

## VOLCHEK A.A., PARFOMUK S.I. Modern changes of water resources for the Republic of Belarus

Superficial water resources of Belarus for the period of 1960–2009 are specified. Redistribution of water resources for the basins of main rivers and administrative areas is marked. The comparative analysis of various maps of annual runoff for the Republic of Belarus has shown, that for the Zapadnaya Dvina River basin the insignificant increase of values is established, and for the Prypiat River basin the growth of runoff for the values 0.4–1.7 km<sup>3</sup> is marked. For the Neman and Vilia Rivers basins the decrease of runoff values is revealed. The characteristic change of the runoff is not marked for the other basins.

УДК 624.07.042 (045.5) 083.74

Валуев В.Е., Мешик О.П.

## ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЛИМАТОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ / ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА БЕЛАРУСИ

**Введение.** В условиях аномальных колебаний основных климатических характеристик европейские страны, включая Беларусь, последнее десятилетие активно занимаются совершенствованием содержательной части нормативных документов, по которым осуществляется назначение общих нагрузок и воздействий на здания и сооружения. При этом моделируются расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, отражающие вклад местных условий.

Вышедшие в свет национальные Технические кодексы установившейся практики (ТКП) идентичны Европейским стандартам (EN) в части нормирования *снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий* (таблица).

**Изученность и статистические оценки снегозапасов.** При исследовании *снеговых нагрузок* на здания и сооружения путем прямого использования разобщенных необработанных материалов снегомерных и осадкомерных наблюдений, в предлагаемые физико-математические модели априори вносятся существенные знакопеременные ошибки. Неискаженная картина пространственно-временного распределения снегового покрова по территории Беларуси получена при подготовке государственного стандарта [1] в процессе предварительной обработки имеющихся данных наблюдений по 27 характерным пунктам. Однако большая часть территории Беларуси не охвачена данными наблюдений за снежным покровом, особенно южная часть Витебской области и северная часть Припятского Полесья. Требование к репрезентативному (равномерному и достаточному) расположению точек с метеорологической информацией является обязательным условием при анализе временных рядов снегозапасов (снеговых нагрузок), их картографировании и оценивании погрешностей. В ходе предварительной обработки опытных (экспериментальных) данных отсеяны грубые погрешности, связанные с измерением снегозапасов, осуществлена проверка соответствия распределения результатов измерения / наблюдения закону нормального распределения. Когда классическая гипотеза оказалась неприемлемой, установлено – какому закону распределения подчиняются опытные данные по снегозапасам на локальных

территориях Беларуси. Сделана также попытка корректно преобразовать альтернативное распределение к нормальному и принять на этот счет адекватное решение.

Опыт обработки временных рядов метеозапасов [7] указывает на поэтапный характер анализа информации, связанный с целесообразностью выделения периодических, регулярных и сезонных циклов (годового, сезонного, суточного хода), а также нерегулярных циклов (тренда, непериодических, квази-периодических составляющих); сглаживания и фильтрации отдельных частот; проверки на случайность колебаний; исследования однородности колебаний во времени и пространстве; прогноза колебаний.

В условиях недостатка точек опорной сети с информацией о снегозапасов осуществлялась разработка аналитических зависимостей, аргументами которых являются основные факторы климатообразования и косвенные физико-географические признаки. В описываемом случае высокую точность картографирования снегозапасов обеспечили трехмерные функции, отражающие их зависимость от широты, долготы метеопункта и абсолютной отметки высоты расчетной точки. Репрезентативность пространственного распределения расчетных точек качественно оценена с помощью критерия ( $\chi^2$ ). С этой целью, территория Беларуси разделена на участки (области), включающие контрольные точки, при допущении, что оптимальным «шагом» между метеопунктами является 20 километров. Но на фоне фактической плотности метеорологической сети, при выполнении исследований снегозапасов, локальные участки (20км x 20км) часто не включали в себя реальные метеопункты. В этом случае, в качестве границ областей нами использованы границы полей, специально построенных изокоррелят твердых осадков. Сравнение значений ( $\chi^2$ ), полученных с критическими, позволило сделать вывод о равномерности распределения точек расчетной (опорной) сети по участкам принятого оптимального размера.

В работах [8, 9, 10, 11], с учетом имеющейся базы экспериментальных данных (БД), в комплексе исследованы основные характеристики снегозапасов в условиях современных (период 30–60 лет) колебаний/изменений климата Беларуси. Выполнено также описание вариации

Таблица. Наименование и степень соответствия государственных стандартов европейским стандартам

Наименование государственного стандарта	Степень соответствия	Наименование европейского стандарта
1	2	3
ТКП ЕН 1991-1-3-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки [1]	IDT	EN 1991-1-3:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки [2]
ТКП ЕН 1991-1-4-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия [3]	IDT	EN 1991-1-4:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия [4]
ТКП ЕН 1991-1-5-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–5. Общие воздействия. Температурные воздействия [5]	IDT	EN 1991-1-5:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–5. Общие воздействия. Температурные воздействия [6]

**Валуев Владимир Егорович**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

**Мешик Олег Павлович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

онных кривых с помощью математических моделей функции распределения (нормального, Вейбулла, Гумбеля, Фреше), предложены карты районирования территории по рекомендуемым к использованию типам распределения и изолиний характеристических значений снеговых нагрузок (обеспеченностью 0,98; период повторяемости 50 лет).

Проект актуализированной, для современных условий Беларуси, карты снеговых районов и соответствующих им характеристических значений снеговых нагрузок на грунт (период повторяемости 50 лет) [10] использован при разработке Национального приложения к ТКП ЕН 1991-1-3-2009 [1].

При решении многоаспектных проблем строительной климатологии и экологической безопасности территорий необходим комплексный, системный подход, интегрирующий их связь с ключевыми отраслями экономики, обороны и обеспечением защиты здоровья и благополучия населения. Поэтому важнейшим этапом в прикладных исследованиях является информационное обеспечение актуальных для государства комплексных задач.

Сохраняемые госучреждениями базы ретроспективных данных (БД) являются фрагментами реальности идентифицируемых ныне процессов, систем, объектов и др., они должны поддерживаться в среде ЭВМ единым программным обеспечением. Концепция БД должна включать использование интегрированных средств хранения и защиты информации, централизованное управление данными, целевое обеспечение ими пользователей на безвозмездной основе. Заслуживает положительной оценки интеграционный характер геоинформационных систем (ГИС), позволяющих осуществлять сбор, хранение, защиту, систематизацию, анализ и наглядное представление важнейшей, в условиях изменений климата, информации.

Статистические оценки снегозапасов, представленных экспериментальными данными за период наблюдений с 1945 по 2006 год по репрезентативным 27 пунктам Беларуси, позволили установить годовые максимумы снеговых нагрузок с учетом современных колебаний климата (за период 30–60 лет).

Использование в качестве базовой величины характеристических значений снеговой нагрузки со средним периодом повторяемости 50 лет, часто близким к устанавливаемым срокам службы зданий и сооружений, позволило не только наиболее полно задействовать в исследовании репрезентативную экспериментальную информацию о снеговом покрове в точках опорной сети, но и повысить гарантию снижения погрешности в процессе перехода к расчетным значениям снеговой нагрузки.

Учитывая возможность возникновения аномальных процессов формирования снегового покрова в разнорочной перспективе, можно выполнить перерасчет по единой методике нормативных значений снеговых нагрузок, исходя из иных, востребованных строительной практикой, периодов повторяемости и сроков службы сооружений.

По итогам данного исследования, напрашивается вывод о необходимости комплексного использования экспериментальной информации в контексте расширенного / совместного анализа гидролого-климатических, тепловодобалансовых и гидрогеологических показателей/характеристик, актуальных для застраиваемых территорий, в целом, и для статистических оценок воздействий на несущие конструкции зданий и сооружений, в частности.

**Оценка ветровых и температурных воздействий на конструкции.** Воздействия ветра на наземные сооружения, их элементы и выступающие части, согласно государственному [3] и европейскому стандарту [4], оцениваются по методикам, увязанным с их местоположением, типом местности и т.д. и разработанным с использованием репрезентативных метеорологических данных. При этом, классификация типов местности дает возможность учитывать влияния орографических барьеров, включая высоту смещения; близкорасположенных сооружений; ландшафтных особенностей и шероховатости подстилающей поверхности. В нормативных документах пока не учитываются воздействия местных тепловых эффектов на ветровой режим (смерчи, торнадо и т.п.) Ветровые воздействия считаются переменными, действующими в форме давления по нормали на внешние поверхности наружного ограждения зданий, и на внутренние, если внешние – прощитаемы. Базовые значения ветровых воздействий являются характеристическими значениями скорости ветра/ скоростного напора с годо-

вой вероятностью превышения 0,02, что соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет. Практическое моделирование ветровых воздействий на конструкции осуществляется, исходя из условия непревышения вероятности базовых значений рассчитанными ветровыми воздействиями. Климатический режим ветра, профиль скорости ветра по высоте и направлению, зависящий от шероховатости земной поверхности и орографии, влияние высоты расчетной точки над уровнем моря, компоненты турбулентности, учтенные в моделях, позволяют наиболее полно и точно оценить динамическую реакцию сооружения на ветровые воздействия.

Разработчики Национального приложения к Техническому кодексу установившейся практики [3] учли опыт европейского стандарта [4] и использовали характеристики ветрового режима, полученные в условиях Беларуси путем прямых измерений скорости ветра и направления ветра с помощью ветроизмерительных приборов, установленных на специальных мачтах высотой 10–12 м. В процессе предварительной обработки экспериментальных данных за весь период наблюдений (30–60 лет) использованы поправки для перехода от скорости ветра по флюгеру к скорости ветра по анеморумбометру, учтены формы рельефа и степень открытости ветроизмерительного прибора.

Средние месячные и годовые скорости ветра за репрезентативный среднесезонный период получены экспериментальным путем со средней квадратической ошибкой 0,06–0,12 м/с.

Относительная характеристика временной изменчивости скорости ветра в пунктах, отличающихся по средней скорости, осуществлялась по коэффициентам вариации. Например, при коэффициенте вариации, равном 0,5, среднее квадратическое отклонение равно половине средней многолетней средней суточной скорости ветра.

Средняя квадратическая ошибка расчетных значений коэффициентов асимметрии средней суточной скорости ветра зависит от периода наблюдений (например, для 15-летнего ряда 0,12). При этом срочные значения скорости ветра за период, меньший всего периода наблюдений, использованы для их приведения к достаточному периоду наблюдений с соответствующей поправкой, при учете средней квадратической ошибки (0,10–0,17 м/с).

Использование в исследовании длинных рядов данных позволяет зафиксировать большие, редко наблюдаемые скорости ветра, более точно оценить повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра. Ошибка в этих оценках может измениться от 0,05 до 0,8 % при увеличении повторяемости от 0,1 до 50 %.

По результатам комплексного исследования статистических оценок характеристик ветрового режима сформулированы требования и национальные параметры, которыми необходимо пользоваться при учете ветровых воздействий на здания и сооружения на территории Республики Беларусь. Проект карты ветровых районов и соответствующие им основные значения базовой скорости ветра (22 м/с; 24 м/с) использованы разработчиками Национального приложения к ТКП ЕН 1991-1-4-2009 [3]. Методологические подходы, апробированные в исследованиях ветрового режима, могут быть использованы в дальнейшем, по мере расширения базы экспериментальных данных и с целью уточнения статистических оценок.

*Температурные воздействия* на элементы конструкций учитываются при определении их расчетных параметров, подвергаемых суточным и годовым колебаниям температуры. Если конструкции не подвергаются температурным воздействиям, обусловленным климатическими условиями, данный вид воздействий не учитывается.

Изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение приводят к изменению распределения температуры в составных элементах зданий и сооружений. В соответствии с Европейскими стандартами [6], оценка годовой минимальной и максимальной температур наружного воздуха сводится к установлению их характеристических значений, соответствующих годовой вероятности превышения  $p=0,02$  для географического положения сооружения, по Национальным картам изотерм [5]. Эти значения скорректированы применительно к высоте местности над уровнем моря, другим значениям вероятности превышения и с учетом влияния азональных (местных) условий. Базовые величины приняты по 60-летним рядам абсолютных максимумов и минимумов температур воздуха по данным 50 метеостанций Беларуси. Средние

многолетние значения температур воздуха (Т) и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  (при нормальном законе распределения вероятностей) использованы в оценке величин температур наружного воздуха расчетной обеспеченности.

Разработанные карты изотерм (характеристические значения температур воздуха) вошли в Национальное приложение к ТКП EN №191-1-5-2009 [5].

Предложены аналитические/ графические зависимости для перехода от максимальных/ или минимальных температур годовой вероятностью превышения  $p=0,02$  к их значениям иной обеспеченности.

Установлены значения статистических параметров функций распределения годовых максимумов и минимумов температуры наружного воздуха для конкретных пунктов и осредненные для территории Беларуси. Обнаруженные различия находятся в пределах допустимой погрешности, что дает возможность принимать единые для территории Беларуси статистические параметры функций распределения максимумов и минимумов температур наружного воздуха.

#### Заключение

1. Решение многоаспектных проблем строительной климатологии и экологической безопасности территории, осуществляемая в Беларуси адаптация Технических кодексов установившейся практики (ТКП) к современным колебаниям основных климатических характеристик и их гармонизация с Европейскими стандартами (EN) вызвали необходимость массового использования метеорологической информации. При этом повышены требования к репрезентативности опорной сети метеорологической информации, используемой в прикладных исследованиях, включая нормирование снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий.
2. Мониторинговая политика государства должна интегрировать комплексные запросы в информации ключевых отраслей экономики, обороны, обеспечения защиты здоровья и благополучия населения. Ключевыми являются вопросы централизованности и иерархичности мониторинговой системы, блочной структуры, свободного доступа и обмена информацией между блоками, стандартизации компьютерных технологий и унификации форм выходной документации.
3. Методики нормирования снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий на конструкции, представленные в государственных и Европейских стандартах, основаны на экспериментальных данных периода аномальных колебаний основных климатических характеристик и отражают их современные тренды.
4. Современные колебания климата Беларуси должны быть учтены при установлении сроков первой проверки и периодичности проверок Национальных приложений к Европейским стандартам.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки: ТКП EN 1991-1-3-2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2009.
2. EN 1991-1-3:2003 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1–3: General actions – Snow loads (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки).
3. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия: ТКП EN № 1991-1-4-2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2010.
4. EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1–4: General actions – Wind actions (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия).
5. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–5. Общие воздействия. Температурные воздействия: ТКП EN 1991-1-5-2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2010.
6. EN 1991-1-5:2003 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1–5: General actions – Thermal actions (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные воздействия).
7. Валуев, В.Е. Статистические методы в природопользовании: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, П.С. Пойта, П.В. Шведовский – Брест: Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с., ил.
8. Тур, В.В. Картографирование основных характеристик снегового покрова по результатам комплексной статистической обработки данных метеорологических наблюдений / В.В. Тур, В.Е. Валуев, С.С. Дереченник, О.П. Мешик // Вестник БрГТУ. – 2008. – №2<sub>(50)</sub>: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика – С. 2–10.
9. Тур, В.В. Опыт районирования территории Беларуси по снеговым нагрузкам / В.В. Тур, В.Е. Валуев, С.С. Дереченник, О.П. Мешик // Вестник БрГТУ. – 2008. – №2<sub>(50)</sub>: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика – С. 10–15.
10. Тур, В.В. Нормирование снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь / В.В. Тур, В.Е. Валуев, С.С. Дереченник, О.П. Мешик, И.С. Воскобойников // Строительная наука и техника. – 2008. – №2. – С. 27–45.
11. Провести исследования и разработать методы определения снеговых нагрузок, определить нормативные снеговые нагрузки на конструкции зданий и сооружений, разработать рекомендации по назначению нагрузок от снегового покрова: научно-технический отчет / В.В. Тур [и др.], № ГР 2007689. – Брест, БрГТУ. – 310 с.

Материал поступил в редакцию 21.03.11

#### VALUYEV V.E., MESHK O.P. Building Climatology problems in contemporary climate change in Belarus

The article analyzes the current problems of building climatology in Belarus. Objects of study are snow loads, wind and temperature effects on buildings and constructions.

УДК 556.5

Волчек А.А., Шешко Н.Н.

### УЧЕТ РАЗОВЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ РУСЛА

**Постановка проблемы.** В настоящее время одной из основных задач природопользования является оценка влияния антропогенной нагрузки и степени ее воздействия на экосистему. При этом главным требованием к природопользованию является обеспечение нормального функционирования экосистемы, как в целом, так и отдельных ее частей. Сброс сточных вод в природные водные объекты

поверхностных и подземных вод. Качество и количество сбрасываемых сточных вод в первую очередь зависят от водоприемника. При этом водоприемник рассматривается в самый критический период, период минимальной водности.

В соответствии с действующими в настоящее время нормативно-техническими документами, расчетным является минимальный

**Шешко Николай Николаевич**, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций факультета водоснабжения и гидромелиорации Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

является значительным фактором в антропогенном загрязнении

месячный (минимальный 30-суточный) расход воды в русле 95 %

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология