колеблется от 1 до 2 дней, возрастая от низин к возвышенностям.

Анализ временной изменчивости среднего годового числа дней с градом показал, что за 30-летний период отмечается три волны увеличения количества дней с градом (конец 70-х годов - первая половина 80-х, конец 90-х годов XX столетия – начало XXI столетия).

С ноября по февраль град – явление крайне редкое (1–3 дня за более чем 30-летний период наблюдений). Наибольшее количество дней с градом регистрируется в теплый период (апрель-август). Это связано с тем, что для образования градин необходима большая водность облаков и высокие температуры воздуха у земной поверхности.

Чаще всего опасная ситуация складывается в июне: в среднем 34,7% дней с явлением, реже в апреле и сентябре (1,2 и 3,5% дней соответственно). В апреле град как опасное метеорологическое явление (ОМЯ) отмечается только на территории Минской и Гомельской областей. В теплый период наблюдается тенденция уменьшения количества дней с градом с севера на юг. В мае меньше всего случаев града в Витебской области (22%), в июне – в Гродненской области (11%), в июле – в Минской области (5%), в августе в Гомельской области град отсутствует, а в сентябре составляет 2%.

Иногда град становится ОМЯ. Например, май 2014 г. в Беларуси был теплым и влажным. Температура в республике была выше климатической нормы на 1–3 °С. Высокий температурный фон в сочетании с избыточным количеством осадков в республике отмечается примерно 1 раз в 30 лет. Очень теплая и даже жаркая погода установилась в конце второй декады мая и удерживалась почти до конца месяца. В это время на востоке Беларуси, а 19–27 мая на большей части территории республики средний фон температуры повышался до +20..+25°С и превышал климатические показатели на 7–12°С. Дневной максимум температуры воздуха достигал +27..+32°С, ночью температура ниже +14..+19°С не опускалась. В г. Бресте 17 мая 2014 г. прошел дождь, сопровождавшийся градом. Град размером с голубиное яйцо выпадал не более 5 минут, однако его последствия для населения оказались ощутимыми. Вблизи деревень Щебрин и Тельмы–2 выпал град размером с голубиное яйцо. Пострадали автомобили, кровля ряда строений.

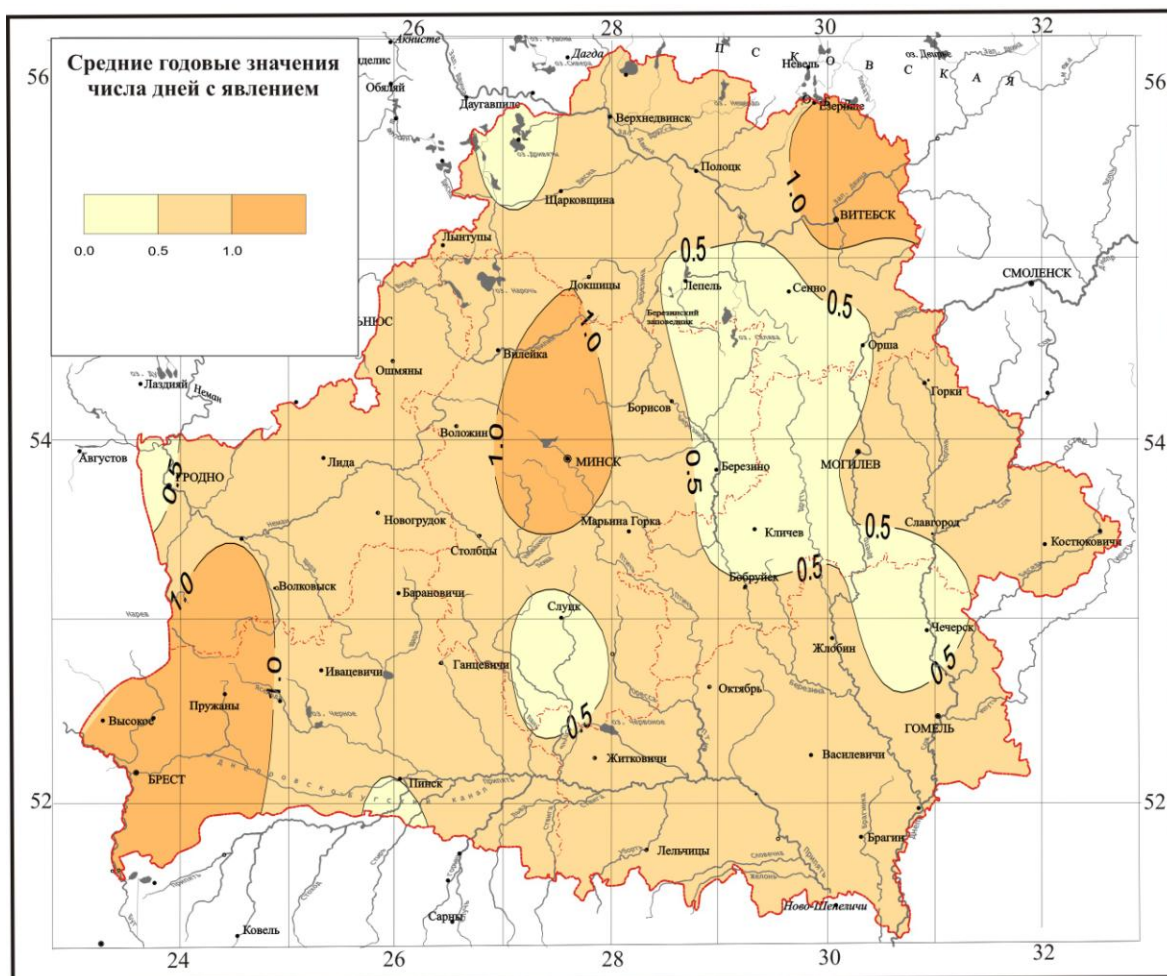


Рисунок 5 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с градусом на территории Беларуси

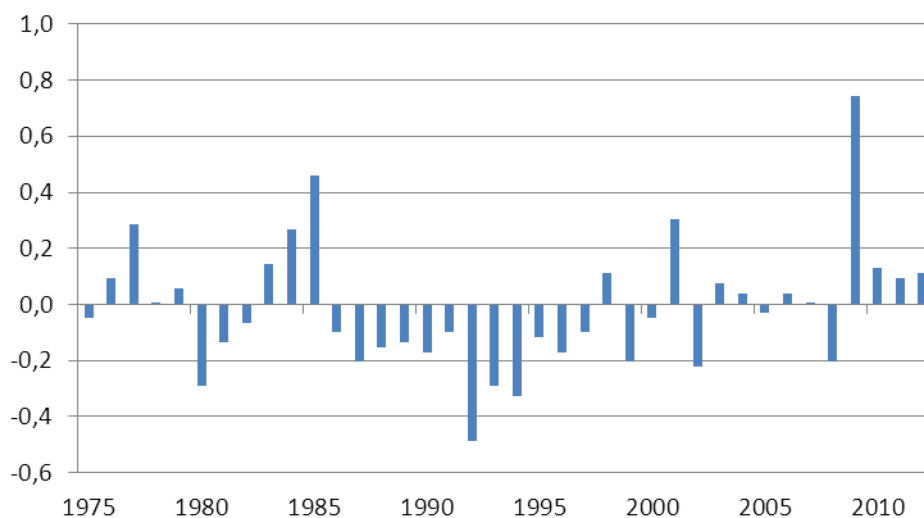


Рисунок 6 - Отклонение среднего годового количества дней с градусом от нормы за период 1975-2012 гг.

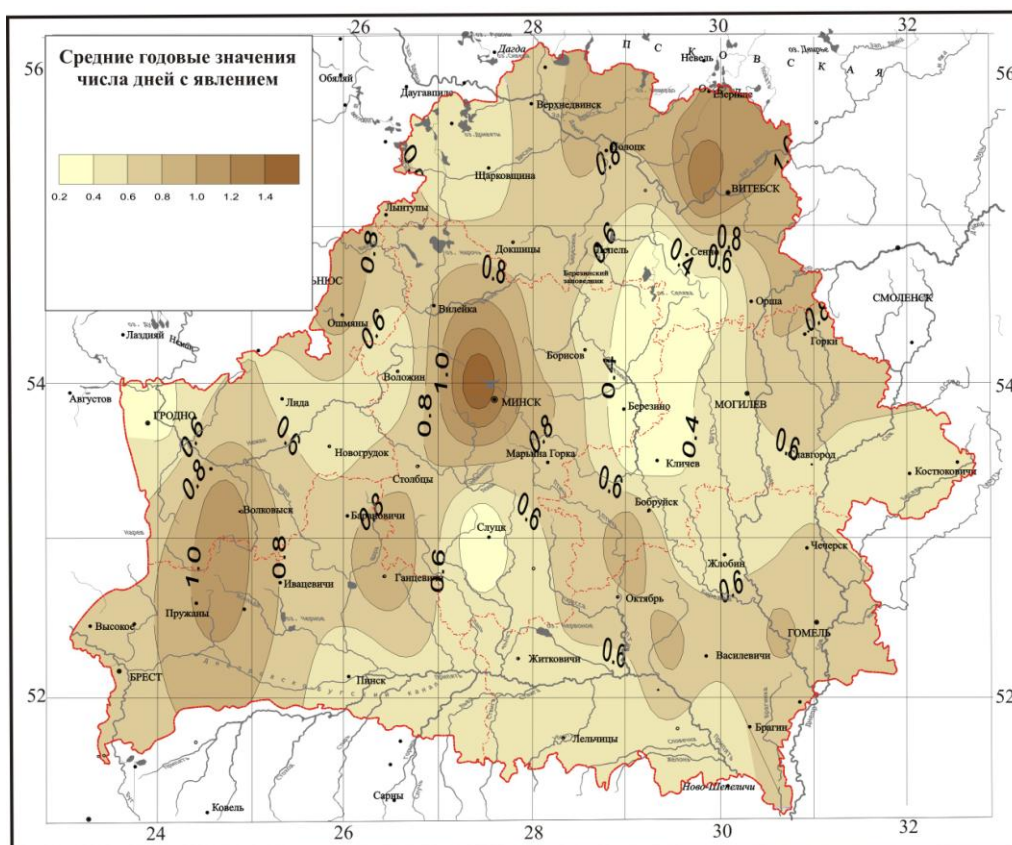


Рисунок 7 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с градом за март-октябрь на территории Беларуси

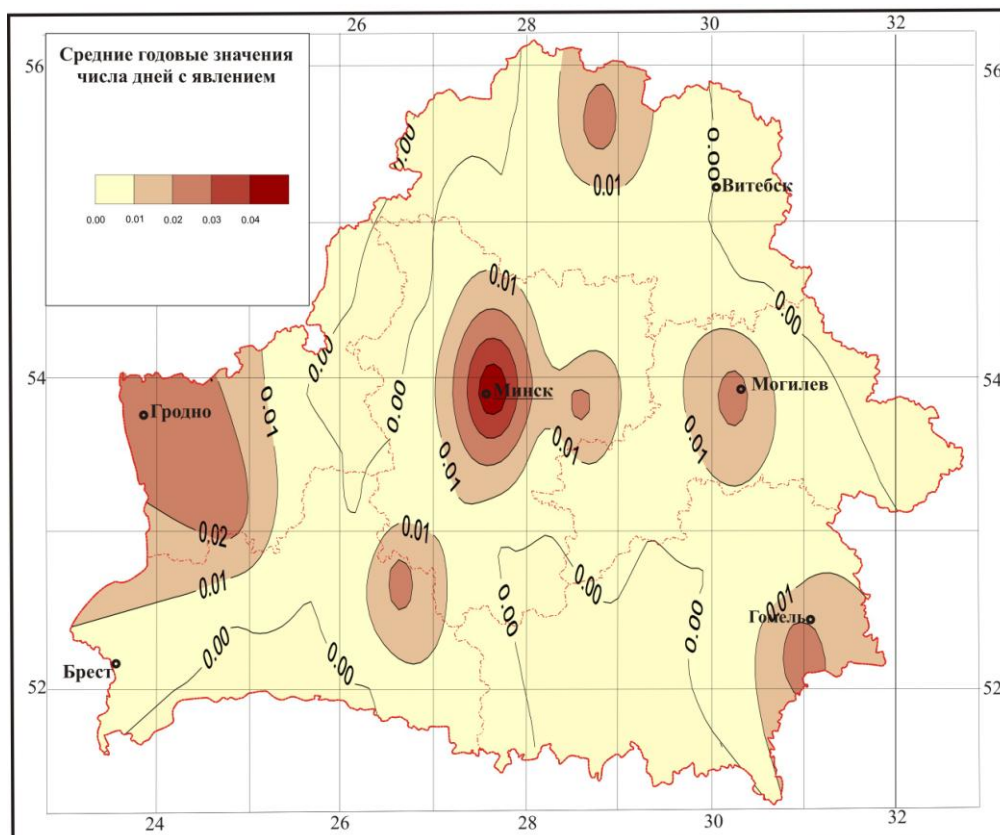


Рисунок 8 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с градом за ноябрь-февраль на территории Беларуси

Гроза



Гроза – атмосферное явление, связанное с развитием мощных кучево-дождевых облаков, сопровождающееся многократными электрическими разрядами между облаками и земной поверхностью, звуковыми явлениями, сильными осадками, нередко с градом. Гроза относительно недолговременное явление (редко продолжается более 2 часов).

Различают грозы фронтальные и внутримассовые (в том числе тепловые). На холодном фронте грозы возникают в связи с бурным вытеснением теплого воздуха вверх наступающим холодным. Формирование грозовой активности возможно тогда, когда молниевые разряды вызваны прохождением крупномасштабной фронтальной облачности, а также при разрядах, формирующихся в локальной внутримассовой облачности.

Пространственные проявления дней с грозами имеют свои особенности. На территории Белорусского Полесья среднее число дней с грозой наибольшее. Уменьшение числа гроз с юга на север связано с уменьшением влажности облаков, которая убывает с понижением температуры. Наряду с широтными изменениями заметны и долготные особенности в распределении гроз: полюса малого количества дней с грозой отмечаются между 28° и 31° в. д. на севере Беларуси. Второй минимум грозовой активности отмечается в северо-западной части Беларуси (Вилейский, Докшицкий и Ошмянский районы). Современная пространственная структура гроз несколько отличается от аналогов периода до 1970-х гг. XX в., когда число дней с грозами составляло 25–30 дней, а максимальное их число – 45 дней.

С декабря по февраль грозы – достаточно редкое явление, их повторяемость в январе–феврале не превышает 1–2 дней за пятилетие, а в декабре грозы наблюдались крайне редко – 1 день за десять лет.

Следует отметить, что повторяемость зимних гроз, начиная со середины 80-х годов XX в. до начала XXI в., существенно возросла. Эпоха активной грозовой деятельности зимой совпала с потеплением климата. В марте–апреле повторяемость гроз возрастает в среднем до 3–5 дней за пятилетний период, исключение составляет период 1996–2000 гг., когда наблюдалось более 10 гроз (1998 г. – 8 гроз). С мая по август число гроз существенно увеличивается и в отдельные годы достигает 22 дня. Например, июль, 2001 г.: 22 дня в Пружанах, 21– в Лельчицах, Житковичах, 20– в Гродно, Лиде и Ивацевичах. В мае до 2005 г., в июне и августе, проявляется слабый отрицательный тренд в количестве гроз, а в июле и в мае с 2006 г. – положительный. Однако обнаруженные тренды статистически незначимы. В сентябре–октябре до 2005 г. количество гроз уменьшалось и составляло в среднем 7–10 дней за пятилетний период; с 2006 г. отмечается незначительное увеличение количества гроз. Тренды количества гроз в другие месяцы года выражены слабо. В ноябре отмечается в среднем 1–2 дня с грозой, генеральные особенности их изменения аналогичны периоду января–февраля.

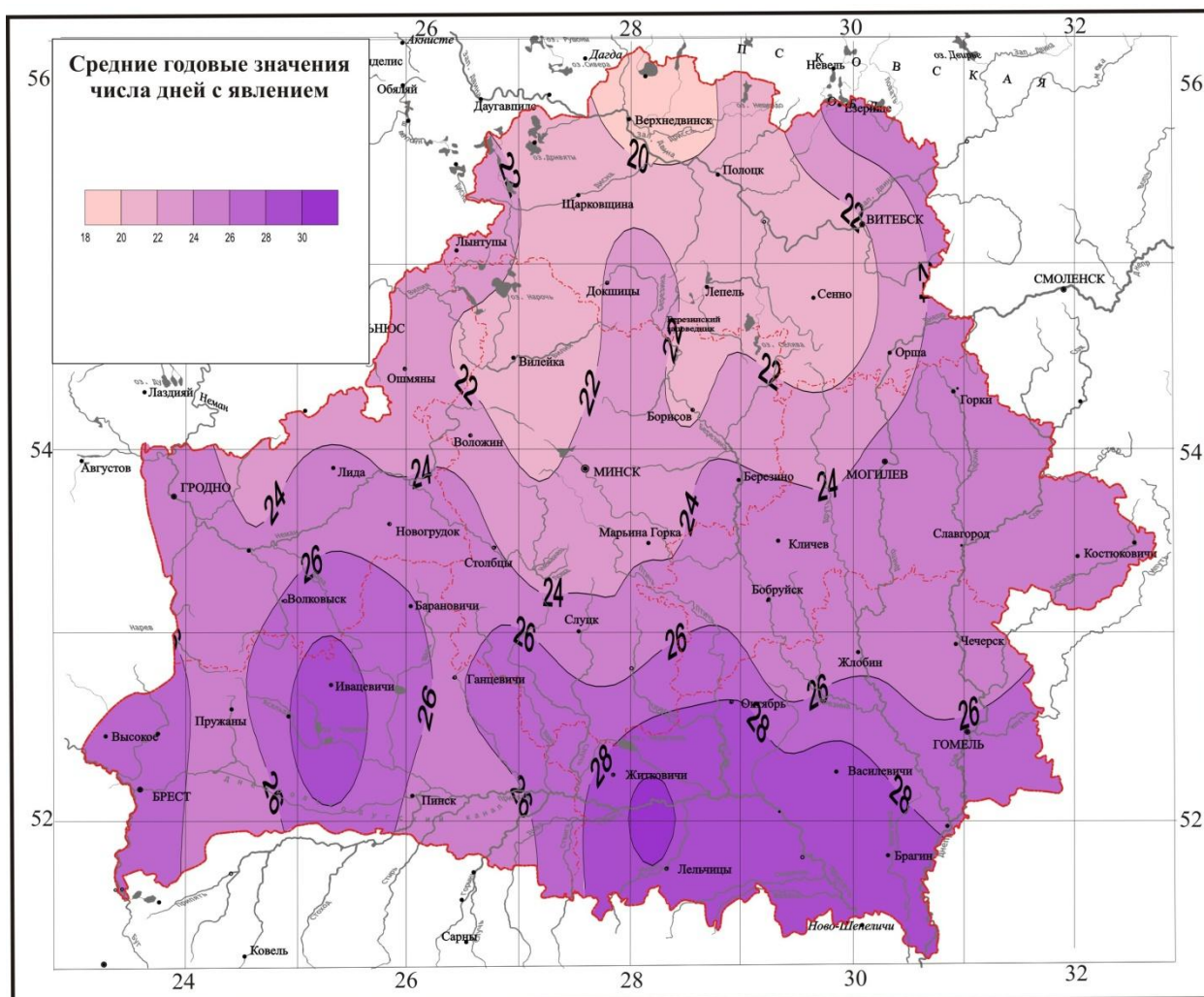


Рисунок 9 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с грозой на территории Беларуси

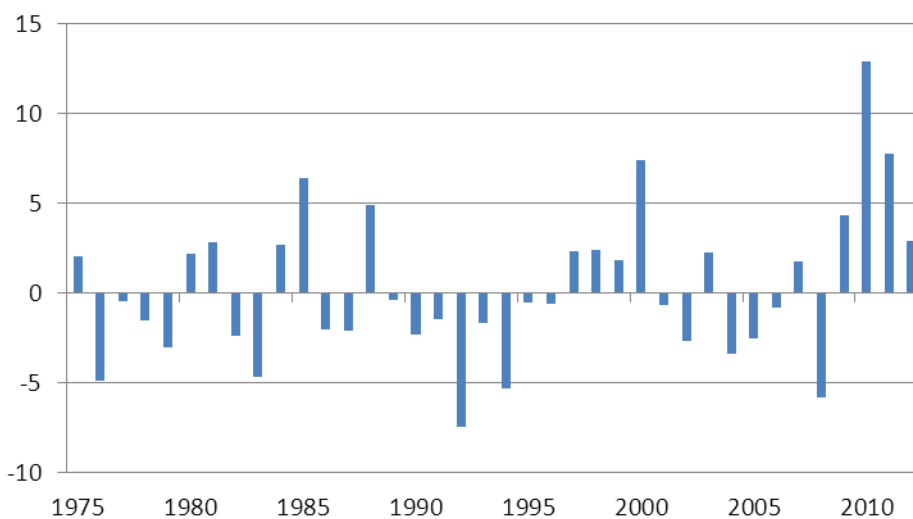


Рисунок 10 - Отклонение среднего годового количества дней с грозой за период 1975-2012 гг.

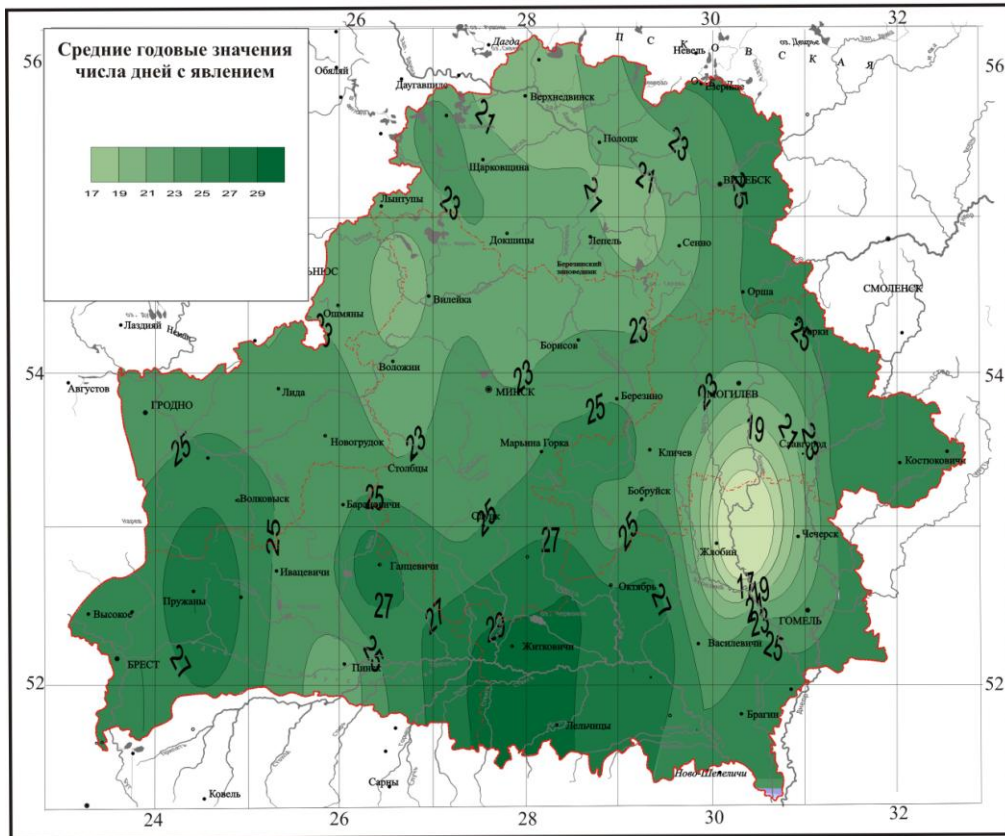


Рисунок 11 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с грозой за март-октябрь на территории Беларуси

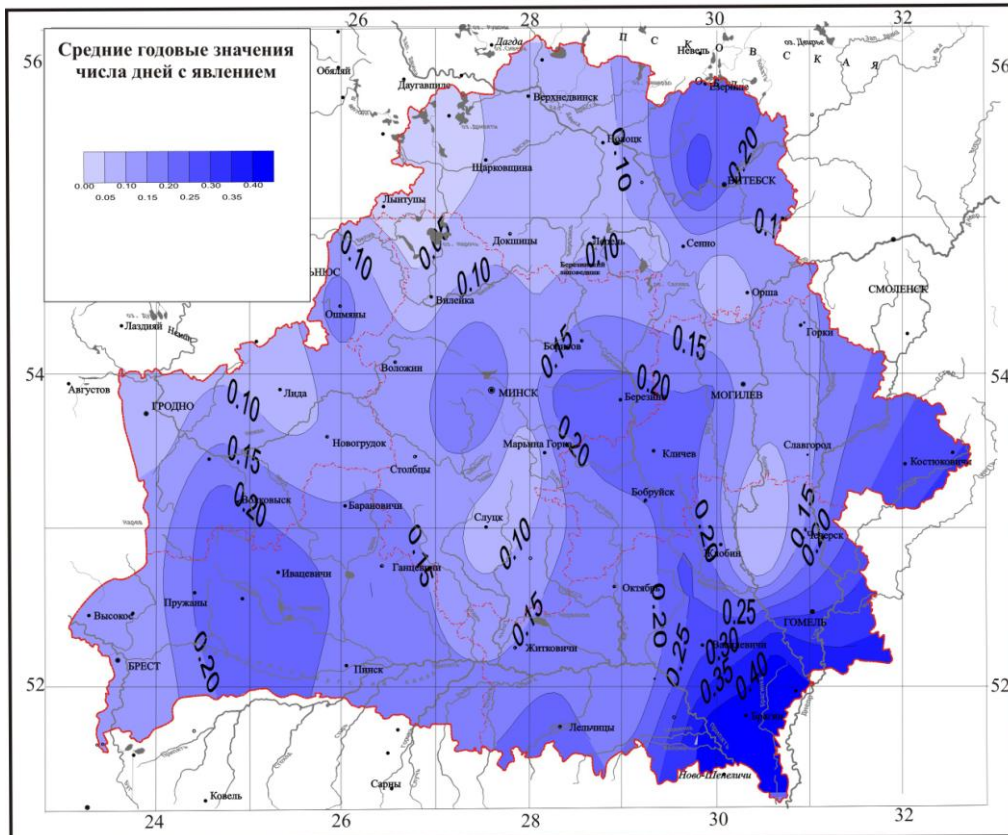


Рисунок 12 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с грозой за ноябрь-февраль на территории Беларуси

Дожди ливневые



Ливень – кратковременные атмосферные осадки большой интенсивности, обычно в виде дождя или снега. Ливневые осадки часто сопровождаются грозами, а также выпадением крупы и града.

Дожди ливневые приводят к полеганию зерновых, нарушению движения транспорта, могут вызвать размыв дорог, затопление, паводок.

Одним из примеров опасных ливневых дождей может служить событие 8–10 августа 2005 года, когда в северо-западных и центральных районах страны за этот период выпало от 1 до 2-х месячных норм осадков. На некоторых метеостанциях был превышен суточный максимум осадков за весь период наблюдений: 8 августа в Минске – 77 мм, 9 августа в Ошмянах – 96 мм, Воложине – 83 мм, Новогрудке – 82 мм, Ивацевичах – 69 мм, Вилейке – 67 мм, Барановичах – 61 мм. 9 августа по западной половине республики ветер усиливался до 21–23 м/с, в Новогрудском районе зафиксирована скорость ветра 28 м/с. В результате взаимодействия очень сильных и продолжительных дождей и сильного ветра произошли многочисленные случаи падения деревьев, приведшие к значительному ущербу во многих районах республики. Пострадало 6218 населенных пунктов, частично повреждены кровли 393 жилых домов, 69 объектов соцкультбыта, 63 производственных помещений, 1217 сельскохозяйственных зданий. Повреждены 762819 км линий электропередач, 256 АТС, обесточены 6024 населенных пунктов, 49 больниц, 104 дошкольных учреждений, 118 школ, 310 производственных помещений, 2361 сельскохозяйственное здание, 10957 трансформаторных подстанций. В Минске произошло более 9000 случаев падения деревьев на проезжую часть улиц, дорог и на внутриворовые территории, повреждено 122 автомобиля, наблюдались перебои с энергоснабжением. В результате падения деревьев 1 человек погиб (Витебская область), 3 человека пострадали (2 человека в Минске и 1 человек в Бресте)

Распространение дождей ливневых на территории Беларуси имеет ряд особенностей: на наветренной части возвышенностей (Гродненской, Минской, Городокской), а также в западной и центральной частях Полесской низменности количество дней с ливневыми осадками наибольшее. Этому способствуют большая водность облаков и высокие величины местного испарения. Меньшие значения ливневых осадков характерны для значительной части Приднепровской и Полоцкой низин.

За год в Беларуси отмечается около 90 дней с дождями ливневыми. В период ноябрь–февраль дожди ливневые – явление редкое (1–2 дня в месяц), в ноябре–январе – в среднем 2–4 дня за 30 лет наблюдений, в феврале – 1–2 дня. Повторяемость зимних дождей ливневых, как и гроз, с середины 80-х годов XX века возросла. В марте–апреле повторяемость дождей ливневых возрастает в среднем до 5–8 дней. В 1985–1990 гг. в марте – в среднем 9 дней. В период 1990–1995 гг. количество дождей ливневых увеличилось до 10–19 дней, в 1995 г. – 19 дней. В мае–августе число дождей ливневых увеличивается до 11–15 дней, в отдельные годы – до 22 и более дней в месяц, например, в июле 1990 года в Березино – 28, Ошмяны, Славгород – 27 дней.

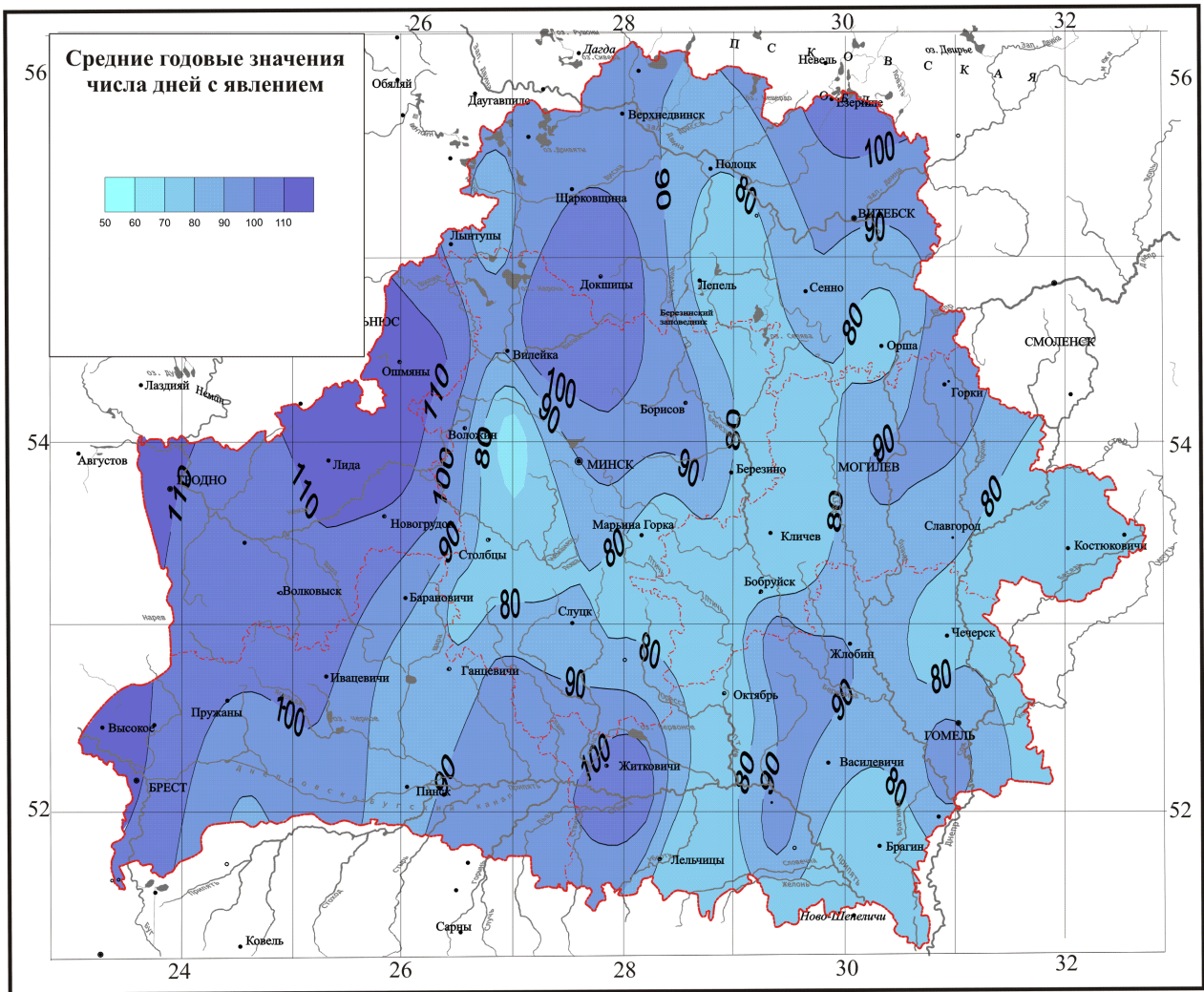


Рисунок 13 - Пространственное распределение среднего годового значения числа дней с дождями ливневыми на территории Беларуси

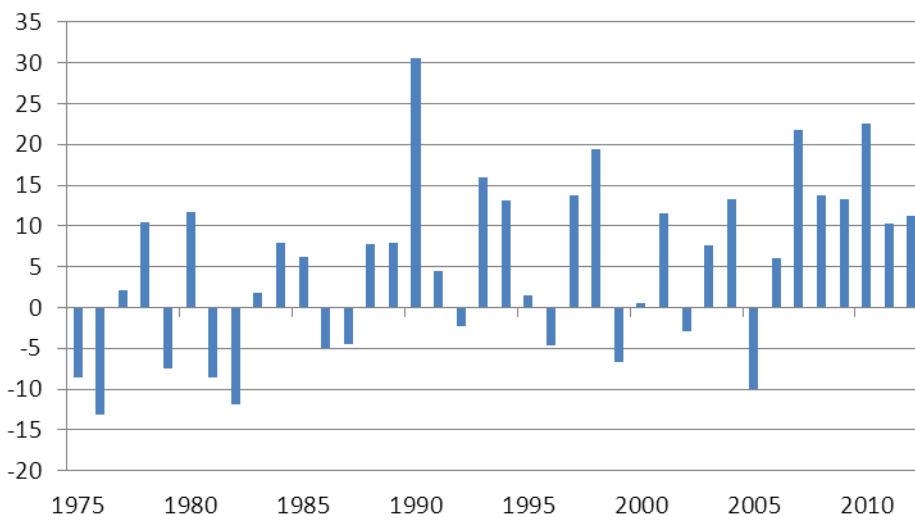


Рисунок 14 - Отклонение среднего годового количества дней с дождями ливневыми от нормы за период 1975-2012 гг.

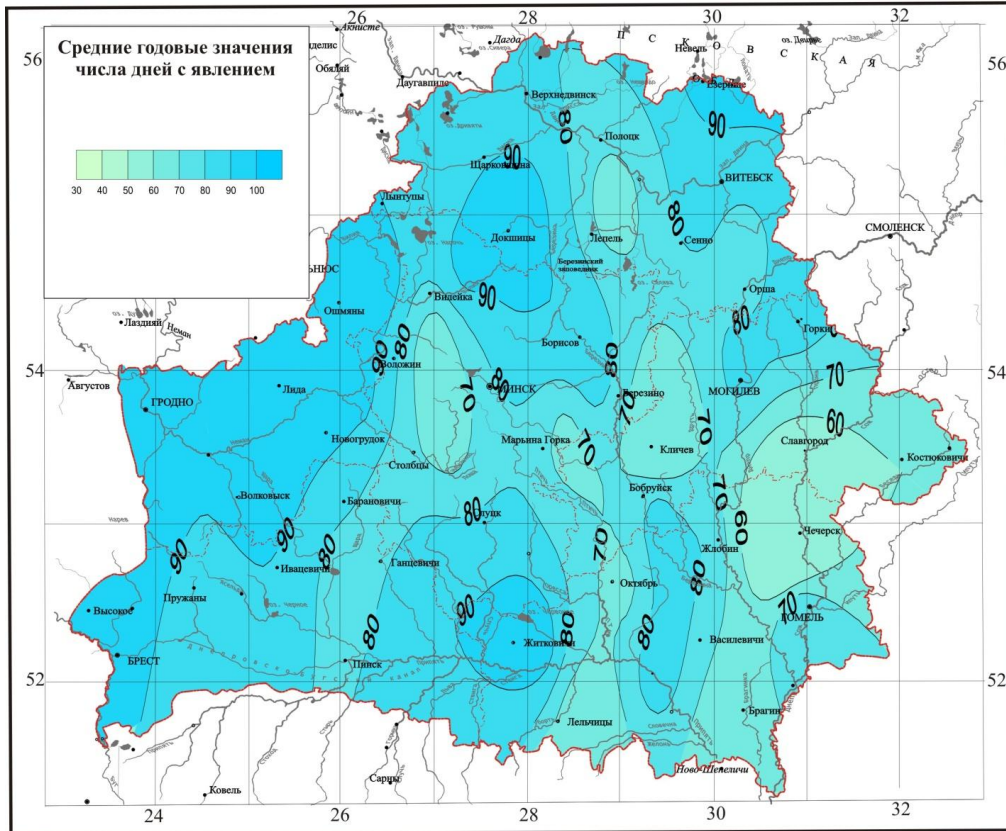


Рисунок 15 - Пространственное распределение среднего числа дней с дождями ливневыми за март-октябрь

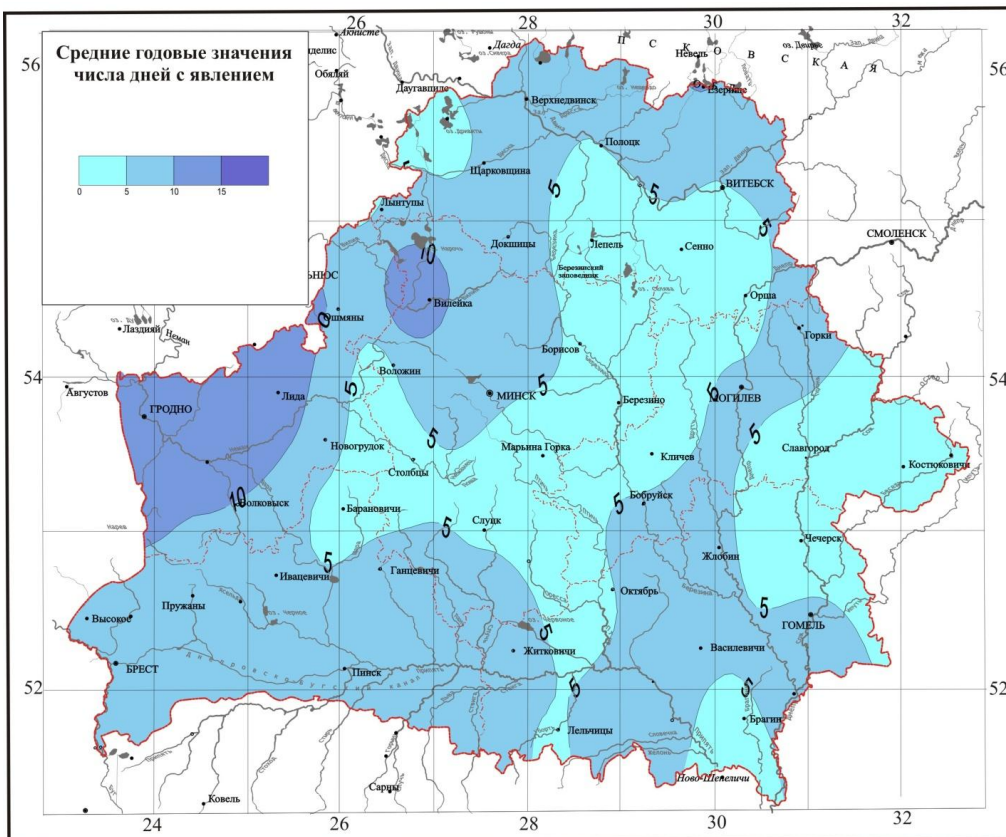


Рисунок 16 - Пространственное распределение среднего числа дней с дождями ливневыми за ноябрь-февраль

Заморозки

Заморозок – понижение температуры воздуха и/или поверхности почвы до нуля и ниже при положительной средней суточной температуре воздуха. Особенно опасны заморозки после установления устойчивой среднесуточной температуры воздуха в 10 °С. Заморозки бывают весной и осенью, когда среднесуточная температура уже или еще положительная.



Различают радиационные и адвективные заморозки, которые возникают как в результате адвекции массы холодного воздуха в данной местности, так и в последующем ночном излучении, охлаждающем почву, а от нее и воздуха до отрицательных температур. В осенний период заморозки возможны без холодных вторжений в результате радиационного выхолаживания, постепенно понижающего температуру воздуха. Формирование заморозков происходит при большом эффективном излучении, слабом ветре, в антициклонах и гребнях повышенного давления. Повторяемость заморозков возрастает в пониженных местах, где задерживается охлажденный воздух.

По территории Беларуси заморозки формируются ежегодно, их повторяемость - 3–4 дня в месяц (май-сентябрь). Наибольшая повторяемость (53% случаев) приходится на май. Вероятность возникновения заморозков, по мере прогревания подстилающей поверхности и воздуха от мая к июню, резко уменьшается (до 5%), что составляет среднюю их повторяемость - один раз в 5–6 лет. В отличие от среднемесячной повторяемости, заморозки на обширных территориях в июне не возникают десятилетиями (до 1981 гг.) или могут повторяться несколько лет подряд (1982, 1983, 1984 гг.; 1989, 1990, 1991 гг.). Как правило, в июле заморозков практически не бывает, но при резком похолодании они могут возникать на осушенных торфяно-болотных почвах, например в 1976, 1977, 2000 гг. В августе вероятность заморозков на обширных площадях составляет 2%, что соответствует их средней повторяемости один раз в 13–14 лет (Брестская область, 1984 г.). В сентябре по сравнению с августом и по мере понижения средней суточной температуры воздуха отмечается значительный рост вероятности появления заморозков (до 39%), что составляет среднюю повторяемость 1–2 раза в год. Однако, отмечались годы, когда заморозков в сентябре не было (1988, 1989, 1991, 1994 гг.). Продолжительность периода заморозков варьируется от 1 до 4 ночей, что соответствует продолжительности волн холода в связи с прохождением холодного воздуха по всей Беларуси.



Число заморозков в последние десятилетия выросло в послемелиоративный период, особенно в центральной и южной частях страны. Если в период 1946-1964 гг. количество заморозков на севере было в 2,2 раза больше, чем на юге, то в последние десятилетия это соотношение уменьшилось до 1,5–1,0 раза. Повторяемость как весенних, так и осенних заморозков на осушенных торфяниках более чем в 2 раза превышает число заморозков над супесчаными почвами южных территорий. Даже в июне заморозки на торфяниках наблюдались каждые 2–3 года, в то время как на минеральных почвах они регистрируются на юге в среднем один раз в 20–50 лет. Возможны заморозки на торфяниках и в июле, тогда как на минеральных почвах заморозки в этот месяц за последний 50-летний период не регистрировались. Средняя продолжительность безморозного периода над осушенными торфяниками на 15–20 дней меньше, чем над минеральными почвами юга. В отдельные годы заморозки на почве в южных районах даже интенсивнее, чем в северных. Таким образом, мелиоративное освоение южных районов страны способствует увеличению площади морозоопасных территорий, включая земли прилегающих локальных территорий с минеральными почвами.

Продолжительные заморозки оказывают отрицательное влияние на растения. Наиболее опасными для сельскохозяйственных культур считаются поздние весенние, летние и ранние осенние заморозки, которые образуются при радиационном выхолаживании приземных слоев воздуха в ясные и тихие ночи.

В период 20–21 мая 2002 г. на большей части территории Беларуси наблюдались заморозки. По северо-востоку, местами в центральных районах и в районе метеостанции Полесская отмечались в воздухе заморозки интенсивностью 0..–2°C, на метеостанции Докшицы – –3°C. Наиболее интенсивными послемелиоративными оказались заморозки в приземном слое воздуха на высоте 2 см. Поверхность почвы охлаждалась на значительной территории до 0..–2°C, в Витебской области до –3..–4°C. В результате их воздействия, особенно в низких местах и на торфяниках, оказались поврежденными или погибли посевы сельскохозяйственных культур, особенно кукурузы. В районах с отрицательными температурами в воздухе повреждена завязь плодовых деревьев, отмечались повреждения и гибель всходов корнеплодов, зернобобовых, рапса, однолетних трав, льна, гречихи, овощей, картофеля, зерновых культур.

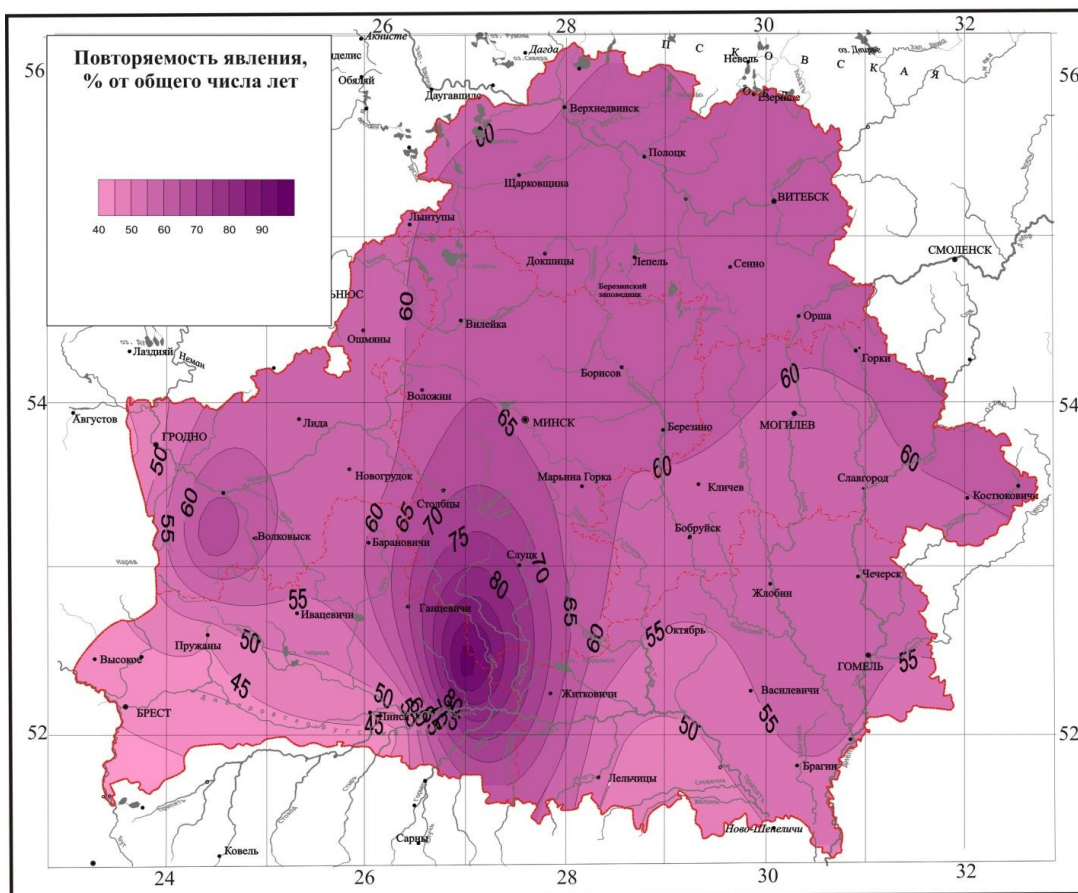


Рисунок 17 - Пространственное распределение осенних заморозков до 30.09 на поверхности почвы, % лет

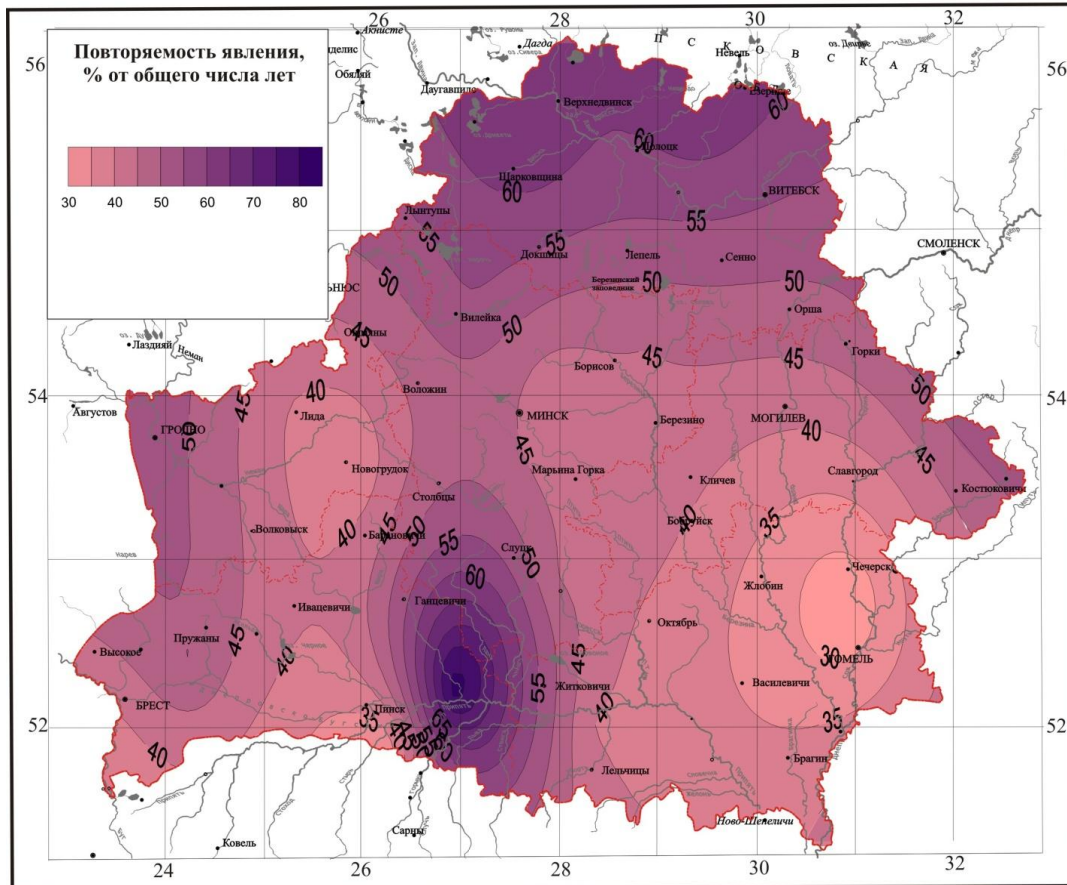


Рисунок 18 - Пространственное распределение весенних заморозков после 30.04 на высоте 2 м, % лет

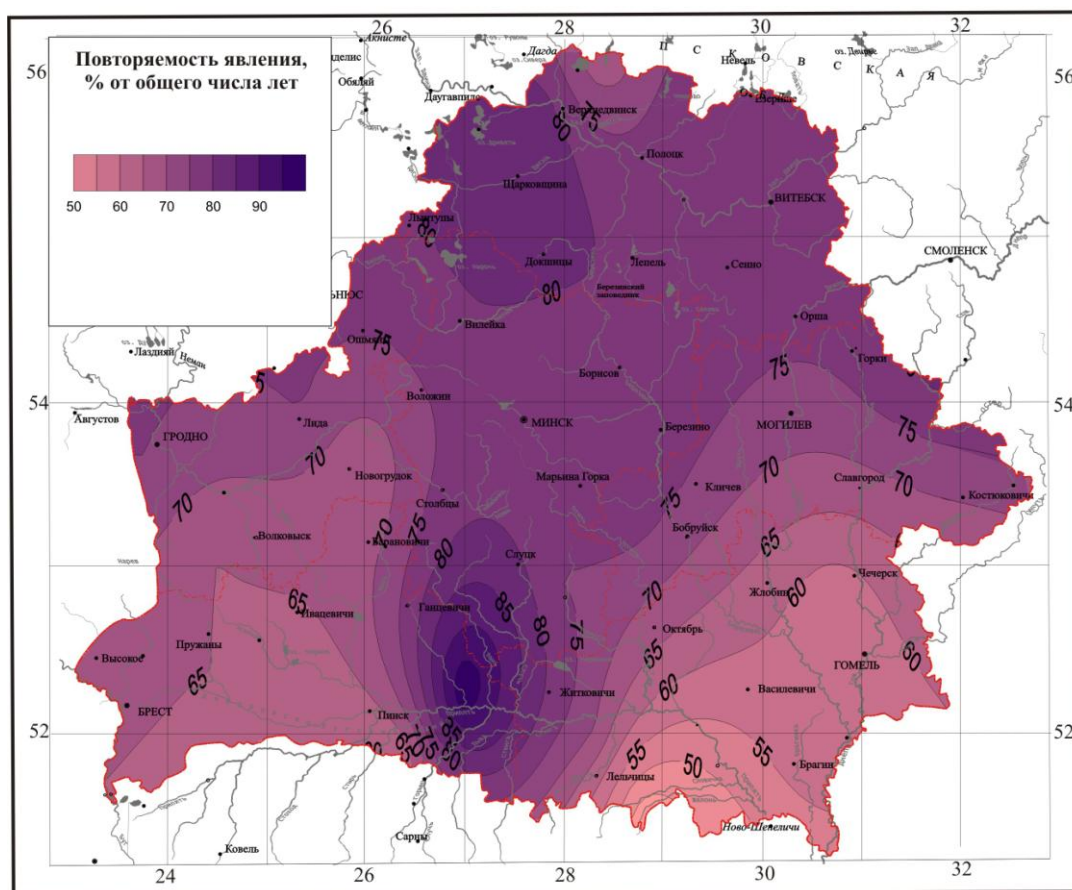


Рисунок 19 - Пространственное распределение весенних заморозков после 30.04 на поверхности почвы, % лет

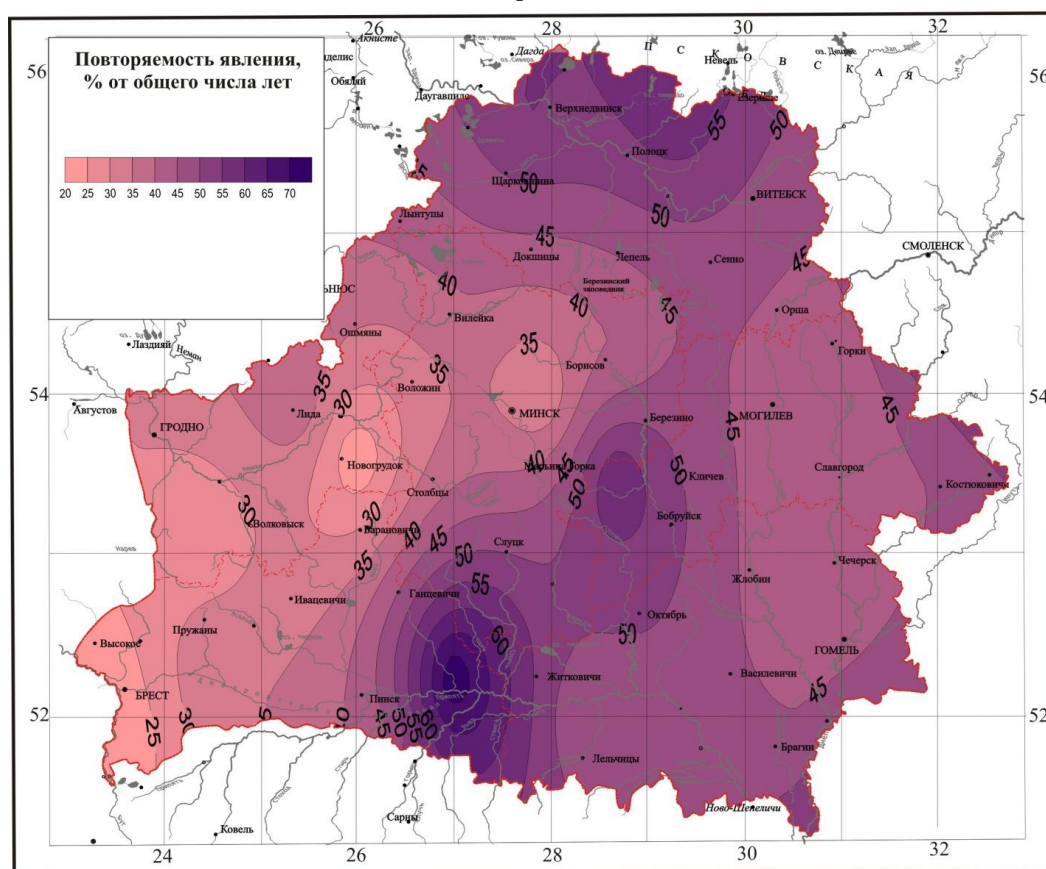


Рисунок 20 - Пространственное распределение осенних заморозков до 30.09 на высоте 2 м, % лет

Засухи и засушливые явления

Засуха – продолжительное отсутствие осадков, сочетаемое с высокой температурой, пониженной влажностью воздуха, приводящими в комплексе к нарушению водного баланса растений, их угнетению или гибели. Различают атмосферную засуху – состояние атмосферы, характеризующееся недостаточным выпадением осадков, высокой температурой и пониженной влажностью, и, как следствие, почвенную засуху – иссушение почвы, влекущую дефицит суммарного водопотребления. Засуха обусловлена преобладанием устойчивых антициклонов, в которых воздух при ясной погоде сильно прогревается, влагозапасы теряются. Неблагоприятное влияние атмосферной засухи может быть смягчено тем, что в почве может содержаться достаточно большой запас влаги, сохранившийся с весны, или проводится регулярное искусственное орошение.

Засушливыми явлениями считают отсутствие в течение 30 и более дней осадков, превышающих 5 мм в сутки, которые сочетаются с высокой температурой воздуха (в дневные часы выше 25 °С) не менее чем в половине дней периода. Засушливым периодом принято считать время, когда в течение более 5 дней подряд температура воздуха удерживается выше 25 °С, а относительная влажность воздуха днем – 30 % и ниже. Такие условия отмечаются на территории Беларуси ежегодно. Засуха может возникать в любое время с апреля по август.

Чаще всего засушливые явления отмечаются на востоке Минской области, а также в Могилевской и Гомельской областях. Второй район максимальной засушливости включает большую часть Гродненской области (за исключением ее восточной части). Чаще всего крупномасштабные засухи на территории Беларуси наблюдаются при увеличении повторяемости восточной формы циркуляции по Г.Я. Вангенгейму, иногда наблюдаются засухи при увеличении повторяемости меридиональной и западной формы циркуляции. Засушливые явления, как ОМЯ, отмечаются с мая по сентябрь. Ежегодно в Беларуси бывает 3–4 периода, когда отсутствуют атмосферные осадки на протяжении 10 суток, один раз в два года – 20–25 суток, один раз в 10 лет – 30–35 суток.

Например, засуха 1999 г. продолжалась с 21 мая по 10 августа. С конца второй декады мая установилась сухая погода по всей территории страны. Во многих районах (юго-запад, юго-восток) практически не было дождей (выпало 3–5 мм осадков при норме 60–65 мм). В первой декаде июня на большей части территории запасы продуктивной влаги в почве достигли низких и критических значений. В пахотном слое они составляли 5–15 мм, на некоторых участках продуктивная влага отсутствовала. В полуметровом слое почвы влагозапасы снизились до 20–45 мм, местами – до 5–15 мм. За весь вегетационный период сумма выпавших осадков оказалась на значительной территории меньше нормы и составила около 210–330 мм, что соответствует 45–75 %. Почвенная засуха сопровождалась суховейными явлениями. Июнь–июль были аномально теплыми со среднемесячной температурой воздуха, соответственно, 19–22 °С (на 3–5 °С выше нормы) и 20–22 °С (на 2–4 °С выше средней многолетней). В жаркие периоды дневная температура воздуха повышалась до 28–33 °С, в первой декаде июля по юго-востоку – до 36 °С, а относительная влажность понижалась до 17–30 %. Засуха привела к повреждениям и гибели сельскохозяйственных культур.

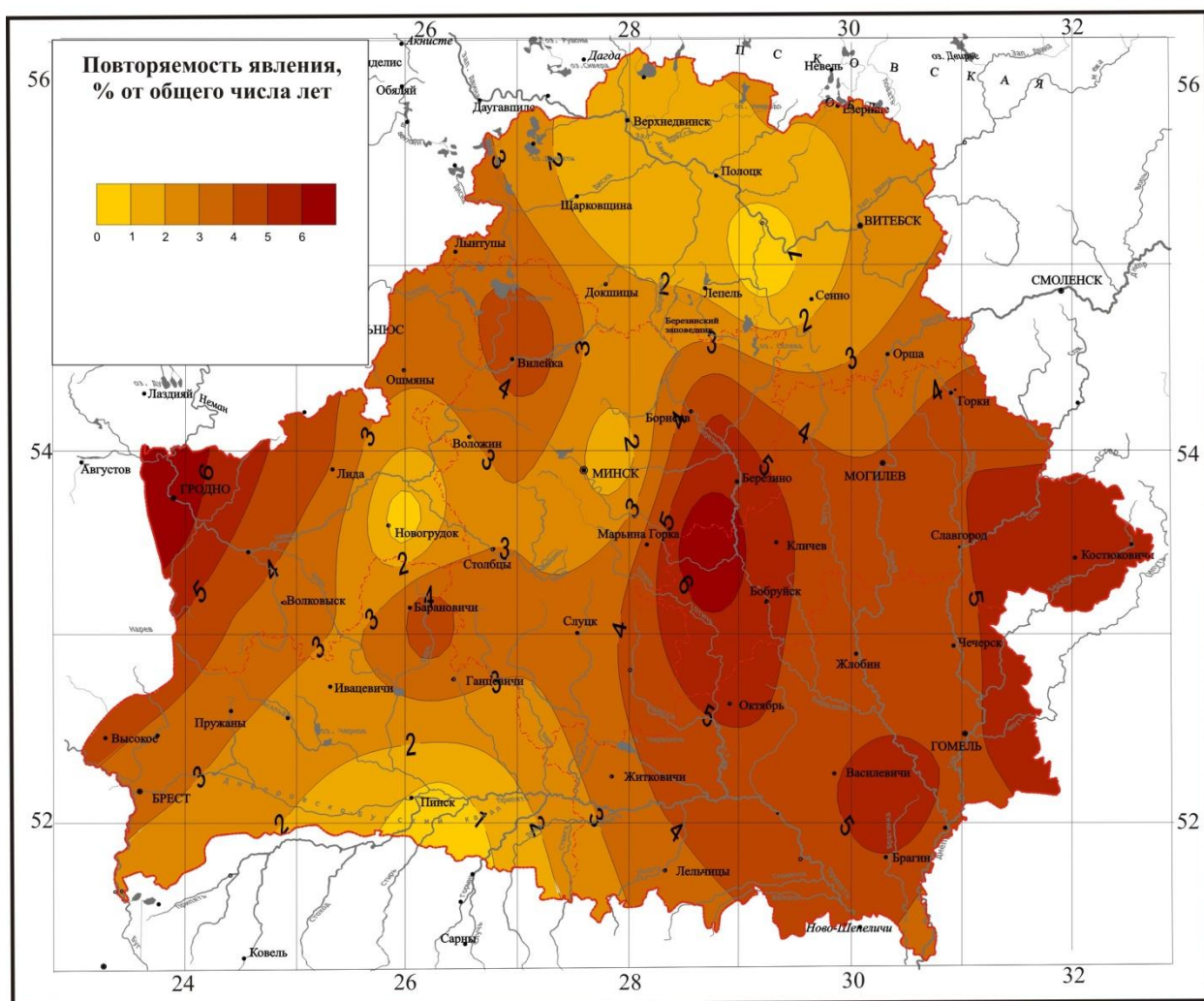


Рисунок 21 - Пространственное распределение засушливых явлений по территории Беларуси, % лет

Изморозь

Изморозь – отложения льда на ветвях деревьев, проводах и т. п. при тумане в результате сублимации водяного пара (кристаллическая изморозь), а также замерзания капель переохлажденного тумана (зернистая изморозь). В отличие от гололедных отложений, образование изморози происходит, главным образом, при антициклоническом режиме погоды.

Кристаллическая изморозь состоит из кристалликов льда, нарастающих, в основном, на наветренной стороне при слабом ветре и температуре -15°C . Изморозь образуется в результате радиационного охлаждения нижних слоев воздуха в однородных антициклонических образованиях и возникает, как правило, в понижениях, вблизи больших водоемов, способствующих увлажнению воздуха. Длина кристалликов обычно не более 1 см, но может достигать нескольких сантиметров, они легко осыпается при встряхивании.

Зернистая изморозь – снеговидный, рыхлый лед, нарастающий с наветренной стороны предметов в туманную, преимущественно ветреную погоду, особенно в горах. Она формируется в антициклонических образованиях, где на фоне повышенного давления проходят слабо выраженные фронты. На ветвях деревьев, хвое, проводах, проволочных изгородях и других тонких предметах изморозь нарастает в виде рыхлых белых кристаллов, как правило, при тумане и значительных морозах.

Чаще всего изморозевые явления отмечаются на северо-востоке страны (Оршанско-Могилевская равнина, Оршанская возвышенность) – около 20 дней за год, реже на юго-востоке (Мозырское и Гомельское Полесье), а на западе Гродненской области (Волковысская возвышенность) – около 8–10 дней.

Анализ изменчивости числа дней с изморозью за 38-летний период наблюдений показал уменьшение количества дней с изморозью по всей территории Беларуси. За год наблюдается около 12 дней с изморозью. До 1987 г. отмечалось около 16 дней с изморозью, в период современного потепления климата (с 1988 г.) количество дней с изморозью уменьшилось до 10. Однако в ряде пунктов Беларуси наблюдается незначительный рост числа дней с изморозью. С ноября по март изморозь отмечается практически ежегодно. В последние годы отмечается тенденция уменьшения количества дней с изморозью. В зимние месяцы наблюдаются отрицательные тренды количества дней с изморозью, в ноябре – положительные. В ноябре отмечается около 0,9 дня, в декабре – 3,4, январе – 3,2, феврале – 2,9 дня с изморозью. В теплый период года изморозь значительно реже регистрируется на территории республики в марте, апреле, мае (соответственно, 1,1, 0,05 и 0,1 дня). В сентябре–октябре в отдельные годы изморозь отмечается в среднем около 0,1 дня. Уменьшение числа дней с изморозью согласуется с ростом температуры в холодное время года, начиная с 1988 г. В последние годы рост зимних температур менее выражен, а потепление более интенсивно развивается в теплое время года.

Иногда изморозевые явления могут стать опасными. Например, с 7 по 11 января 2006 г. при умеренно морозной погоде на большей части территории Беларуси наблюдалась изморозь, местами слабые гололеды, в отдельных районах отмечались гололедно-изморозевые отложения. Сложные отложения достигли значения опасного метеорологического явления 10 января на метеостанции Докшицы в период с 03.38 до 16.30 ч. – 39 мм и 12–13 января на метеостанции Новогрудок с 19.20–13.20 ч. – 62 мм.

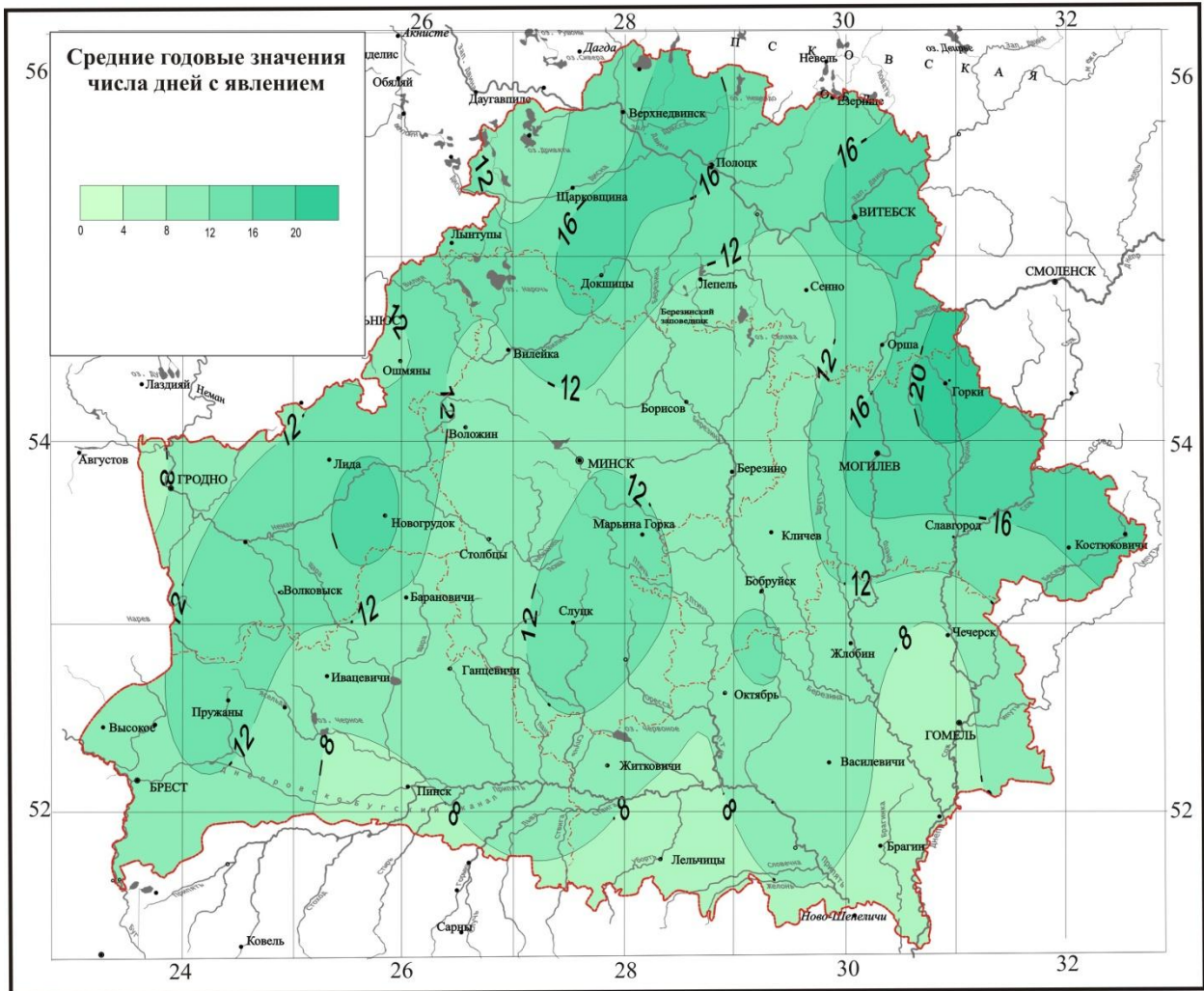


Рисунок 22 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с изморозью на территории Беларуси

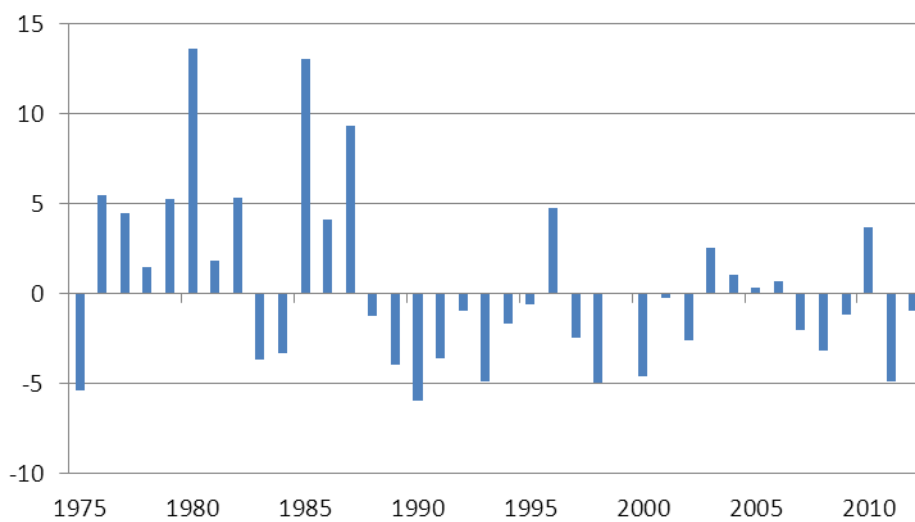


Рисунок 23 - Отклонение среднего годового количества дней с изморозью от нормы за период 1975-2012 гг.

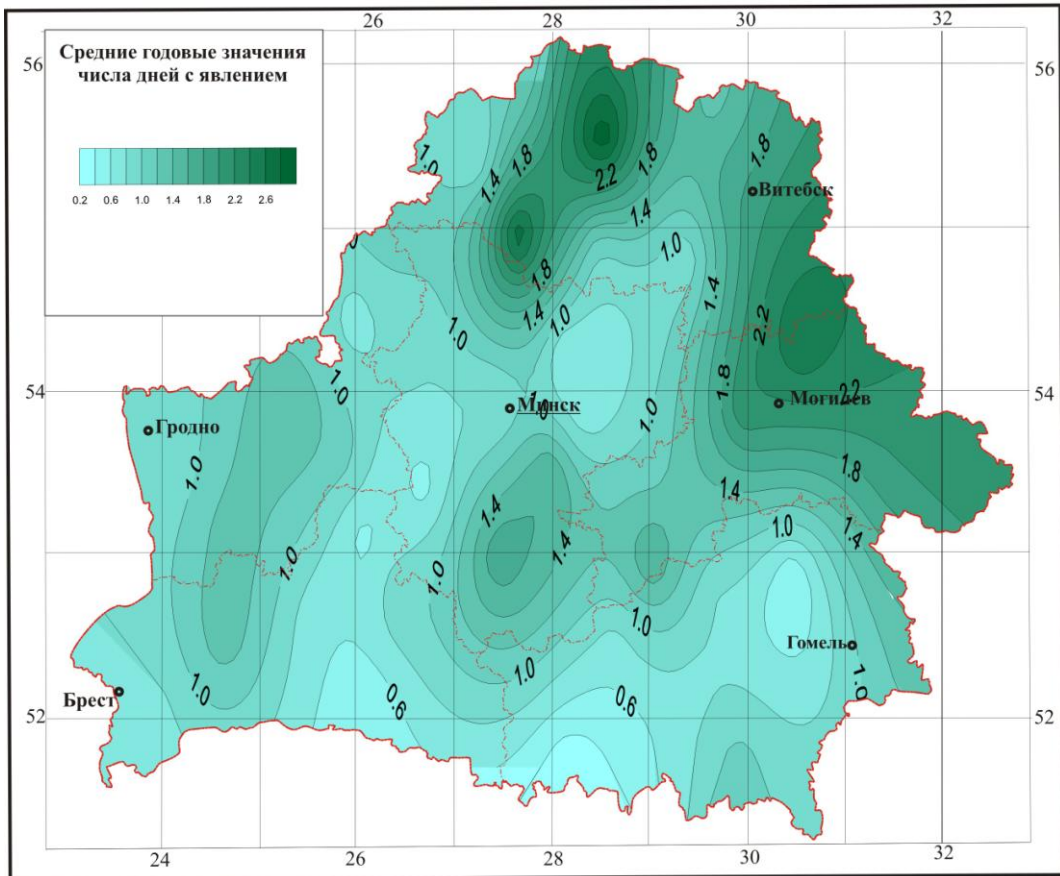


Рисунок 24 - Пространственное распределение среднего числа дней с изморозью за март-октябрь

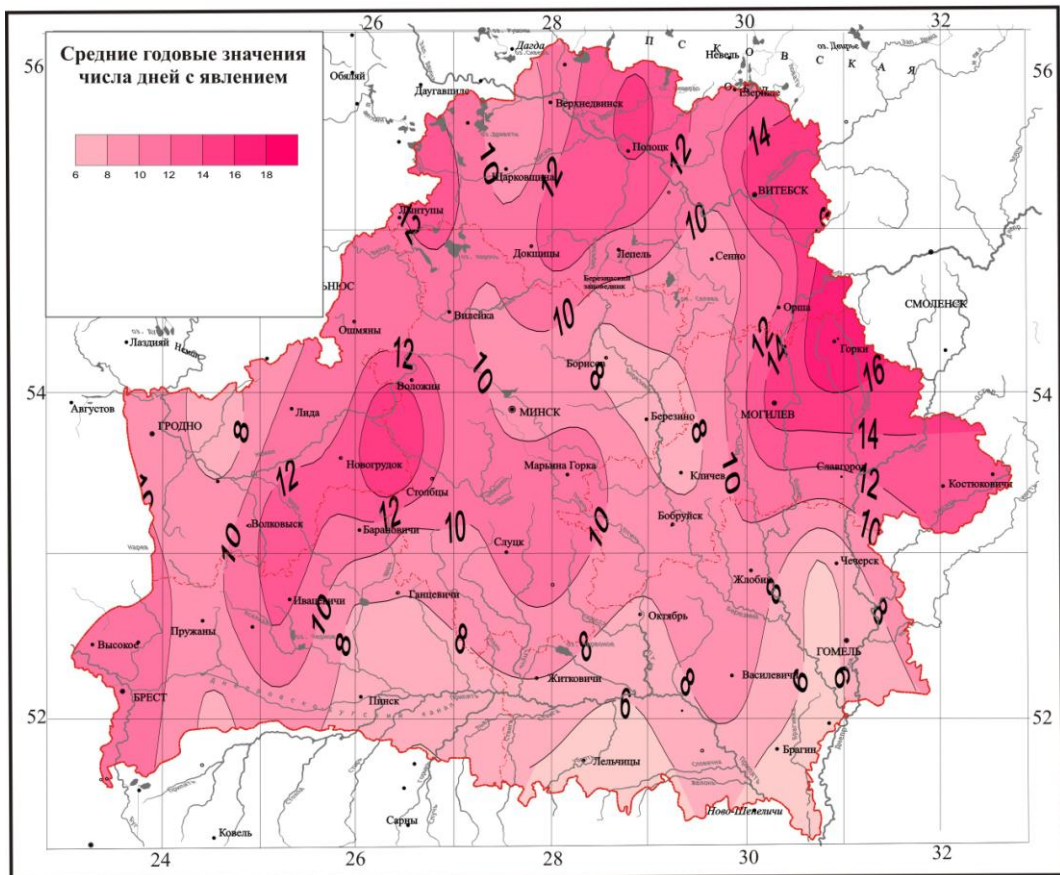


Рисунок 25 - Пространственное распределение среднего числа дней с изморозью за ноябрь-февраль

Иней

Иней – тонкий неравномерный слой кристаллического льда, образующийся путем сублимации водяного пара из воздуха на поверхности почвы, травы и на верхних поверхностях предметов в результате их радиационного охлаждения до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха.



Количество дней с инеем несколько больше в восточной и центральной частях территории страны, а их максимум – на севере Витебской области.

Заметных изменений среднего годового количества дней с инеем нет. За период 1975-2012 гг. в среднем отмечалось около 71,2 дней с инеем в год. За период 1975-1987 гг. отмечалось около 71,1 дня, в период с 1988 по 2008 гг. – 72,0 дней с инеем. Чаще иней наблюдался в 1987 г. – 90,0 дней, в 1986 г. – 88,1 дня, в 1985 г. – 81,9, реже – в 1984 г. – 38,1 дней, 1990 г. – 57,7, 2008 г. – 52,1 дня с инеем.

ем.

Число дней с инеем существенно уменьшилось в Езерище, Борисове, Березино, Марьиной Горке, Лиде, Горках, Могилеве, Кличеве, Пружанах, Бресте, Жлобине, Гомеле, Мозыре и Брагине, а увеличилось – в Полоцке, Лепеле, Березинском заповеднике, Орше, Воложине, Столбцах, Ошмянах, Ивацевичах, Пинске, Полесской.

Сколько-нибудь выраженного тренда во временном ходе числа дней с инеем нет. Минимальное количество числа дней с инеем приходится на высокие зимние температуры (1984, 1990, 2007 и 2008 гг.), а максимальное – на низкие зимние температуры (1985–1987, 1996 гг.). В то же самое время большое число дней с инеем в 2001–2002 гг. не сопровождалось низкими температурами в Беларуси.

Иней образуется, как правило, в осенне-зимний период. С декабря по март регистрируется около 9–11 дней с инеем, в апреле – 7,0, в мае – 2,3 дня с инеем. В летние месяцы иней наблюдается крайне редко, он составляет менее 0,2 дня осенью – в среднем от 1,9 до 7,6 дней. Небольшие отрицательные тренды количества дней с инеем отмечаются в январе-феврале и апреле



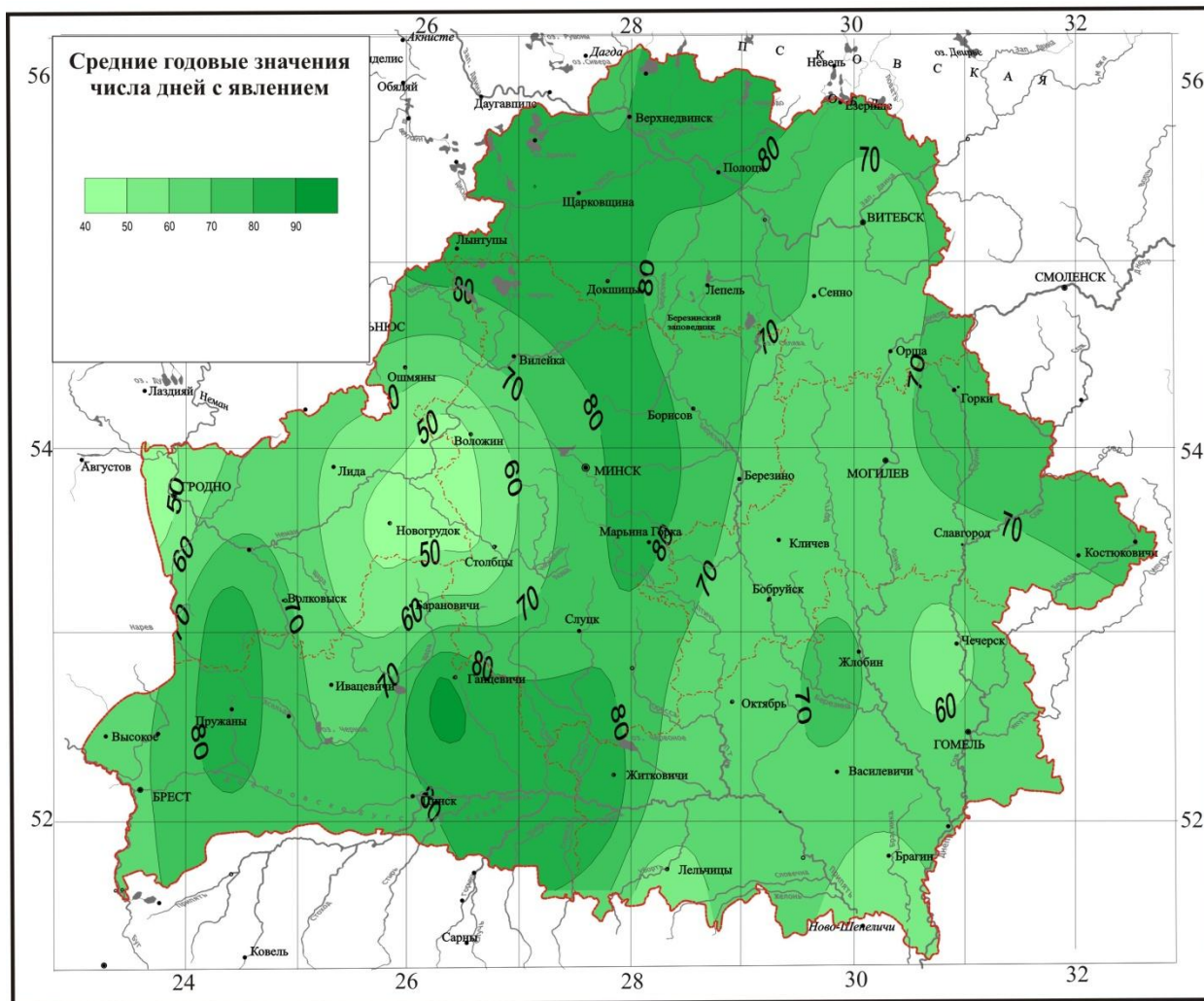


Рисунок 26 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с инеем на территории Беларуси

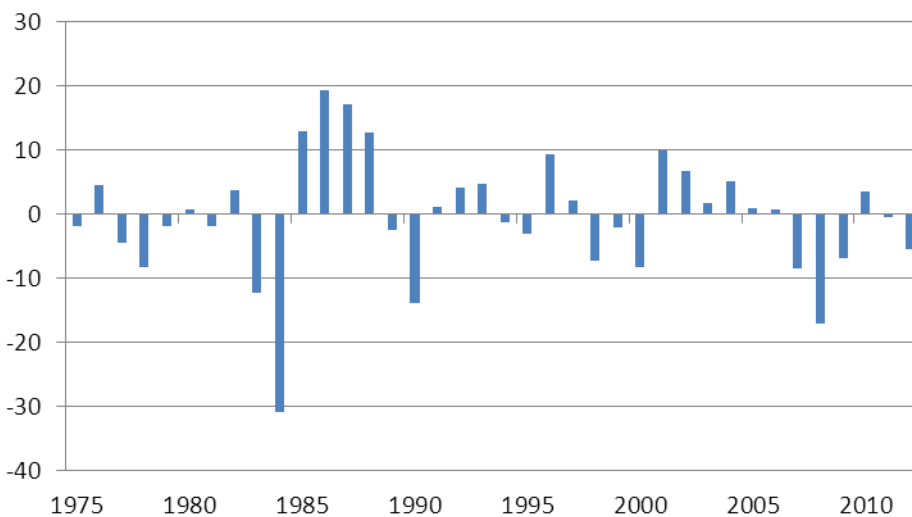


Рисунок 27 - Отклонение среднего годового количества дней с инеем от нормы за период 1975-2012 гг.

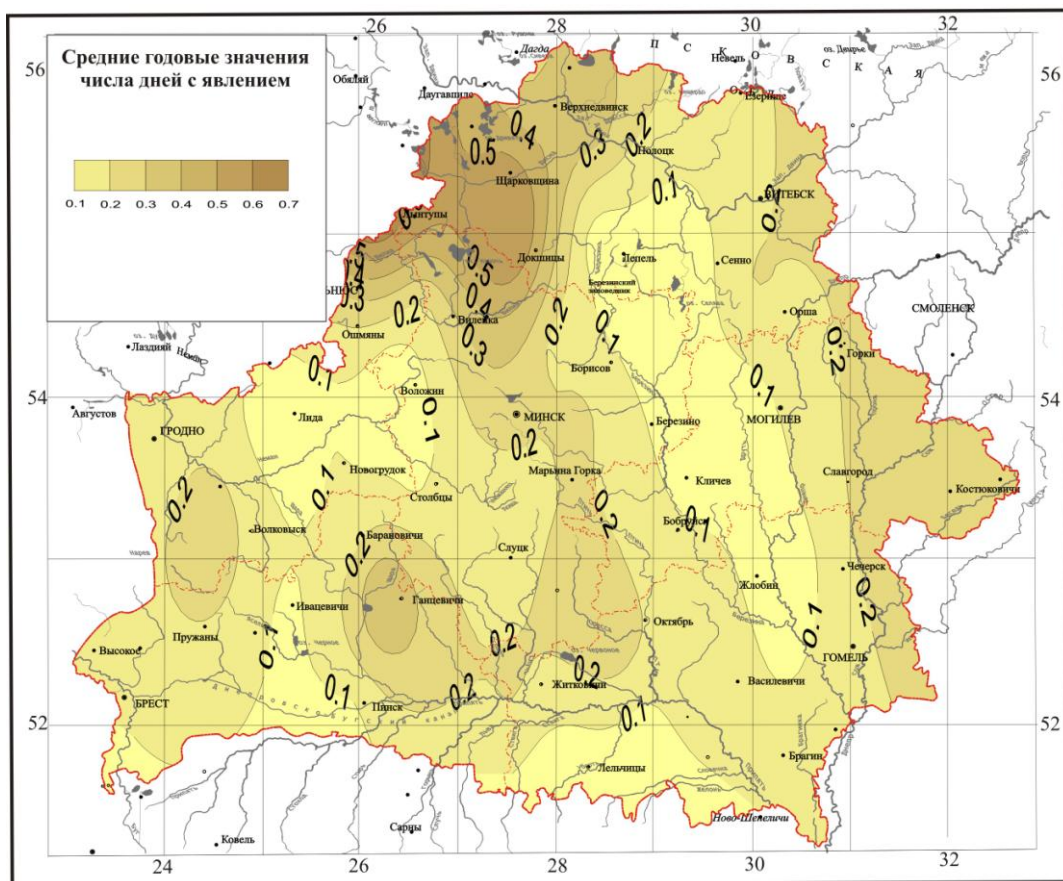


Рисунок 28 - Пространственное распределение среднего числа дней с инеем за июнь-август на территории Беларуси

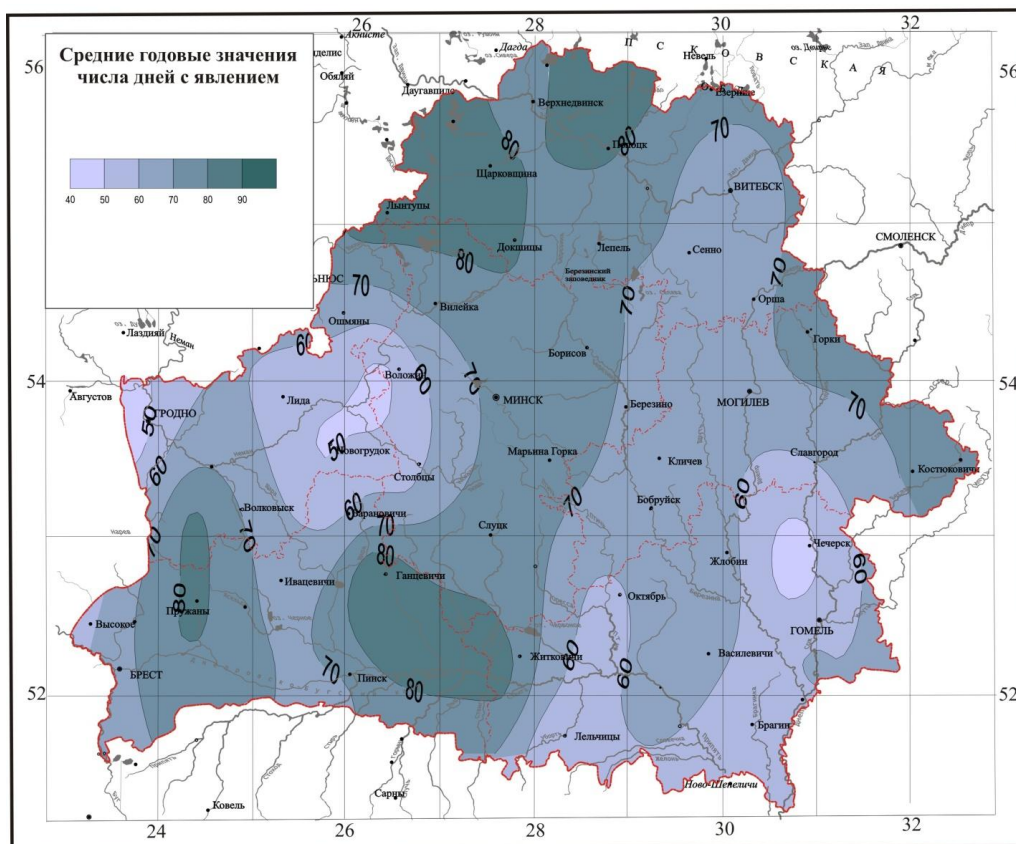


Рисунок 29 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с инеем за сентябрь-май на территории Беларуси

Метель

Метель - перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы. Метель становится ОМЯ тогда, когда скорость ветра усиливается до 15 м/с и более и имеет продолжительность не менее 12 часов.



Метели в Беларуси чаще всего возникают при перемещении циклонов и ложбин с запада на восток (приблизительно 50 % от их общего числа). С перемещением циклонов с северо-запада и севера на юг связано около 25 % метелей и приблизительно такое же количество – с выходом южных циклонов к северу. Наиболее продолжительные метели наблюдаются на периферии мощного стационарного антициклона. В долинах рек, вследствие отклонения общего потока воздуха от

первоначального направления, метели отмечаются при изменении направления ветра.

Ветер в циклоне отклоняется влево и ослабевает, когда дует с воды на сушу. Отклонение воздушного потока или изменение его скорости, обусловленное местными особенностями рельефа, наблюдается у береговой линии, вблизи возвышенностей, холмов, речных долин.

Метели, как ОМЯ, наносят большой материальный вред и значительный экономический ущерб. Например, 15.03.2013 г. на территорию Беларуси пришел циклон «Хавьер» со шквальным ветром (до 25 м/с), метелями и снежными заносами. За сутки 15 марта на территории Брестской области работники МЧС извлекли из снежных заносов 82 транспортных средства, в которых находились 260 человек, в том числе 37 детей. На трассе М1 Брест-Минск-граница РФ образовался затор из машин на 40 км (с 210-го по 250-й км).



Последствия циклона «Хавьер» в г. Бресте

Без электричества осталось 94 населенных пункта, а на восстановлении электро-снабжения были задействованы 96 аварийных бригад. На ликвидацию аварийных последствий урагана предприятиями ЖКХ области 15 марта было создано 107 аварийных бригад общей численностью 649 человек.

Среднее количество дней с метелями, приходящихся на 1 метеостанцию в году за 38-летний период, составляет около 6.

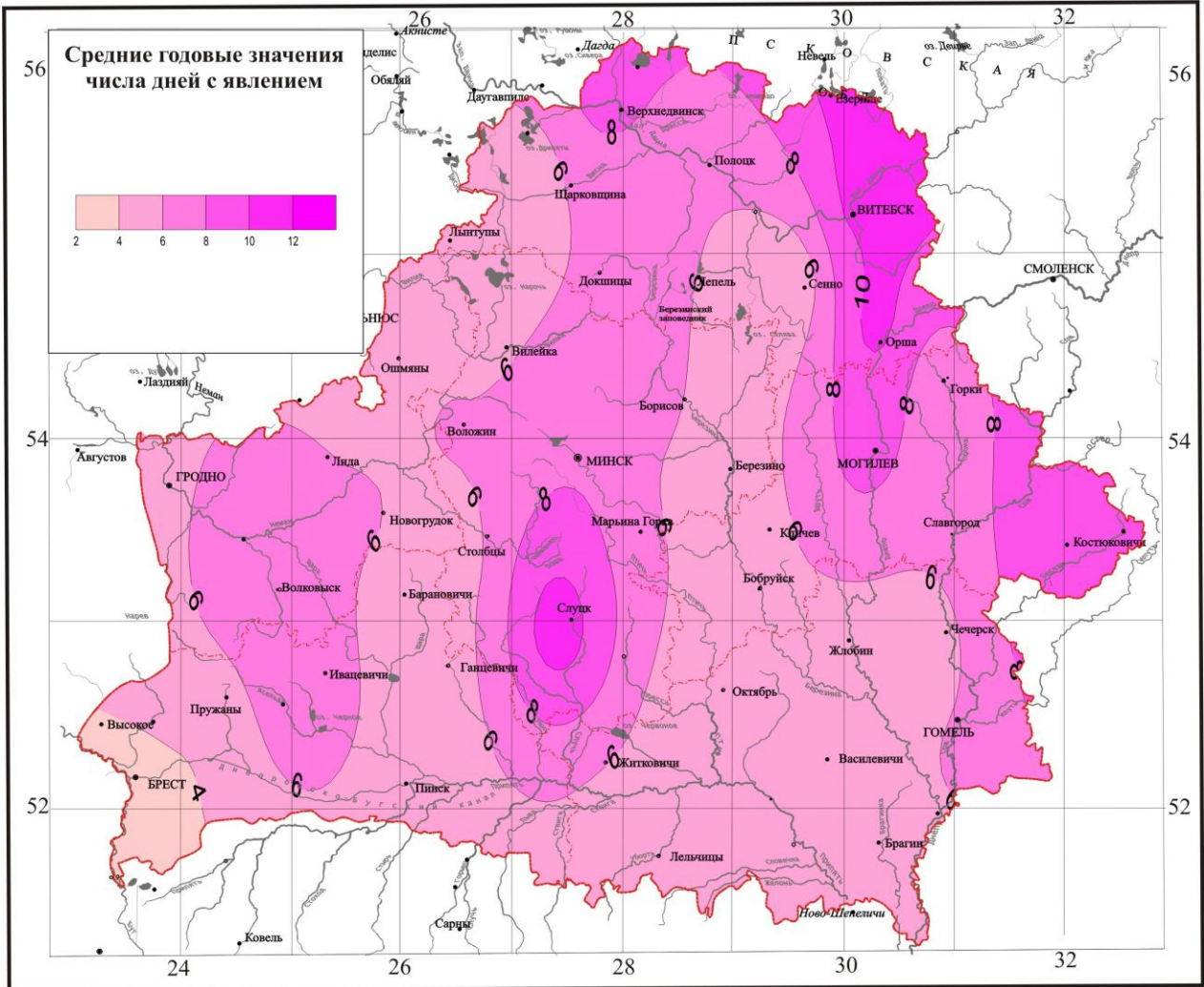


Рисунок 30 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с метелью на территории Беларуси

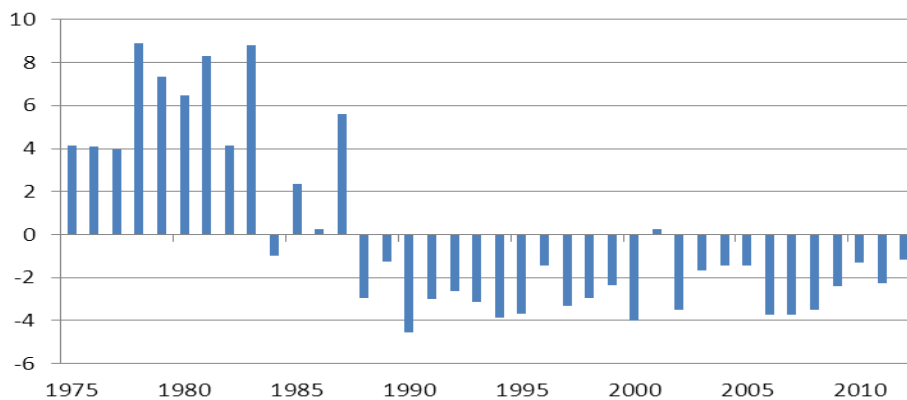


Рисунок 31 – Отклонение среднего годового количества дней с метелью от нормы за период 1975-2012 гг.

Чаще всего метели наблюдаются на северо-востоке и востоке, вторичный максимум повторяемости метелей ограничен Новогрудской и Минской возвышенностями, Копыльской грядой и приходится на Новогрудский, Кареличский, Столбцовский и Несвижский административные районы. Подобная закономерность отмечалась и до 1970-х гг. XX в. На северо-востоке и в районе возвышенностей число дней с метелью наибольшее (25–30), на юге 10–15 дней. Наибольшее число дней с метелями отмечалось на севере (50–60), в центральной части – 35–45, на юге – 20–30 дней с метелями.

На вторую половину 70-х – начало 80-х гг. приходится максимальное количество дней с метелями (около 11 дней), а на начало 90-х годов – минимальное количество дней с метелями (около 3 дней). Такой ход метелей связан с тем, что с 1988 года началось современное потепление климата, наиболее выраженное в холодное время года. Наибольшее количество дней с метелями приходится на крупные города, где при интенсивном перемещении воздуха происходит как выпадение снега, так и срывание снега с поверхности снежного покрова.

В декабре регистрируется около 1,6 дней с метелями, наибольшее количество отмечалось в 1981 г. – 5,6 дня, в 1984 г. – 4,2, в 1975 г. – 4,1 дня. На январь – февраль приходится около 80 % всех дней с метелями.

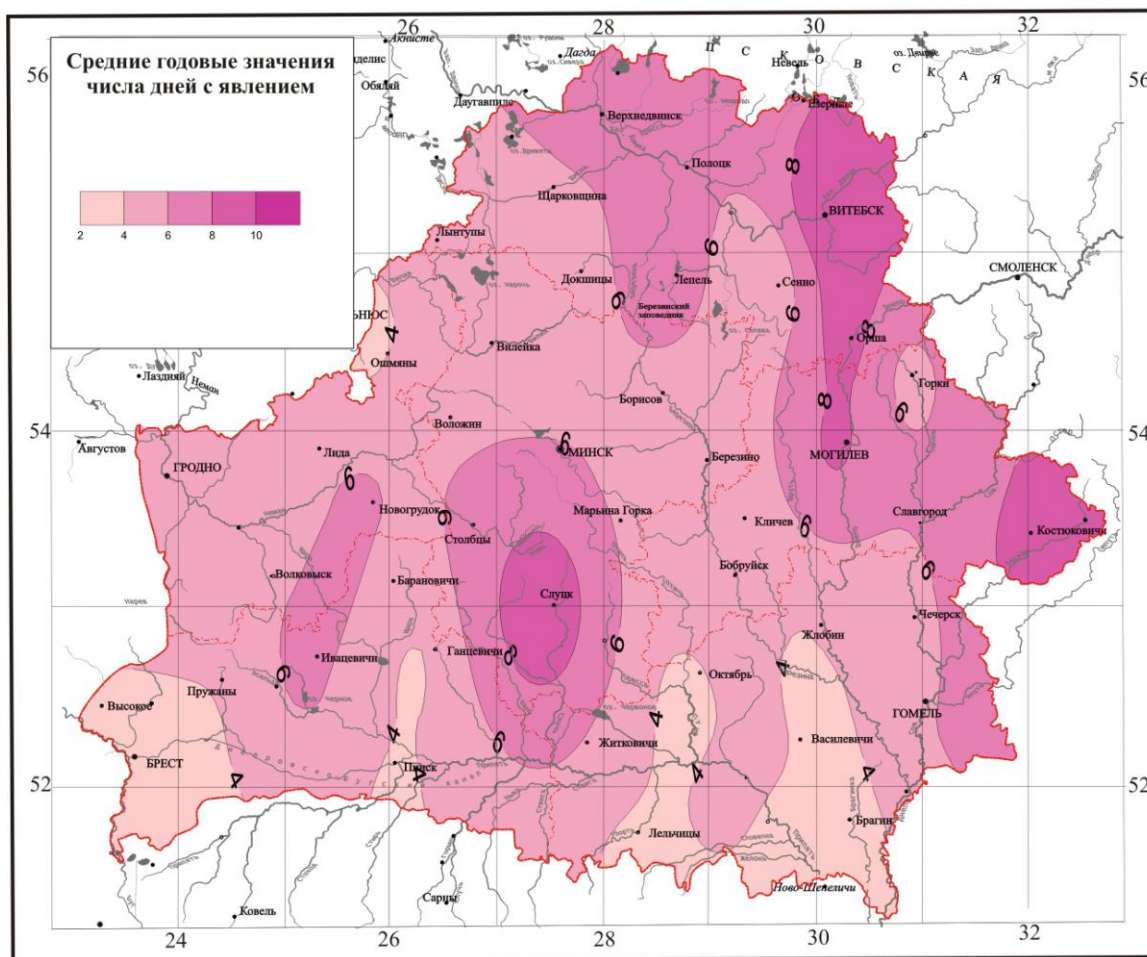


Рисунок 32 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с метелью за декабрь-февраль

Сильный мороз

Сильный мороз – понижение минимальной температуры воздуха до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже (учтено с $-34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) как ОМЯ для территории Беларуси – явление достаточно редкое.



Рекорды были установлены в 2012 г. в Витебской области. Так, 2 февраля рекордные минимумы температуры воздуха были зафиксированы в городах Витебске $-28,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-23,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1973 г.), Верхнедвинске $-28,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2006 г.), Полоцке $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-23,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2003 г.). На следующий день суточные минимумы были побиты в Витебске $-30,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (была $-27,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1966 г.) и в Езерище $-34,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (была $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в

2006 году), которые обновились 4 февраля 2012 г. в Езерище температура опустилась до $-33,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рассматривая температурный режим за более длительный период времени, следует отметить, что холодные зимы наблюдались в 1928-29, 1939-1940 и 1941-1942 гг. В указанные годы средняя температура отдельных зимних месяцев была ниже $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Например, февраль 1939 г. – $17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, январь 1940 г. – $15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, февраль 1940 г. $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, февраль 1939 г. $-17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, январь 1942 г. $-15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это означает, что в указанные зимы сильные морозы отмечались более часто, чем в последний пятидесятилетний период.



Пространственные особенности следующие: на северо-востоке и в центральной



части страны данное явление отмечается чаще всего. Меридиональное расположение изотерм зимой соответствует меридиональному распределению числа дней с сильным морозом.

Повторяемость дней с сильным морозом в холодный период (XII–III месяцы) имеет свои особенности. Только в Витебской области наблюда-

Сильный мороз 06.02.2012 [<http://news.tut.by/accidents/272508.html>]

ются сильные морозы в декабре (13% от общего числа дней). Самый холодный месяц – январь, особенно в Гродненской области, в 75% случаев от общего числа дней, в Гомельской области – 63%. Относительно меньшая повторяемость дней с сильным морозом в январе в Минской, Могилевской, Витебской и Брестской областях – 58, 50, 46 и 39% от общего числа дней с явлением соответственно. В феврале чаще всего сильные морозы отмечаются в Брестской области – 61% от общего числа дней с явлением, а реже – в Гомельской области (16% от общего числа дней с явлением). Март не является исключением. В марте сильный мороз отмечается в Могилевской, Гомельской, Минской и Витебской областях (соответственно, 21, 21, 10 и 7% от общего числа дней с явлением). В Гродненской и Брестской областях в марте не отмечались сильные морозы.

В Беларуси более чем за 50-летний период наблюдений лишь в 6 годах отмечался сильный мороз, как ОМЯ, т. е. 1 случай на 9 лет. В Витебской области из 52 лет обобщения в 12 годах отмечалось данное явление, т. е. в среднем 1 раз в 4 года, реже в Минской области – 1 раз в 7,5 лет, Могилевской – 1 раз в 9 лет, в Брестской области 1 раз в 11 лет, в Гомельской – 1 раз в 13,5 лет и еще реже в Гродненской области – 1 раз в 26 лет. Данные по Гродненской области могут быть недостаточно объективными, потому что наблюдения даны по 5 метеостанциям, а в Витебской области – по 12. Это также связано с тем, что в зимнее время преобладают ветры южного направления, приносящие теплый воздух в западные районы страны.

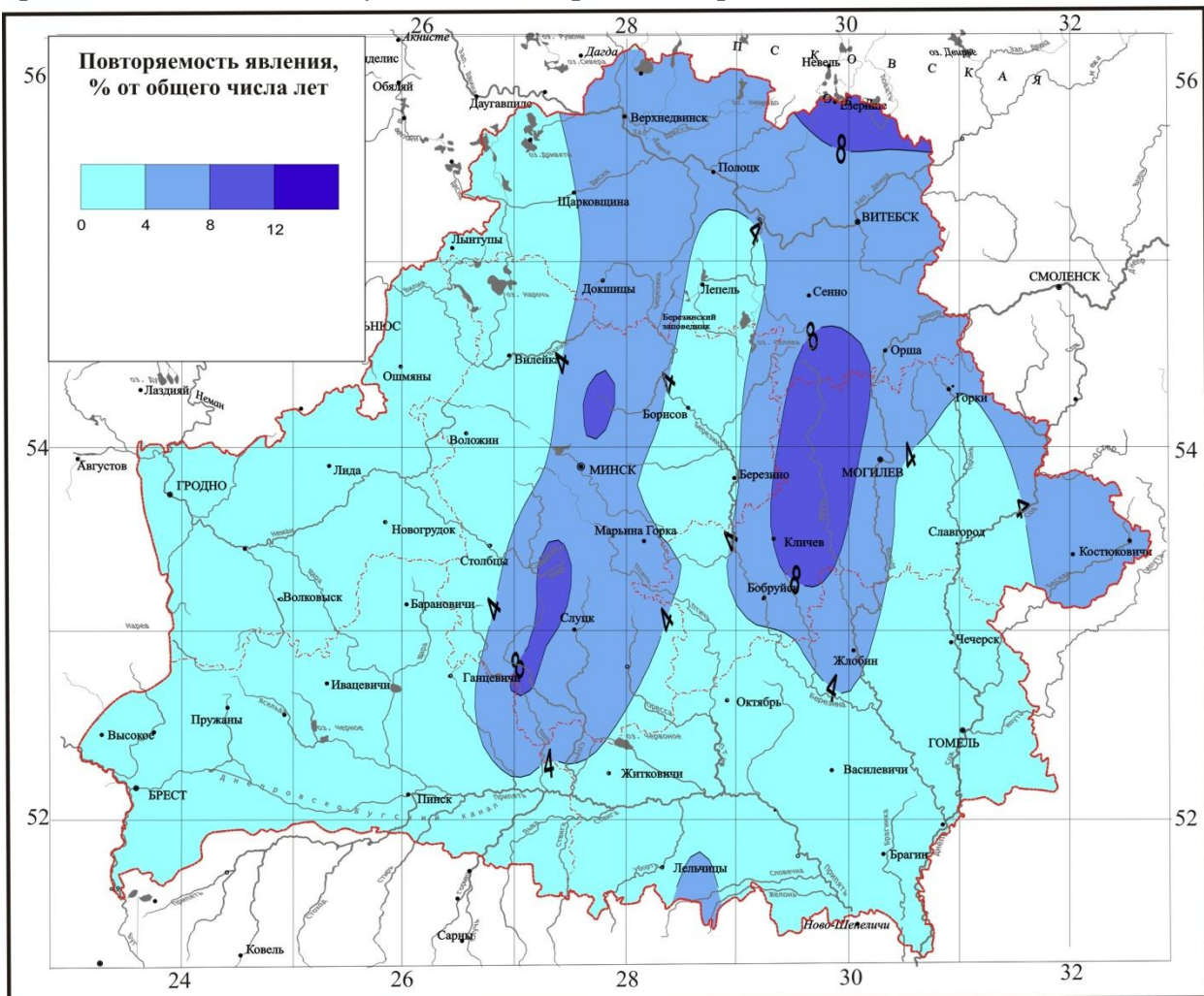


Рисунок 33 - Пространственное распределение повторяемости сильного мороза на территории Беларуси, % лет

Сильная жара

Сильная жара – повышение максимальной температуры воздуха до 35°C и выше (учтены значения, начиная с 34,5°C).

С 1988 г. началось интенсивное потепление, которое продолжается и в настоящее время. А 1989 г. оказался самым теплым за столетний период, превысив норму почти на 2 °С. Средняя температура в зимние месяцы 1988–89 гг. превысила норму на 7–7,5°C, весны – на 3–5°C. В 2000 и 2007 гг. средняя годовая температура превысила норму на 1,8 °С. На последние 20 лет приходится 6 из 7 самых крупных положительных аномалий температуры. В 1999, 2000 и 2002 гг. среднегодовая температура воздуха превысила норму в среднем на 2 °С, что приближается по величине к аномалиям холодного периода года.

В последние десятилетия во все сезоны года аномалии температуры были положительные. Самым теплым за весь период метеорологических наблюдений стал 2015 г. 7 августа 2015 г. в г. Гродно, Бресте. Так, в г. Гродно отмечалась температура +34,1 °С, был побит рекорд 1971 г., когда температура была +33,0 °С. В г. Бресте зафиксирована температура +35,1°C и был побит рекорд 60-летней давности, в 1952 г. температура была +34,7°C. Температурные рекорды были побиты 9 августа 2015 г., когда температура воздуха поднялась до +36,7°C в г. Бресте, максимальная температура в г. Бресте была зафиксирована 20 августа 1892 г. и 13 июля 1959 г., когда температура воздуха составила +36,6°C. А в г. Минске температура воздуха 9 августа 2015 г. поднялась до +35,4 °С, тем самым был установлен новый рекорд, который был до этого установлен в 1929 г. (+30,2 °С). Не менее богатым на рекорды был сентябрь. Максимальная температура была зафиксирована 2 сентября 2015 г. в г. Гомеле и Мозыре и составила +34,9 °С, таким образом, был побит рекорд 1963 г., когда была зафиксирована температура +30°C в г. Пружанах Брестской области .

Сильная жара, когда температура воздуха превышает 34,5 °С, достаточно редко наблюдается на территории республики (примерно в 7 годах из 53 лет обобщения, что составляет около 12%). Чаще всего сильная жара бывает на юго-востоке республики в пределах Белорусского Полесья, на территории Гомельской области (1 раз в 3 года), реже – в Минской и Брестской областях (1 раз в 7, 8 лет), в Гродненской и Могилевской областях – 1 раз в 13 лет и совсем редко в Витебской области (1 раз в 17 лет).

С июня по август отмечаются случаи, когда ртутный столбик поднимается выше отметки 35°C, однако это бывает крайне редко. В июне данное явление отмечалось только в Гомельской области (7% от общего числа дней с явлением). В июле в Гродненской области наблюдается жара чаще (43%), чем в Витебской (25%) и Могилевской (29%) областях.

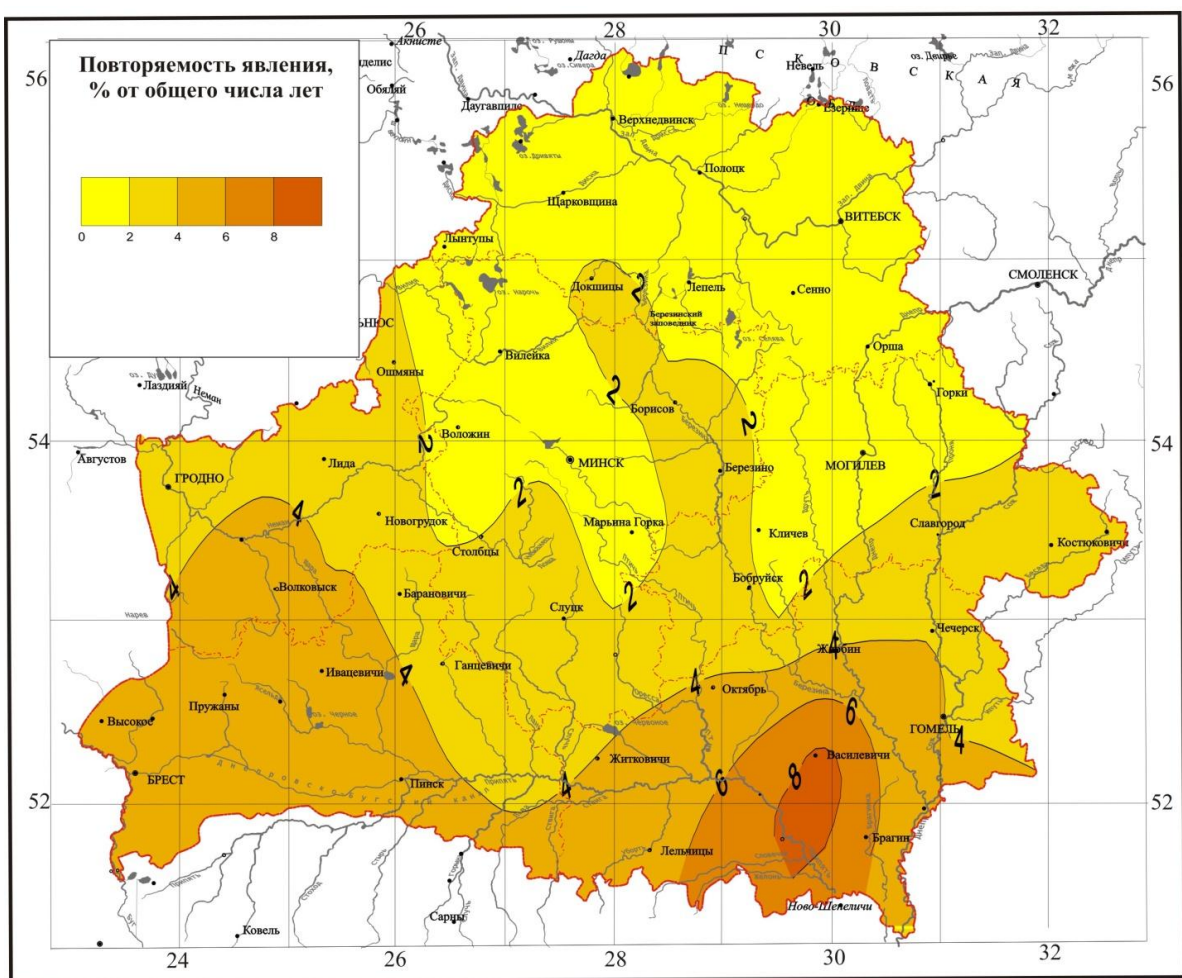


Рисунок 34 - Пространственное распределение повторяемости сильной жары на территории Беларуси, % лет

Сильный дождь

Сильный дождь – выпадение осадков в количестве 50 мм и более за 12 часов или за меньший интервал времени – опасное метеорологическое явление.

Особенно опасны ливневые дожди на антропогенно преобразованных территориях, так как вызывают паводки и наводнения. Например, дожди в мае 2014 г. носили преимущественно ливневой характер. Особенно дождливо было во второй и третьей декадах месяца. Число дней с количеством осадков 1 мм и более колебалось от 8 до 16. Местами по территории отмечались сильные дожди с количеством осадков за 12 часов 15–45 мм. Очень сильный ливневой дождь был отмечен днем 31 мая на метеостанции Славгород, где в течение 3 часов выпало 62 мм осадков. В целом за месяц на большей части страны выпало от 74 мм до 125 мм осадков, или 1,5–2 месячные нормы, местами – 126–158 мм (около 2,5 климатических норм). В районе метеостанции Славгород сумма осадков за май составила 178 мм, что почти в 3,5 раза больше нормы. И только местами по Витебской области и отдельных районах Гомельской и Могилевской областей за месяц выпало 45–62 мм – около месячной нормы.

Наибольшее количество сильных дождей приурочено к возвышенным участкам северо-востока (Городокская и Витебская возвышенности) и северо-запада (Свентянская гряда), а также к наветренным склонам возвышенностей центральной территории страны (Гродненская, Новогрудская и Минская возвышенности), к территории Белорусского Полесья (Брестское, Припятское и Мозырское Полесье). Меньшие значения сильных дождей характерны для значительной части равнинной территории восточной и центральной части территории Беларуси (Полоцкая низина, Центральноберезинская и Оршанско-Могилевская равнины).

Повторяемость сильного дождя как ОМЯ, хотя бы в одном из пунктов страны, отмечается в 55% лет. Сильные дожди чаще всего бывают в Витебской и Гомельской областях – 1 раз в 1,3 года; в Брестской области – 1 раз в 1,6 лет; в Минской и Гродненской областях – 1 раз в 2 года; в Могилевской области – 1 раз в 3 года.

Чаще всего сильные дожди выпадают в июле и августе – 39,7 и 32,8% дней от общего числа дней с данным явлением. В июне сильные дожди, как ОМЯ, отмечаются в 19,3% дней от общего числа дней с сильным дождем, в мае – в 6,5%, в сентябре – 1,2% и очень редко в апреле – в 0,5% дней от общего числа дней с сильным дождем.

В апреле сильный дождь как ОМЯ отмечается только в Брестской области (3% дней от общего числа дней с явлением), в мае – практически во всех областях. Чаще сильные дожди в мае бывают в Витебской, Гродненской и Минской областях (12, 10, 9%), реже – в Брестской и Гомельской областях (6 и 2% дней от общего числа дней с явлением), только в Могилевской области сильные дожди не отмечаются. В июне данное опасное метеорологическое явление отмечается по всей территории республики. Однако чаще сильные дожди идут в Гомельской, Гродненской, Витебской областях (27, 25, 23% дней от общего числа дней с явлением), реже в Минской и Брестской областях (18, 14%) и редко в Могилевской области (9% дней от общего числа дней с явлением). В июле сильные дожди чаще отмечаются в Минской области (49% дней от общего числа дней), реже в Гомельской, Витебской, Брестской областях (49, 42, 41, 40%), еще реже – в Могилевской и Гродненской областях (36 и 30% дней от общего числа дней с явлением). В августе сильные дожди как ОМЯ чаще всего бывают на территории Могилевской области (в 55% от общего числа дней с явлением), реже в Гродненской и Брестской областях (35 и 34%), Гомельской, Минской и Витебской областях (27, 24, 22% от общего числа дней с явлением). Очень редко данное

опасное метеорологическое явление отмечается в сентябре месяце, оно наблюдается только в Брестской, Гомельской и Витебской областях.

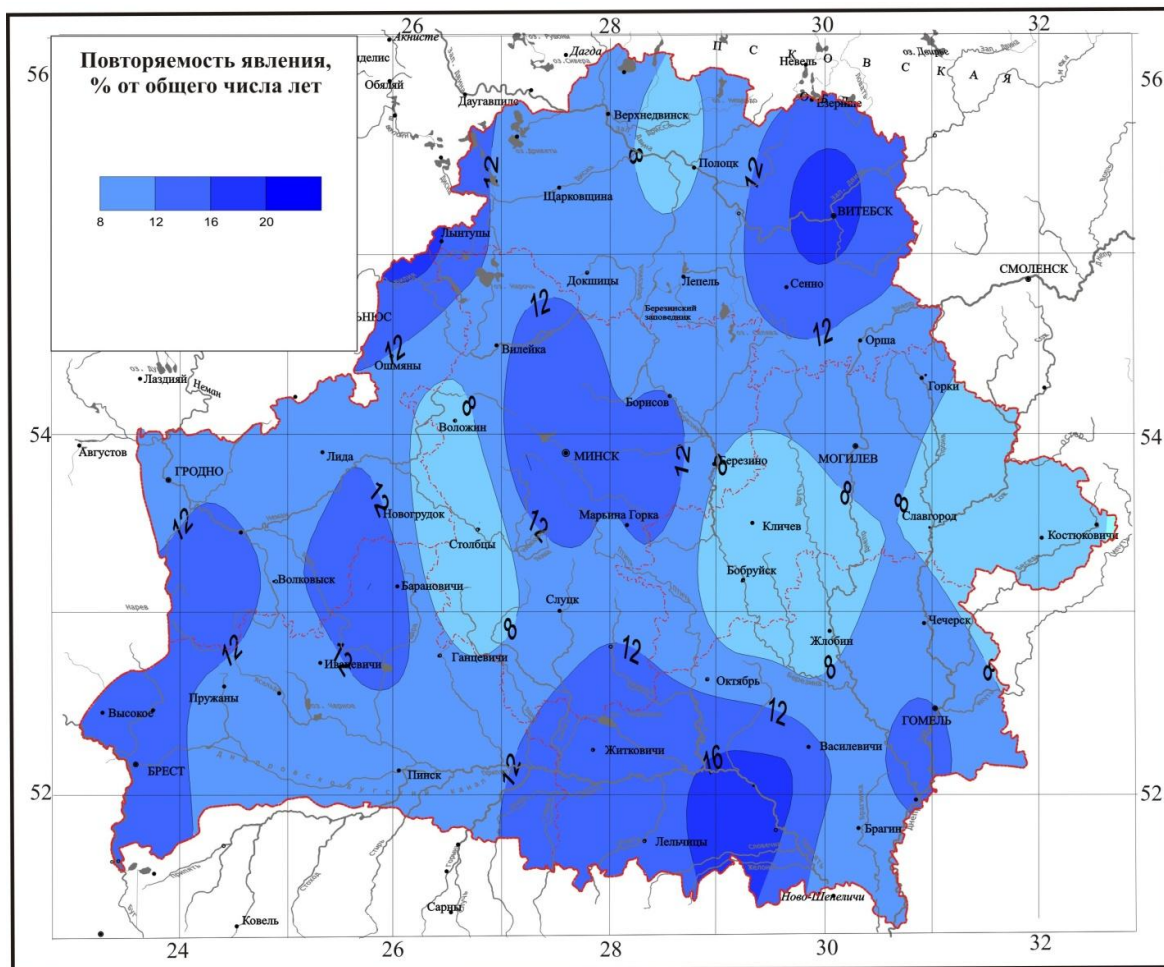


Рисунок 35 - Пространственное распределение повторяемости сильных дождей на территории Беларуси, % лет

Снегопад

Сильный снегопад – продолжительное интенсивное выпадение снега из облаков, приводящее к значительному ухудшению видимости и затруднению движения транспорта.

Чаще всего сильные снегопады проходят в западной части Беларуси, особенно на Новогрудской возвышенности, и на севере. Реже – на юге, в т.ч. на территории Брестского, Припятского, Мозырского Полесья. Сильный снегопад отмечается в среднем 1 раз в 10 лет по всей территории. Чаще сильный снегопад отмечается в Витебской области с периодичностью 1 раз в 6 лет, в Гродненской области – 1 раз в 8–9 лет, в Гомельской области – в среднем 1 раз в 12 лет. В Минской, Могилевской и Брестской областях сильные снегопады – явление достаточно редкое, в среднем 1 раз в 17–18 лет. В Минской области (Борисов, Марьина Горка, Слуцк), в Могилевской области (Горки, Бобруйск) сильный снегопад отмечался 1 раз за последние 35 лет, в Брестской области только в Пружанах сильный снегопад отмечался в 2 годах из 35 лет обобщения.



На фото: Последствия циклона «Хавьер» в г. Бресте

Сильные снегопады отмечаются с ноября по март, в отдельные годы - в апреле и октябре. В октябре сильный снегопад отмечается в Могилевской области в 50% от общего числа дней, в ноябре сильный снегопад отмечается в Могилевской, Гомельской и Витебской областях (50, 33 и 14% от общего числа дней с явлением соответственно), в декабре – в Гомельской и Витебской областях. В январе сильный снегопад наблюдается в Минской, Брестской и Гродненской областях. В феврале сильные снегопады отмечаются

только в Витебской области в 29% от общего числа дней с данным явлением. В Гродненской, Гомельской и Витебской областях отмечаются сильные снегопады в марте (33, 29 и 20% от общего числа дней с явлением). В апреле сильные снегопады не наблюдаются в Могилевской и Гомельской областях.

Иногда сильный снег становится ОМЯ. Например, 6–7 марта 2005 г. территория Беларуси находилась под влиянием южного циклона, который принес продолжительные снегопады на большую часть страны. Больше всего осадков выпало на территории Гомельской области: в Мозыре – 42 мм, Житковичах – 40 мм, Брагине, Лельчицах и Жлобине – 26 мм; в Минской области: в Борисове – 31 мм, Березино – 26 мм; по югу Могилевской области: в Бобруйске – 30 мм, Кличиве – 28 мм, прирост высоты снежного покрова составил в основном 10–25 см, по юго-западной половине Гомельской, юго-востоку Минской и югу Могилевской области - 26–36 см. Местами отмечались метели. В результате сильных снегопадов и метелей на дорогах наблюдались снежные заносы, местами было приостановлено движение автотранспорта, произошло 47 случаев обрушения кровель зданий.

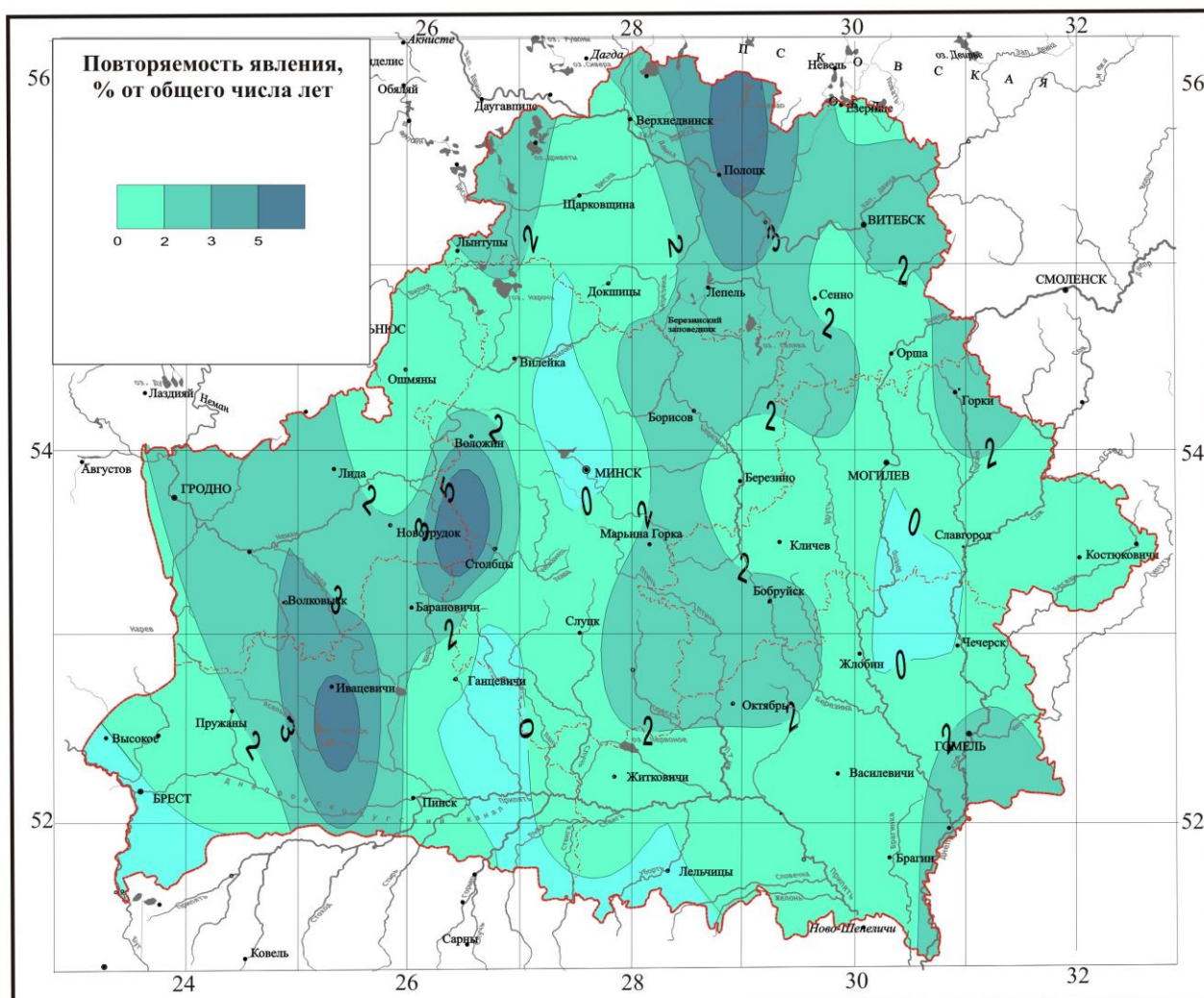


Рисунок 36 - Пространственное распределение повторяемости сильного снегопада на территории Беларуси, % лет

Туман

Туман – скопление продуктов конденсации в виде капель или кристаллов, взвешенных в воздухе непосредственно над поверхностью земли, сопровождающееся значительным ухудшением видимости. Туман имеет место, когда горизонтальная видимость менее 1 км, в противном случае помутнение называется дымкой. Если видимость 50 м и меньше продолжительностью не менее 6 ч., то туман считается ОМЯ.

Образование тумана происходит при насыщении воздуха и конденсации водяного пара под воздействием следующих процессов: 1) охлаждения нижнего слоя воздуха путем теплообмена с поверхностью Земли; 2) испарения с поверхности воды, почвы, капель дождя в более холодный воздух; 3) поступления в приземный слой воздуха водяного пара с продуктами сгорания больших количеств топлива. Туманы часто образуются при охлаждении воздуха путем теплообмена с земной поверхностью.



Туман в г. Бресте 22 июня 2012 г.

Для туманов свойственна большая изменчивость в пространстве и во времени. Она обусловлена не только общими циркуляционными и радиационными факторами, но и местными условиями района (высота места, форма рельефа, экспозиция склонов по отношению к влагонесущим потокам, наличие крупных водоемов, озер, рек и т. д.), влияние которых зачастую бывает доминирующим при образовании туманов

Пространственная структура распространения числа дней с туманами подчиняется ряду закономерностей. Чаще туманы отмечаются на возвышенной территории центральной части и на северо-востоке республики. На Полоцкой, Нарочано-Вилейской и Неманской низинах, Полесской низменности число дней с туманами в году наименьшее – 35–

50 дней, а на Минской и Новогрудской возвышенностях наибольшее – 65–100 дней. Это обусловлено происходящими в последнее время климатическими изменениями.

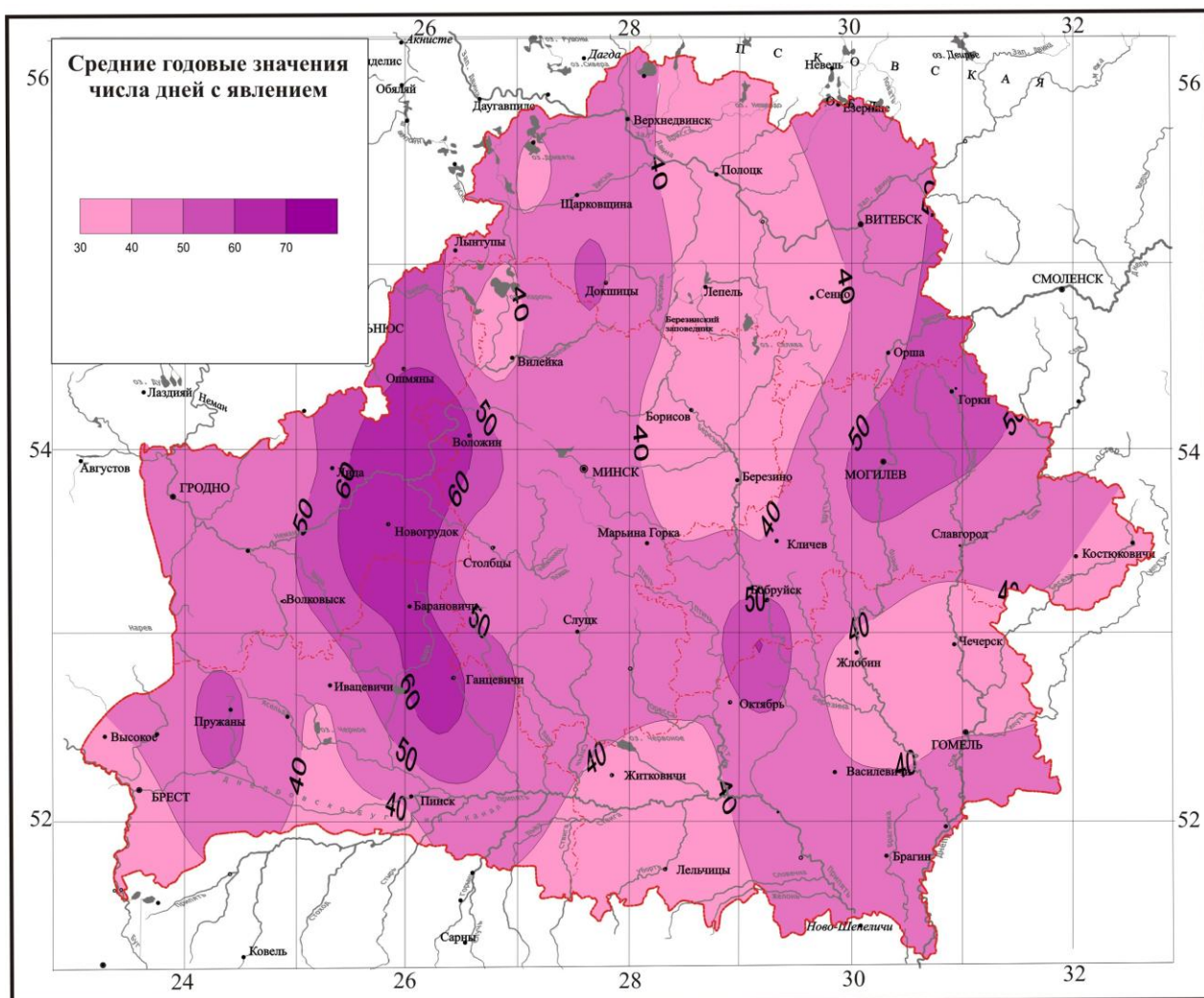


Рисунок 37 - Пространственное распределение среднего годового числа дней с туманами на территории Беларуси

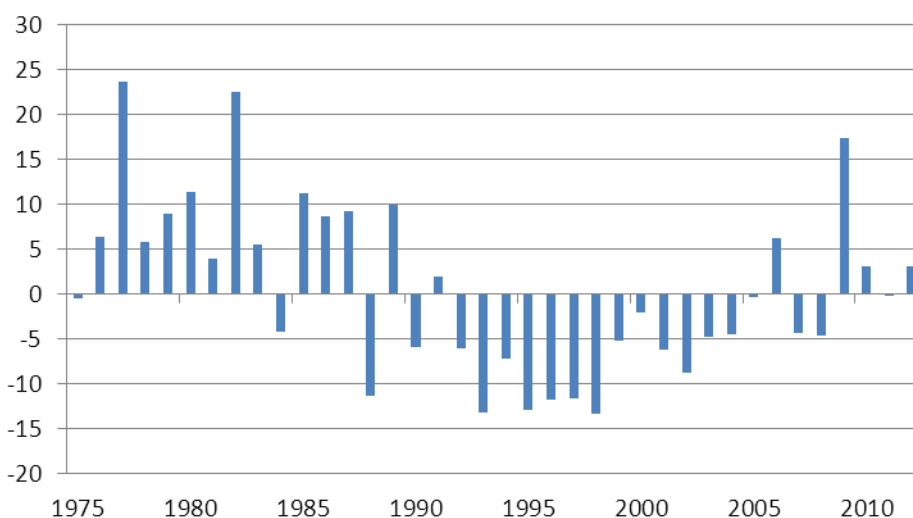


Рисунок 38 - Отклонение среднего годового количества дней с туманами от нормы за период 1975-2012 гг.

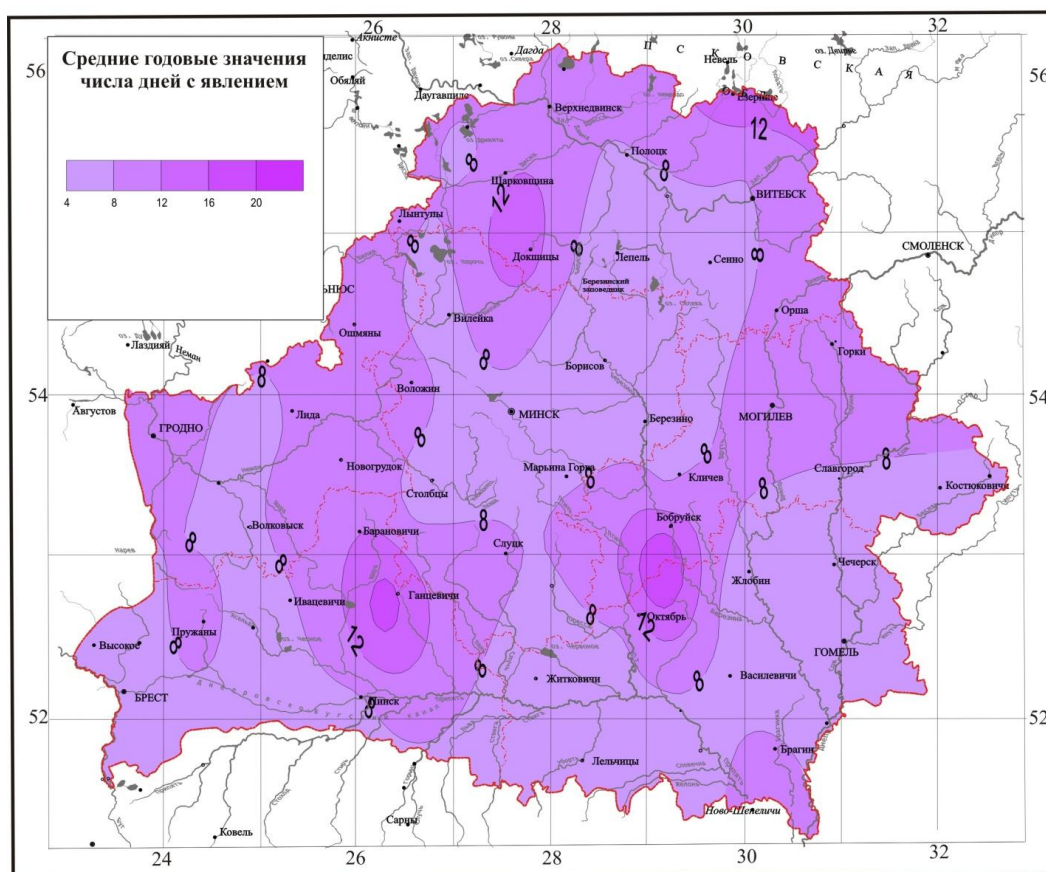


Рисунок 39 - Пространственное распределение среднего числа дней с туманами за май-август на территории Беларуси

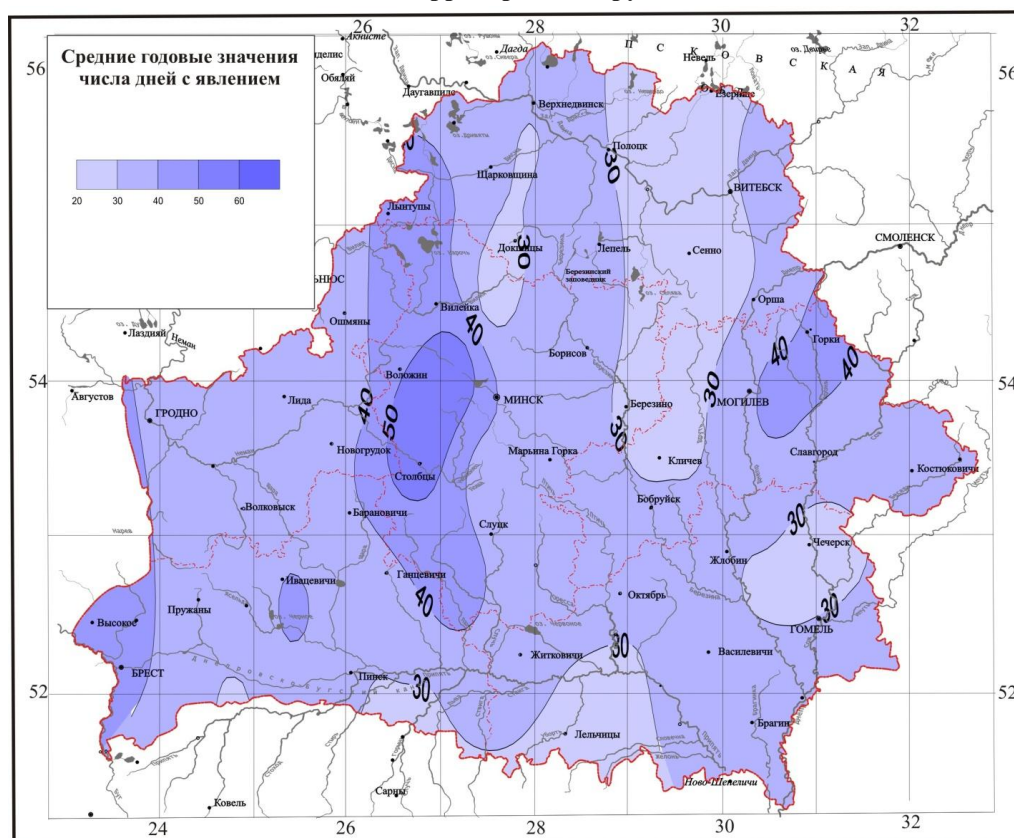


Рисунок 40 - Пространственное распределение среднего числа дней с туманами за сентябрь-апрель на территории Беларуси

Среднее число дней с туманами за год на территории Беларуси составляет около 40 дней и колеблется от 30 до 75, возрастая от низин к возвышенностям, в результате подъема и трансформации влажных воздушных масс по наветренным склонам.

Минимальное количество дней с туманами (30-40) формируется на юго-западе (Брестское Полесье) и на северо-востоке (Полоцкая низменность). Наибольшее количество дней с туманами наблюдается на Ошмянской, Новогрудской и Минской возвышенностях (60-75 дней).

Иногда туманы могут стать ОМЯ. Примером может служить событие, которое отмечалось 01–03.11.1984 г., когда под влиянием антициклона с центром в районе Львова, охватившего большую часть Европейской территории, принесшего теплый и влажный воздух со Средиземного моря в приземном слое образовались очень мощные интенсивные инверсии при увеличении температур до 5–10 °С, которые сохранились и в дневные часы и спровоцировали очень сильные туманы. В этот период в отдельных районах Брестской, Гродненской и Минской областей отмечались очень сильные туманы. Так, в Барановичах туман с видимостью менее 50 м продолжался 40 ч 51 мин. (с 17.19 ч. 01.11.1984 г. по 10.10 ч 03.11.1984 г.). В Волковыске очень сильный туман продолжался 18 ч 5 мин. (с 18.20 ч. 01.11.1984 г. до 12.25 ч. 02.11.1984 г.). В Стародорожском районе Минской области туман с видимостью менее 50 м образовался в 21.00 ч 1 ноября и продолжался до 12.00 ч 3 ноября (продолжительность 39 ч.).

Шквалы

Шквал – резкое кратковременное усиление ветра до 20–30 м/с и выше, сопровождающееся изменением его направления, связанное с конвективными процессами. Шквал – явление, которое длится несколько минут, захватывает узкую полосу в несколько сотен метров. Возникновение шквалов связано с развитием мощных кучево-дождевых облаков, сопровождающихся большей частью грозами и ливнями, часто с градом.



Различают внутримассовые и фронтальные шквалы. Возникновение внутримассовых шквалов связано с развитием кучево-дождевых облаков. Фронтальные шквалы перемещаются вместе с фронтом. Интенсивность их растет с увеличением температурных контрастов и скачков на фронте ветра и давления как факторов шквалообразования.

На территории Беларуси выделяются несколько районов интенсивной шквалистой деятельности. Выделяются северо-восточный район (Езерище) и северо-западная часть (Докшицы, Шарковщина, Верхнедвинск). Активная шквалистая деятельность отмечается в Предполесском регионе по линии Волковыск – Слуцк – Бобруйск. Именно в этом регионе ранее отмечался либо рост скорости ветра, либо незначительное его падение.



Последствия шквалистого усиления ветра, ливневого дождя и грозы в Гомельской области (<http://www.sb.by/post/164253/>)



Последствия шквала в г.Бресте 15 апреля 2015 г.

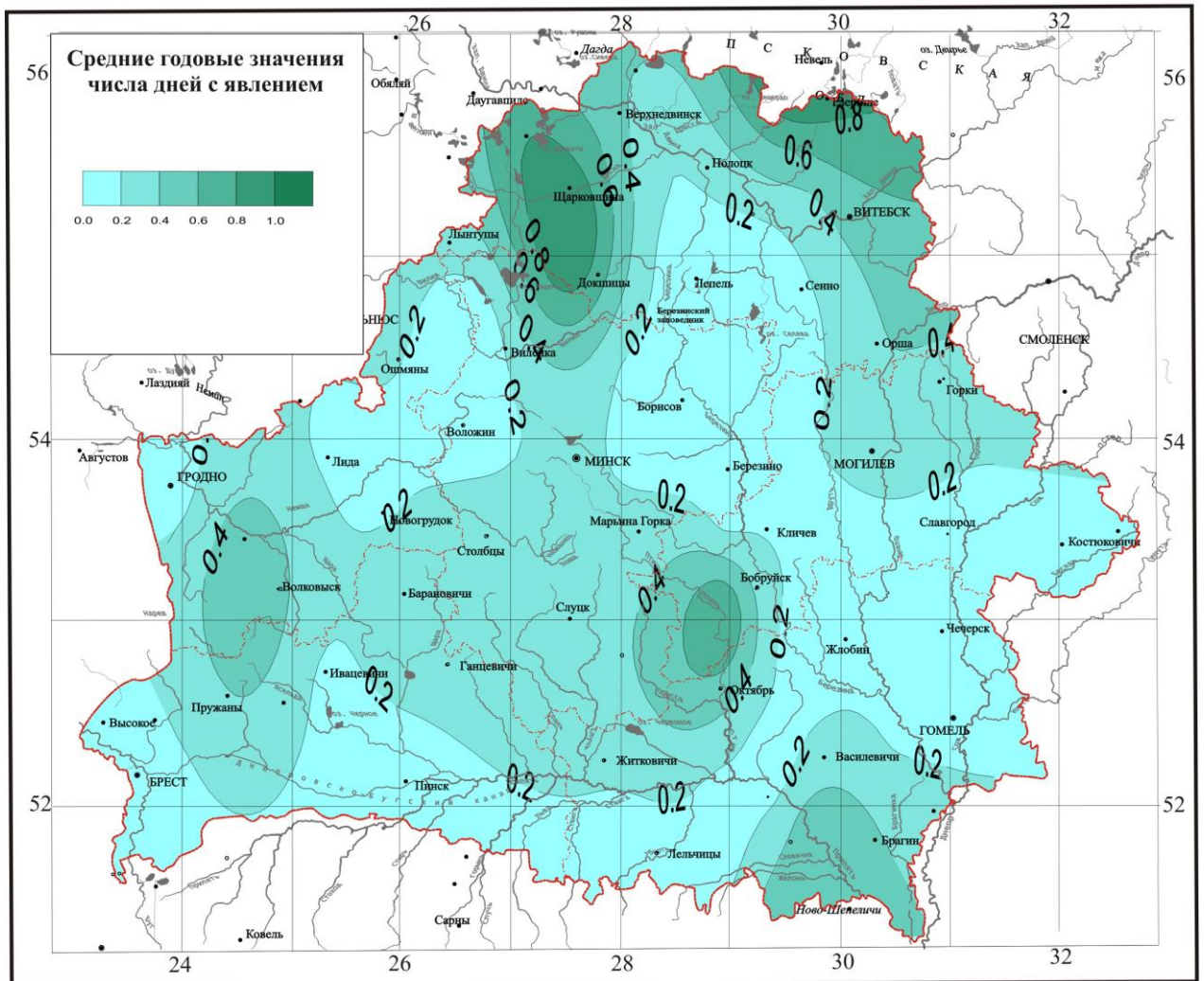


Рисунок 41 - Пространственное распределение среднего годового значения дней со шквалами на территории Беларуси

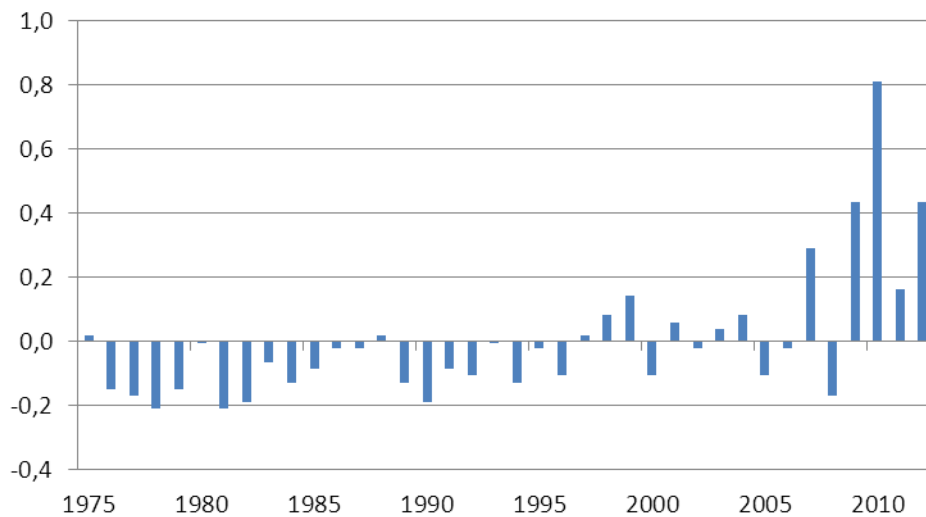


Рисунок 42 - Отклонение среднего годового количества дней со шквалами от нормы за период 1975-2012 гг.

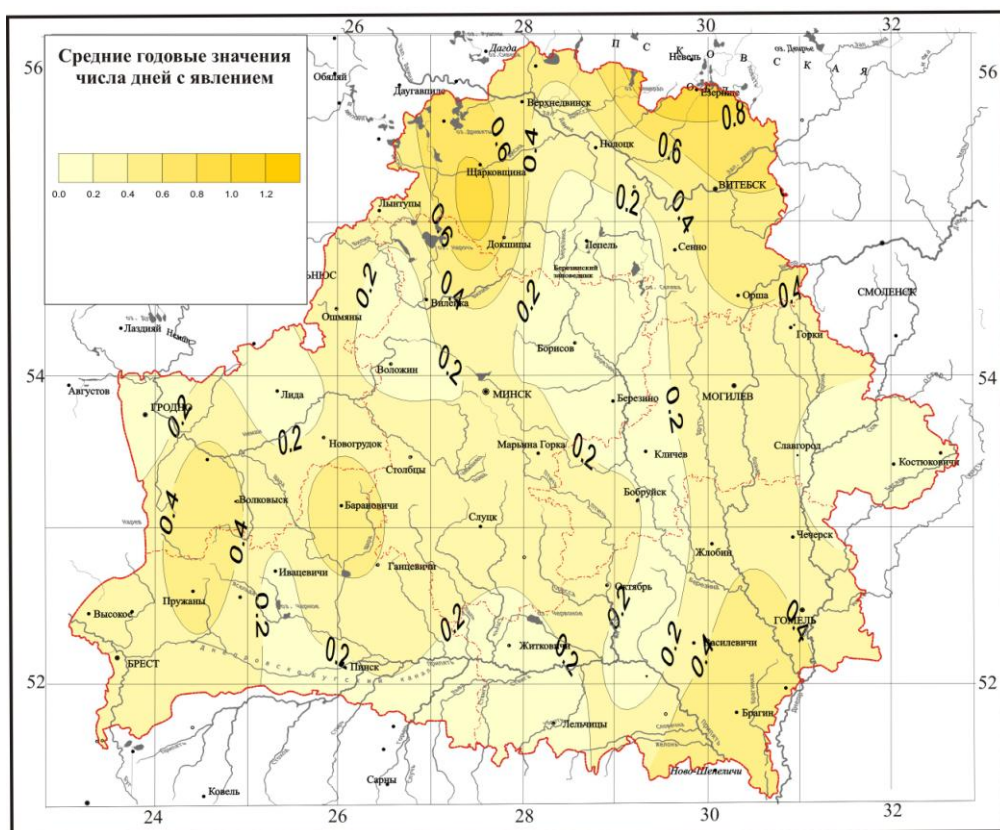


Рисунок 43 - Пространственное распределение среднего годового значения дней со шквалами на территории Беларуси за март-сентябрь

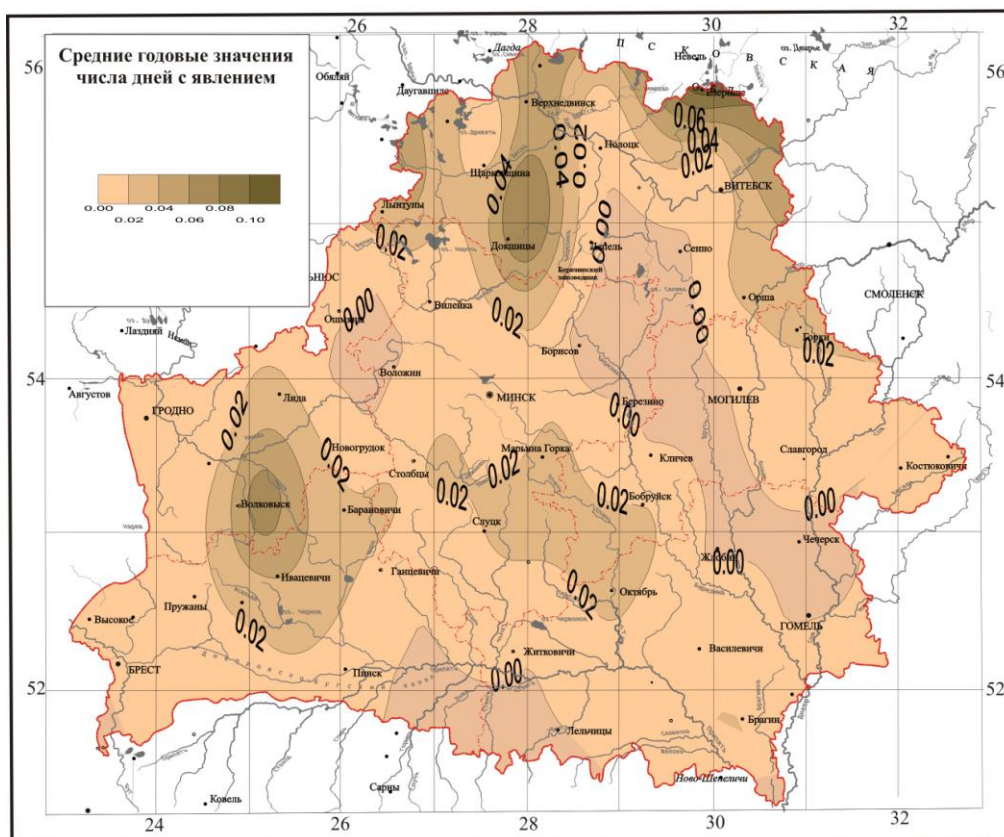


Рисунок 44 - Пространственное распределение среднего годового значения дней со шквалами на территории Беларуси за октябрь-февраль

Шквалы наблюдаются преимущественно в теплое время года, в период с апреля по август, на юге Беларуси отдельные шквалы отмечаются в марте и сентябре. Нередко шквалы сопровождаются дождями ливневыми, грозой, в ряде случаев с градом, а если почва сухая и нет осадков – пыльной бурей. В целом за теплый период наблюдается около 4 дней с разрушительными шквалами, которые захватывают до 5–10 административных районов.

Шквалы наносят значительный ущерб хозяйству страны. С 25 июня 2004 г. Беларусь находилась в ложбине от циклона над Скандинавским полуостровом, 27 июня холодный фронт с волнами с юго-запада республики проходил через запад Украины, в результате Беларусь находилась под южными потоками в передней части глубокой ложбины от циклона у берегов Гренландии.. В результате этого 27–29 июля 2004 г. отмечались сильные ливневые дожди, сопровождавшиеся шквалами: на метеостанции Полесская (Брестская область) 27 июля 2004 г. с 16.20 до 16.30 наблюдалось шквалистое усиление ветра порывами до 25 м/с. В результате шквалистого усиления ветра местами по Брестской области повреждены крыши зданий, наблюдалось отключение автоматических телефонных станций, произошли обрывы проводов. В Минске из-за сильных ливней были затоплены подвалы зданий, затопило проезжие части улиц, произошли падения деревьев. 25 июля 1 человек утонул. 27 июля от грозового разряда 1 человек погиб, 1 получил электротравму и ожог тела. В Беларуси 15 марта 2014 г. отмечалось шквалистое усиление ветра. В результате прохождения сильного ветра пострадали 87 населенных пунктов в 22-х районах Брестской, Гомельской, Минской и Могилевской областей, были обесточены 1309 населенных пунктов, повреждены кровли 41 жилого дома, 8 объектов соцкультбыта, 109 сельскохозяйственных зданий. Больше всего от разрушительного шквала пострадали здания и сооружения в Гомельской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев, С.М. Эволюционная классификация мезомасштабных линий шквалов / С.М. Абдуллаев, О.Ю. Ленская // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 3. – С. 24–32.
2. Автоматическая метеостанция WXT510 – профессиональное решение вопроса организации метеорологических наблюдений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://danio.ru/wxt510>. – Дата доступа : 11.08.2013.
3. Алисов, Б.П. Климатология : учебник / Б.П. Алисов, П.А. Полтораус. – М.: Изд-во Московского университета, 1974. – 300 с.
4. Астапенко, П.Д. Вопросы о погоде. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1982. – 240 с.
5. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; Д.П. Беспалов [и др.]; ред.: Л. К. Сурыгина. – Санкт-Петербург : Д'АРТ, 2011. – 248 с.
6. Атмосферные осадки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/atmosfernye-osadki.html>. – Дата доступа : 15.03.2013.
7. Брылеўскі, М.М. Фізічная геаграфія Беларусі: практыкум для студ. геаграфіч. фак. спец. G 31 02 01 «Геаграфія» / М.М. Брылеўскі, Я.У. Марозаў. – Мінск : БДУ, 2003. – 47 с.
8. Будыко М.И. Изменения климата / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
9. Будыко, М.И. Глобальная экология / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 328 с.
10. Будыко, М.И. Климат в прошлом и будущем / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 352 с.
11. Витвицкий, Г.Н. Зональность климата Земли / Г.Н. Витвицкий. – М.: Изд-во «Мысль», 1980. – 220 с.
12. Влажность воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://meteorologist.ru/plotnost-vozduha.html>. – Дата доступа : 15.09.2013.
13. Влажность воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.geosite.ru/index.php/2011-01-11-14-45-02/141-2011-10-02-14-59-59/786-vlaj-vozdyh.html>. – Дата доступа : 09.04.2013.
14. Вода в атмосфере http://edu2.tsu.ru/html/1798/text/2_7.htm. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / – Дата доступа : 15.03.2013.
15. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология / В.И. Воробьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 550 с.
16. Геаграфія Беларусі : Энцыклапедычны даведнік / рэдкал. М.М. Курловіч [і інш.] – Мінск : Беларус. энцыкл., 1992. – 382 с.
17. Географический атлас для учителей средней школы / Отв. ред. Л.Н. Колосова.

– Москва: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1982. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://geography.su/atlas/item/f00/s00/z0000000> . – Дата доступа : 15.02.2013.

18. Герасимович, А.И. Математическая статистика : учеб. пособие для инж.-техн. и экон. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 279 с.

19. Давыденко, О.В. Агроклиматическое районирование Беларуси в условиях изменения климата / О.В. Давыденко [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/4723/1/16%20ДАВЫДЕНКО.pdf>. – Дата доступа : 15.09.2013.

20. Дроздов, О.А. Климатология / О.А. Дроздов [и др.]; под ред. О.А. Дроздова, Н.В. Кобышевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 567 с.

21. О гидрометеорологической деятельности: Закон Республики Беларусь от 9 янв. 2006 г. № 93–З [Электронный ресурс] / Право. Законодательство Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – Режим доступа : <http://pravo.kulichki.com/zak/new03/newc2468.htm> . – Дата доступа : 25.01.2007.

22. Зафиксирован новый рекорд минусовой температуры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / <http://news.mail.ru/inworld/belorussia/society/16011489/>. – Дата доступа : 15.12.2013.

23. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2004 г. ВМО, № 983 , 2005, 14р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.wmo.ch/web/wcp/wcp_prog.htm . – Дата доступа : 15.03.2013.

24. Землеведение : учеб. пособие для студ. вузов / Ю.П. Селиверстов, А.А. Бобков. – Москва : Изд. центр «Академия», 2004. – 304 с.

25. Зубашенко, Е.М. Региональная физическая география. Климаты Земли: учебно-методическое пособие. / Е.М. Зубашенко, В.И. Шмыков, А.Я. Немыкин, Н.В. Полякова. – Воронеж: ВГПУ, 2007. Часть 1. – 183 с.

26. Изменения климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов [и др.] ; под общ. ред. В.Ф. Логинова; Ин-т пробл. испол. природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Минск : ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.

27. Измерение времени в древности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mjim.ru/izobreteniya/138-izmerenie-vremeni-v-drevnosti.html>. – Дата доступа : 15.09.2013.

28. Израэль, Ю.А. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий / Ю.А. Израэль [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2001. – №5. – С. 5–21.

29. История изобретения барометра . [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kipstory.ru/pribori/barometr/>. – Дата доступа : 15.03.2013.

30. Каўрыга, П.А. Метэаралогія і кліматалогія. Практыкум : вучэб. дапам. / П.А. Каўрыга. – Мінск: Вышэйшая школа, 2011. – 223 с.

31. Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем / А.В. Кислов. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 280 с.
32. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 1996. – 234 с.
33. Конспект лекций по курсу «Метеорология и климатология» для студентов спец. 7.07.0801 «Экология и охрана окруж. среды» / Сост.: Н.Б. Куцкая. – Рубежное, 2002. – 167 с.
34. Косарев, В.П. Лесная метеорология с основами климатологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство» / В.П. Косарев, Т.Т. Андриющенко ; под ред. Б.В. Бабилова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2007. – 288 с.
35. Костюкевич, Н.И. Лесная метеорология / Н.И. Костюкович. – Минск: Вышэйшая школа, 1975. – 288 с.
36. Куликов, С. Нить времён. Малая энциклопедия календаря / С. Куликов. – М.: Наука, 1991. – 288 с.
37. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
38. Логинов, В.Ф. Изменения климата и их последствия / В.Ф. Логинов, Г.И. Сачок, В.С. Микуцкий. – Минск : Тонпик. – 2003. – 330 с.
39. Логинов, В.Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока. – Минск : Бел. навука, 2010. – 129 с.
40. Любушкина, С.Г. Общее землеведение : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. «География» / С.Г. Любушкина, К.В. Пашканг, А.В. Чернов; под ред. А.В. Чернова. – М.: Просвещение, 2004. – 288 с.
41. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы / Л. Т. Матвеев. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 725 с.
42. Местные ветры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа / <http://oceanfromspace.scanex.ru/ndex.php/wind>. – Дата доступа : 15.03.2013.
43. Метеорологические станции Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / <http://www.belmeteo.net/stations.html> . – Дата доступа : 15.03.2013.
44. Метеорология и климатология [Текст] : сб. описаний лаб. работ для подготовки дипломированного спец. по направлению 656200 «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство» спец. 250201 «Лесное хозяйство» / Федеральное агентство по образованию, Сыкт. лесн. ин-т – фил. ГОУ ВПО «С.-Петербур. гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова», каф. воспроизводства лесн. ресурсов ; сост. В. И. Прошева. – Сыктывкар : СЛИ, 2007. – 16 с.
45. Монин, А.С. История климата / А.С.Монин, Ю.А. Шишков. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 408 с.

46. Моргунов, В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений : учебник / В.К. Моргунов. – Ростов/Д. : Феникс. – Новосибирск : Сибирское соглашение, 2005. – 331 с.
47. Нацыянальны атлас Беларусі : атлас / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь; пад рэд. М.У. Мясніковіча. – Мінск : РУП «Мінская друкарская фабрыка», 2002. – 292 с.
48. Неклюкова, Н.П. Общее землеведение / Н.П. Неклюкова. – М.: Просвещение, 1976. – 366 с.
49. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях: ТКТ 17.10-12-2009 (02120). – Минск : Минприроды, 2009. – 186 с.
50. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила проведения обработки материалов метеорологических наблюдений на станциях: ТКТ 17.10-37-2011 (02120). – Минск : Минприроды, 2011. – 69 с.
51. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила проведения аэрологических наблюдений и работ: ТКТ 17.10-30-2011 (02120). – Минск : Минприроды, 2009. – 41 с.
52. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила проведения проверки приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях: ТКТ 17.10-18-2009 (02120). – 84 с.
53. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила организации агрометеорологических наблюдений и работ: ТКТ 17.10-09-2008 (02120). – Минск : Минприроды, 2008. – 159.
54. Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. Правила организации государственной сети гидрометеорологических наблюдений и сети наблюдений для целей мониторинга окружающей среды: ТКТ 17.10-23-2010 (02120). – Минск : Минприроды, 2010. – 45 с.
55. Парниковый эффект, изменения климата и экосистемы / Под ред. Б. Болина [и др.]. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 560 с.
56. Пашканг, К.В. Практикум по общему землеведению / К.В. Пашканг. – М.: Высшая школа, 1982. – 223 с.
57. Погосян, Х.П. Общая циркуляция атмосферы / Х.П. Погосян. – Л.: Гидрометеоздат, 1961. – 323 с.
58. Погосян, Х.П., Атмосфера Земли / Х.П. Погосян, З.Л. Туркетти. – М.: Просвещение, 1970. – 312 с.
59. Практикум по синоптической метеорологии. Руководство к лабораторным работам по синоптической метеорологии и атлас учебных синоптических материалов: учебное пособие - Санкт-Петербург: РГГМУ, 2005.- 304 с.

60. Республиканский Гидрометеорологический центр. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа / <http://hmc.by/observer/>. – Дата доступа : 15.03.2013.
61. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. – СПб.; Москва : Летний сад, 2008. – Т. 1: А-И. – 336 с.
62. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. – СПб.; Москва : Летний сад, 2008. – Т. 2: К-П. – 312 с.
63. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. – СПб.; Москва : Летний сад, 2009. – Т. 3: Р-Я. – 216 с.
64. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. – Л.: Гидро-метеоздат, 1987. – Ч. II Вып. 1: Европейская часть СССР и Закавказье. – 299 с.
65. Справочник по климату Беларуси. / Гос. комитет по гидрометеорол. РБ. Гос. кадастр по климату / ред. М.А. Гольберг. – Минск : Главгидромет, 1998. – Ч. 1: Температура воздуха и почвы – 84 с.
66. Справочник по климату Беларуси. / Мин-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь ; под общ. ред. М.А. Гольберг – Минск : «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ», 2003. – Ч. 4: Ветер. Атмосферное давление – 124 с.
67. Справочник по климату Беларуси. – Минск : Гос. комитет по гидрометеорол. РБ. Гос. кадастр по климату, 1999. – Ч. II: Осадки – 74 с.
68. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. / отв. ред. Н.А. Малишевская. – Л. : Гидрометеорол. изд-во, 1968. – Ч. V: Облачность и атмосферные явления – 212 с.
69. Степановских, А.С. Экология: учебник для вузов / А.С. Степановски. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.
70. Стернзат, М.С. Метеорологические приборы и измерения / М.С. Стернзат. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1978. – 216 с.
71. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : справочник / Мин-во природ. ресурс. и охр. окруж. среды Респ. Беларусь ; под общ. ред. М.А. Гольберга – Минск : Бел. науч.-исслед. центр Экология, 2002. – 132 с.
72. Строение атмосферы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://nsportal.ru/shkola/geografiya/library/urok-po-teme-atmosferatempe-raturavozdukha>. – Дата доступа : 15.03.2013.
73. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Межве-домственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. – Москва, -2002. – 123 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.unfccc.int. – Дата доступа : 23.04.2013.
74. Учебно-методический комплекс по метеорологии и климатологии [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.brsu.by/content/uchebno-metodicheskii-kompleks-po-meteorologii-i-klimatologii>. – Дата доступа : 10.05.2013.

75. Хромов, С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

76. Хромов, С.П. Метеорология и климатология: учебник / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – М.: МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 582 с.

77. Часовые пояса на территории РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/c24249d3-ecaa-4521-9b8d-35fbaa734d2b/003.swf>. – Дата доступа : 15.03.2013.

78. Шкляр, А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А.Х. Шкляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.

Учебное издание

Логинов Владимир Федорович
Волчек Александр Александрович
Валуев Владимир Егорович
Герменчук Мария Григорьевна
Комаровская Елена Владимировна
Курчевский Сергей Михайлович
Мажайский Юрий Анатольевич
Мельник Виктор Иванович
Мешик Олег Павлович
Микуцкий Владимир Станиславович
Шпока Ирина Николаевна

АТЛАС
ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Учебное пособие

Ответственный за выпуск: А.А. Волчек
Печатается в авторской редакции
Корректор: С.А. Ардашева

Подписано в печать 17.05.16. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная
Гаранитура Таймс. Печ. л. 7,25. Тираж 70 экз. Заказ №
«Times».

Отпечатано: