

На правах рукописи

Медвинский Георгий Алексеевич

**Методика оценки снеговых нагрузок и ее использование для актуализации
и гармонизации строительных норм и правил**

Специальность 25.00.30. – метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург
2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении
«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор,
зав. лабораторией Технической климатологии
и стихийных явлений ФГБУ «ГГО»
Кобышева Нина Владимировна

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник ФГБУ «ГГО»
Покровский Олег Михайлович;

кандидат физико-математических наук, доцент
зав. межфакультетской учебной лабораторией
Погода и климат РГГМУ
Головина Елена Георгиевна

Ведущая организация: Санкт-Петербургский государственный университет
(СПбГУ), факультет географии и геоэкологии

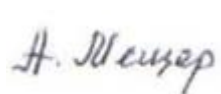
Защита состоится 18 декабря 2013 года в 11 часов на заседании ученого
совета Д.327.005.01 по защите докторских и кандидатских диссертаций в
Федеральном государственном бюджетном учреждении «Главная геофизическая
обсерватория им. А.И. Воейкова» по адресу 194021 г. Санкт-Петербург, ул.
Карбышева, д. 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «ГГО».
Автореферат разослан 17 ноября 2013г

Ученый секретарь совета по защите

докторских и кандидатских диссертаций,

доктор географических наук



А.В. Мещерская

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Наиболее важной нормативной климатологической информацией в строительстве являются данные об атмосферных нагрузках на здания и сооружения. Эти данные содержатся в строительных нормах и правилах (СНиП), которые до конца 80-х годов XX века имели законодательный характер, то есть выполнение всех норм, используемых в них, было обязательным, а неисполнение каралось законом. В начале 90-х годов в связи со стремлением вступить в ВТО, в России было принято постановление правительства, в соответствии с которым СНиП приобрели только рекомендательный характер. Однако за последние годы произошел ряд обрушений зданий, связанных с учетом климатических нормативных параметров. Поэтому в 2010 году было принято новое постановление (№384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений») о том, что вводится регламент, который устанавливает обязательное применение строительных правил.

Регламент предписывает обязательное следование данным СНиП. Предлагается актуализировать и гармонизировать данные преобразования СНиП, т.е. обновление содержащейся в них информации и включение принятых в Европе, новых климатических параметров, что имеет чрезвычайно большое значение для экономики России. Использование данных, актуализированных и гармонизированных с Еврокодами СНиП, повышает экономическую эффективность и надежность строительства зданий и сооружений. Кроме того, поскольку учитываются произошедшие изменения климата, новые СНиП (теперь СП – строительные правила) являются важнейшим адаптационным мероприятием к изменению климата.

Снеговые нагрузки – наиболее сложная разновидность атмосферных нагрузок, т.к. касается очень многих объектов строительства (всего жилого фонда, энергетических сооружений, а также объектов военно-промышленного и сельскохозяйственного строительства). Следует также отметить, что образование снеговых нагрузок зависит от многих климатических факторов, требующих специальных достаточно сложных исследований.

Поскольку у пользователей информации о снеговых нагрузках возникают дополнительные вопросы, важно иметь приложения к СП с рядом рекомендаций по использованию климатических характеристик снеговых нагрузок. В диссертации это сделано в виде раздела «Рекомендации к климатическому обслуживанию». Таким образом, результаты проведенных исследований являются весьма актуальными и могут считаться серьезным вкладом в решение важной государственной проблемы.

Цель работы: на основании анализа условий формирования снеговых нагрузок разработать методику расчета параметров снеговых нагрузок и ввести

их в качестве нормативов в актуализированные и гармонизированные сборники правил строительства зданий и сооружений.

Поставленная цель требует решения следующих основных задач:

- рассмотреть основные закономерности образования снежного покрова у земли и на уровне кровель зданий;
- оценить влияние метеорологических факторов на процессы образования снеговых нагрузок на кровли зданий, включая снегоперенос, снеготаяние, возникновение ледяной корки и висячих наледей на крышах зданий;
- разработать методику нормирования снеговых нагрузок;
- рассчитать нормативные значения снеговых нагрузок на поверхность земли для актуализации СНиП и создания строительных правил (СП);
- составить усовершенствованную карту снеговых нагрузок в связи с гармонизацией СП;
- разработать рекомендации по определению расчетных снеговых нагрузок, при отсутствии в месте строительства данных о снеговых нагрузках в СП для оперативного обслуживания экономики России.

На защиту выносятся следующие основные положения:

- оценка вклада различных климатических факторов формирования снеговых нагрузок;
- разработка методики расчета снеговых нагрузок в целях актуализации и гармонизации СНиП;
- районирование территории России по нормативным снеговым нагрузкам;
- составление рекомендаций для оперативного обслуживания строительства.

Новизна научной работы состоит в следующем:

- на основе выполненных исследований составлены новые климатические карты нормативных значений нагрузок снегового покрова для национальных приложений к Еврокодам;
- составлены впервые рекомендации по определению расчетных снеговых нагрузок для климатологического обслуживания строительства зданий и сооружений;
- показана необходимость корректировки в современных условиях данных о ледяной корке;
- получен вывод о преобладании на территории России уменьшения снеговых нагрузок над ростом;
- обнаружено наличие исключительных (занормативных) нагрузок, которые не введены в Национальное Приложение к Еврокоду и указана необходимость их введения;
- показаны особенности воздействия снеговых нагрузок на мягкие кровли.

Практическая значимость диссертации состоит во включении результатов исследования в актуализированные СП и национальное приложение к Еврокоду, а также предоставление в УГМС рекомендаций по учету снеговых нагрузок при оперативном климатологическом обслуживании. Это можно считать реализацией ГРОКО (глобальная рамочная основа климатологического обслуживания) и включить в национальный сегмент ГРОКО, подготавливаемый в настоящее время.

Апробация работы. Основные результаты работы опубликованы в статье «Методика расчета снеговых нагрузок в связи с актуализацией и гармонизацией с Еврокодами нормативных документов РФ». Петерс А.А., Медвинского Г.А. и включены в актуализированные и гармонизированные нормативные документы и правила по строительству в СП 20.13330.2011. Докладывались и обсуждались на семинарах отдела прикладной климатологии ФБГУ ГГО и на совещаниях молодых специалистов в Обнинске «Снеговые нагрузки на территории России в условиях меняющегося климата» Петерс А.А., Козин С.Ю., Медвинский Г.А.

Публикации. Опубликована статья в рецензируемом журнале «Труды ГГО», а также карты снеговых нагрузок в СП «Нагрузки и воздействия».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений.

Во введении диссертационной работы обоснованы актуальность темы исследования, цель и содержание поставленных задач, определен предмет исследования, раскрыта научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе кратко описана история вопроса. Рассмотрены особенности образования снеговых нагрузок, физика процесса. Описаны факторы, влияющие на данный процесс, методика измерения высоты и веса снежного покрова.

Согласно методическому наставлению гидрометеорологическим станциям и постам при метеорологических наблюдениях на станциях фиксируются высота и плотность снежного покрова, а также толщина и распространенность ледяной корки. Затем по этим данным вычисляются запас воды в снеге и нагрузки на поверхность земли и на покрытия зданий. Данные о нагрузках получают также с помощью непосредственного измерения веса снегового покрова весовым снегомером.

При статистической обработке данных о снеге вычисляются следующие климатические характеристики: средняя дата образования и схода снегового покрова, средняя максимальная по декадам высота снежного покрова, средняя и максимальная плотность снега, средний, максимальный и при максимальной высоте запас воды в снеге на различные даты. Запас воды в снеге численно

равен весу снежного покрова на единицу площади. Кроме того, по высоте снежного покрова и скорости ветра на высоте флюгера и температуре воздуха ниже 0°C рассчитываются характеристики снегопереноса.

Утверждается, что для оценки воздействия снега на покрытие наиболее важными характеристиками являются снеговые нагрузки. Образование снеговых нагрузок достаточно сложный процесс, зависящий от ряда факторов таких, как снегоперенос, образование притертой ледяной корки, таяние снежного покрова при повышении температуры во время оттепелей.

Исследовано накопление снежного покрова на кровле в связи с тем, что в настоящее время с изменением климата меняются также снегозапас и влагозапас воды в снеге. Сделан вывод о необходимости его учета в случаях оценки снеговых нагрузок на сельскохозяйственные сооружения (теплицы, овощехранилища и т.п.), а также влияния снегопереноса на установление связи с твердыми осадками.

Подробно описана методика расчета снегопереноса с примерами расчета. В основе методики лежит распределение скоростей ветра по скорости и продолжительности ветров не менее чем за десять идущих подряд зим при определенных погодных условиях, а именно, температура воздуха ниже 0°C, скорость ветра на высоте флюгера более 6 м/с, высота снежного покрова не менее 10 см. Используемые случаи ветра группируются по направлениям и скоростям, при этом случаи ветра, приходящиеся на промежуточные румбы, делят примерно пополам и относят к соседним основным направлениям.

Образование притертой ледяной корки рассмотрено отдельно, т.к. она обычно не учитывается при определении высоты и плотности снега, поэтому за ней ведутся специальные наблюдения. Образование притертой ледяной корки на поверхности земли вызвано рядом причин. Она может возникать на поверхности земли при замерзании оттаявшего снега после оттепели. Но иногда ледяная корка возникает и под снеговым покровом, когда температура поверхности под снегом низкая. В этом случае водяной пар во время оттепели перемещается из верхних слоев почвы, затем конденсируется и замерзает. Условия образования снега на покрытиях зданий отличаются от условий формирования слоя снега на поверхности земли. Влага, вызывающая образование корки, частично будет удаляться с покрытия сооружений, а частично будет участвовать в создании снеговой нагрузки.

В настоящее время климатические условия изменились. В результате в ряде регионов наблюдается большое увеличение массы ледяной корки, достигающее в предвесенний (февраль-март) период 75% от общей массы снежного покрова. Это связано с увеличением в последнее время числа оттепелей. Автором построены тренды числа оттепелей. Общее представление о характере изменений количества оттепелей на территории России во второй половине XX и начале XXI века дают временные ряды переходов средней суточной температуры воздуха через 0°С.

Таблица 1

Оценки линейного тренда количества оттепелей за период 1936-2010 гг

станция	b	d	Δ
Архангельск	0.7	2	5
Санкт-Петербург	0.9	2	6
Москва	0.7	1	5
Ростов-на-Дону	-0.3	0	-2
Казань	2.6	26	19
Екатеринбург	2.6	35	19
Омск	2.2	31	16
Иркутск	2.2	25	16
Якутск	0.3	8	2
Полины Осипенко	0.2	1	2
Ключи	0.3	4	3
Владивосток	0.8	4	6

Примечание: b — коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет); d - доля суммарной дисперсии (%), объясненная трендом, Δ — суммарное изменение числа дней с оттепелью за указанный период, соответствующее линейному тренду.

Как следует из графиков временные ряды количества оттепелей получены за период 1936-2010 гг. Этот период принят в связи с тем, что большинство станций в России имеют наиболее полные и однородные ряды за последние 75 лет. Линейные тренды получены методом наименьших квадратов. Коэффициент линейного тренда следует интерпретировать как среднюю скорость увеличения (или уменьшения, если тренд отрицательный) исследуемой переменной на рассматриваемом отрезке времени.

Как следует из анализа графиков трендов, представленных в приложениях, число оттепелей на большей части территории России увеличивается, что естественно связано с глобальным потеплением.

Сделана попытка найти связь между твердыми осадками и характеристиками снежного покрова. Работа в данном направлении имеет очень важное значение, так как при наличии достаточно тесной зависимости она могла бы быть использована в климатических прогнозах по результатам модельных расчетов на вторую половину XXI века.

При сравнении количества твердых осадков и максимальных влагозапасов в снежном покрове приходится учитывать целый ряд факторов: для снежного покрова - это оттепели, процессы испарения и конденсации, а для осадков - недостаточная точность их измерения, особенно твердых и отчасти смешанных.

Во второй главе рассматривается методика расчета снеговых нагрузок на земную поверхность.

Снеговые нагрузки определяются весом снежного покрова. Вес снежного покрова при массовых расчетах определяется как функция высоты и его плотности. Естественно, что наибольшая плотность снежного покрова наблюдается в районах наибольшего веса снежного покрова. Многолетние данные о высоте снежного покрова содержатся в электронной версии научно-прикладного справочника России. Вес снежного покрова на единицу площади, который является нормативом, необходимым для расчета снеговых нагрузок, легко определить по запасу воды в снеге. При этом по снегозапасу вес определяется точнее, чем по средней высоте и средней плотности.

В нормативные издания для характеристики снеговых нагрузок включены вероятностные значения веса снежного покрова (по запасу воды в снеге). Для этого использованы ряды годовых максимумов запаса воды в снеге. По данным рядам рассчитана кривая интегральной повторяемости, с которой снимаются значения снеговой нагрузки с определенной обеспеченностью.

В практике статистических вычислений для выравнивания эмпирических распределений экстремальных величин принято использовать три предельных распределения Гумбеля.

Для расчета величин нагрузок с повторяемостью 5 – 25 лет выбор функции распределения не имеет существенного значения. Величины нагрузок редкой повторяемости (один раз в 100 или в 10000 лет) зависят от выбора функции распределения.

Указанным выше способом (по первому распределению Гумбеля) рассчитаны снеговые нагрузки возможные один раз в 25 лет. Карта снеговых нагрузок представлена на рис. 1

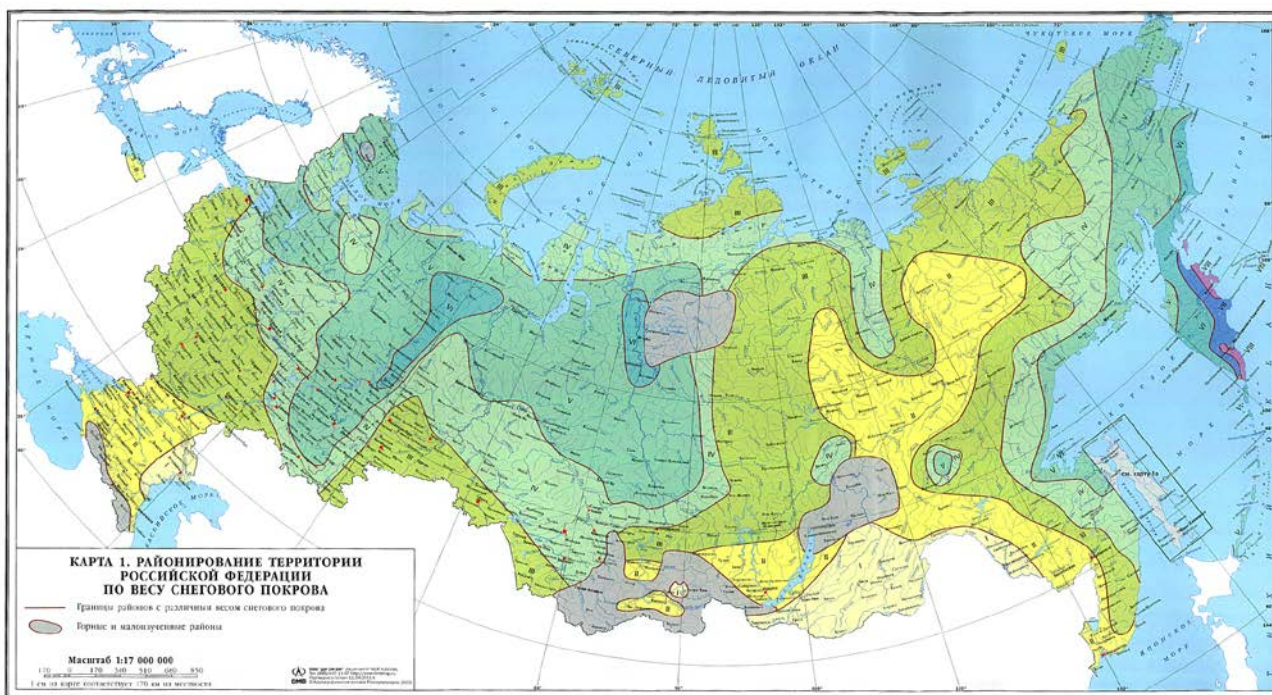


Рис. 1. Карта снеговых нагрузок на территории России

Наряду с моделью Гумбеля некоторые авторы предлагают использовать другие модели. Ряд работ в этом направлении выполнен И.В.Ледовским. Данный автор предлагает рассматривать не экстремальные значения веса снежного покрова за каждый год, а все данные наблюдений, начиная со срочных, для описания их в виде случайного процесса. При разработке данной модели цитируемый автор использовал значение веса снега на грунте, удалив, по его мнению, грубые ошибки. Для определения ошибок им использовано правило «трех сигм». Применительно к такой климатической характеристике как вес снежного покрова использование данного способа вряд ли пригодно. Процесс выпадения снега характеризуется значительным рассеиванием значений относительно среднего. На фоне устойчивого снежного покрова в отдельных случаях могут наблюдаться резко аномальные отклонения. Кроме того, аргументация автора в пользу предлагаемой им модели об использовании вместо одной цифры экстремального значения всей совокупности данных не состоятельна. Вместо распределения Гумбеля в этом случае может быть использовано второе распределение Гумбеля экстремальных величин или распределение Вейбулла, которое предполагает использование всей совокупности данных. В вышеназванных работах не выполнены убедительные сравнения результатов вычислений по Гумбелю и предлагаемой им модели.

Делавшиеся ранее попытки выравнять распределения снеговых нагрузок с помощью распределения Дженкинсона не привело к положительным результатам, так как в ряде случаев на клетчатках с умеренной асимметрией не получалось линейной зависимости.

Представляется недостоверным метод расчета экстремальной нагрузки, представленный и некоторыми другими авторами, которые предлагают

вычислять нормативную нагрузку по большой выборке (25 лет) наблюдаемых значений веса снежного покрова (ВСП), а затем выполнять линейную экстраполяцию по линейной шкале вероятностей до единицы. Такой метод статистически не оправдан.

Третья глава посвящена пересчету снеговых нагрузок на покрытие, для чего вводится система коэффициентов, которые зависят от свойств покрытия или других факторов, таких как:

- а) Форма покрытия
- б) Защищенность покрытия
- в) Его термические свойства
- г) Количество тепла, вырабатываемого под кровлей

В настоящее время коэффициенты на снос снега и переход к нагрузкам на покрытие определяются нормирующими документами. Уточнением сноса снега с покрытия в течение ряда лет занимался ЦНИИСК, где был проведен ряд экспериментов по исследованию сноса снега под действием ветра. На основании измерений рассматривалось два случая: снос снега при наличии метели во время снегопада и снос снега в период между снегопадами. При этом количество сносимого снега с покрытий суммируется для всех метелей во время снегопадов при действии ветра не менее 4 м/с. При метелях в отсутствии снегопадов в расчетах используются случаи со скоростями 6,5 м/с и более. Интенсивность переноса снега определяется как его масса, переносимая за единицу времени через площадку размером 0,02 м².

В ряды данных по нагрузкам вводятся также коэффициент на защищенность, т.к. величина нагрузок зависит от защищенности местоположения зданий. По мнению В.А. Отставнова крыши являются защищенным участком и поэтому целесообразно вводить поправки на защищенность при расчете нагрузок в открытой местности. Экспериментальным путем цитируемым автором были установлены поправки на защищенность. Автором был смоделирован участок в виде стола, размером два на три метра, имеющий борта высотой 50см. На основе измерений с помощью данного устройства введены поправки к наблюдению ВСП на открытой местности.

Рассмотренная методика, разработанная частично В.А. Отставновым, но не использованная на практике в старом издании СНиП «Атмосферные нагрузки и воздействия» принята при выполнении данной работы и разработке стандарта организации (СТО).

Таблица 2

Поправки к ВСП на открытой местности в зависимости от скорости ветра и температуры

t°	V м/с					
	2	3	4	5	6	7
-5	1,00	1,00	1,05	1,12	1,29	1,45
-10	1,00	1,05	1,14	1,29	1,44	1,60
-15	1,05	1,11	1,28	1,45	1,62	1,80
≤-20	1,12	1,25	1,43	1,62	1,80	2,00

Данные поправки вводятся в районах, в которых отсутствуют лесные насаждения. Введение поправок необходимо, т.к. на крыше образуются снеговые мешки, часто очень большого размера отложения снега на кровле.

В данной главе рассматриваются также некоторые особые случаи образования снеговых нагрузок. Так, одной из разновидностей кровель являются так называемые мягкие кровли. По сути дела, мягкие кровли представляют собой определенное покрытие кровель.

Мягкие кровли применяют достаточно длительное время в промышленном и жилищном строительстве. В России популярность мягкой кровли можно объяснить многолетним опытом эксплуатации, относительно небольшой стоимостью монтажа и ремонта, а так же хорошими эксплуатационными свойствами.

Мягкие кровли во многих случаях не обслуживаются (т.е. снег с них не убирается). В этом случае при таянии снежного покрова могут происходить протечки внутрь здания. Особенно часто этому подвержены швы кровель, поэтому их необходимо чистить.

На мягкие кровли оказывают влияние те же факторы, что и на другие кровельные материалы. Однако, в связи с изменением климата, потеплением, увеличением оттепелей и жидких осадков зимой, в мягких кровлях возникают особые процессы. Поскольку перед образованием ледяной корки происходит таяние нижней части снега и сток влаги с некоторых видов крыш, превращаясь в опасные образования – висячие наледи. Кроме того, покрытия начинают скользить по крыше и сползают. Для предупреждения сползания кровли, на крышах с мягким покрытием необходимо проектировать борта. Основными климатологическими параметрами, которые следует учитывать при проектировании крыш с мягкими покрытиями, являются жидкие осадки (их повторяемость) и меняющаяся во время зимы плотность снежного покрова на кровле.

Все специализированные климатические параметры СП «Нагрузки и воздействия» 20.13330.2011 применяются и в случае мягких кровель.

Когда вес снега превышает нормативные значения, содержащиеся в СНиП, возникает исключительная или «занормативная» нагрузка. Такие нагрузки наиболее опасны, так как по существующим нормам и правилам строительства не учитываются при проектировании и строительстве зданий и сооружений. Надо отметить, что в связи с изменением климата меняются не только нормативы нагрузок, но и их изменчивость. В принятой методике расчета «занормативные» нагрузки не учитываются.

В четвертой главе излагается процесс актуализации и гармонизации нормативов по снеговым нагрузкам, в котором диссертант принимал активное участие.

С мая 2003 г. в России было издано и вступило в силу изменение №2 к СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», касающееся порядка нормирования снеговых нагрузок. Вместо задания нормативных значений нагрузок и введения к ним фиксированных коэффициентов надежности по нагрузке введен новый принцип нормирования непосредственно расчетных значений веса снегового покрова (ВСП) земли.

Была разработана новая карта районирования территории РФ по весу снежного покрова, в основу которой положены наибольшие ежегодные значения, превышаемые в среднем один раз в 25 лет. Они определяются по данным декадных маршрутных снегосъемок о наибольших запасах воды в снеговом покрове на защищенных от прямого воздействия ветра участках местности за период не менее 20 лет. При разработке карты районирования территории РФ были использованы данные Росгидромета, полученные с помощью непосредственного измерения веса снегового покрова с помощью весового снегомера. В последние десятилетия методика непосредственного измерения ВСП с помощью весового снегомера все шире применяется во многих странах Европы, США и Канаде. Однако при составлении карты районирования США по весу снегового покрова только для 204 базовых станций использовались данные прямого измерения веса снегового покрова, тогда как для остальных 9200 пунктов измерялась только высота снегового покрова с последующей, весьма приближенной, оценкой его плотности.

В июле 2010 года в России вступил в силу Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В соответствии с этим законом Минрегионом РФ утвержден приказом от 4 октября 2010 года №439 план работ по разработке и утверждению правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил - СНиП и национальных приложений, который предусматривал актуализацию (пересмотр) и утверждение первоочередных строительных норм и правил до 1 июля 2012 г.

Необходимость в актуализации строительных норм возникла в связи с тем, что, во-первых, многие из используемых нормативных документов были разработаны в 80-е годы и устарели: необходим учет современных требований в области проектирования. В последние десятилетия произошло значительное

изменение климатических параметров, появились новые материалы и типы сооружений, которые не были учтены в ранних редакциях СНиП.

С момента выхода первого издания СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» в 1985 г., в 1996 и 2003 гг. с введенными к нему изменениями и дополнениями, был накоплен значительный опыт нормирования нагрузок, как в России, так и за рубежом, которые необходимо учитывать в практике проектирования.

Кроме того, при пересмотре СНиП были адаптированы и, по возможности, согласованы подходы и методики, принятые в России и зарубежных нормах, в первую очередь в Еврокоде – 1 (EN 1991) «Нагрузки и воздействия». При этом считалось необходимым также опять оставаться в рамках привычных для российских проектировщиков системы нормирования нагрузок и их обозначений.

Изменения, внесенные в раздел по снеговым нагрузкам, основаны на имеющихся экспериментальных результатах, а также данных, принятых в зарубежных нормативных документах.

Система обозначений приведена к более четкому виду, соответствующему принятому в Еврокоде и других международных стандартах. Расчетные значения климатических параметров, в частности, веса снежного покрова, при их значительной изменчивости, зависящей от региональных особенностей климата, принято определять непосредственно по заданной вероятности превышения их неблагоприятных значений ежегодных максимумов.

В настоящей редакции СНиП представлен единый подход к нормированию нагрузок, предполагающий задание нормативных значений климатических нагрузок и переход к их расчетным значениям путем введения коэффициентов надежности по нагрузкам.

При разработке карты районирования территории РФ были использованы данные Росгидромета метеорологических станций и постов с длиной рядов наблюдений не менее 20 лет, полученные с помощью непосредственного измерения веса снегового покрова с помощью весового снегомера. Такая методика измерений, принятая в нашей стране с послевоенных времен (примерно с середины 40-х годов XX века), является достаточно точной при измерении общего количества выпадающих в зимнее время осадков. Погрешность измерений в среднем не превышает 10 %. При разработке карты к данным, полученным на открытой местности, вводились поправки на снос снега ветром, определяемые по специально разработанной методике на основе данных параллельных измерений ВСП для одних и тех же метеостанций и постов на защищенных (лесных) и открытых (полевых) маршрутах.

При выделении на карте снеговых районов в один район включается территория с 65% станций, имеющих ВСП больше принятых значений для данного района и 35% станций с ВСП меньше принятых расчетных значений. Актуализированная карта так же как и карта в СТО делится на снеговые районы с грациями ВСП от 0,40 до 0,80 кПа. В дополнении к карте приводится

таблица установленных снеговых районов с расчетными значениями снеговых нагрузок. Таким образом, в пределах каждого района допускается некоторый разброс значений ВСП. В регламенте предлагается для более детального расчета снеговой нагрузки в отдельных пунктах, особенно для ответственных сооружений, обращаться для уточнения снеговых нагрузок в подразделения Росгидромета (УГМС и ФГБУ ГГО).

Помимо актуализации в настоящее время проводится гармонизация отечественных строительных норм и правил с положениями Еврокода и ИСО (стандартов Международной организации по стандартизации). Для выполнения гармонизации по территории РФ были изучены Еврокод (Еврокод 1: Воздействия на сооружения - Часть 1-3: Основные воздействия – Снеговые нагрузки) и международный строительный код, разработанный в США (IBC – International Building Code).

Еврокод имеет несколько основных особенностей по сравнению с нашим основным нормативным документом – строительными нормами и правилами. Во всех частях Еврокода есть общая техническая и климатическая информация. Все положения Еврокода разделяются на две категории:

- принципы, представляющие собой положения, обязательные для выполнения

- правила, которые могут изменяться в национальных приложениях

Еврокод содержит большое количество этих правил. На данный момент разработан проект национальных приложений, где учитываются основные положения Еврокода: «Национальное приложение к Еврокоду EN1991 «Воздействия на здания и сооружения», в том числе части 1991-1-3 «Основные воздействия - Снеговые нагрузки». В национальное приложение по снеговым нагрузкам входит построенная в соответствии с указанными выше правилами карта (рис.2)

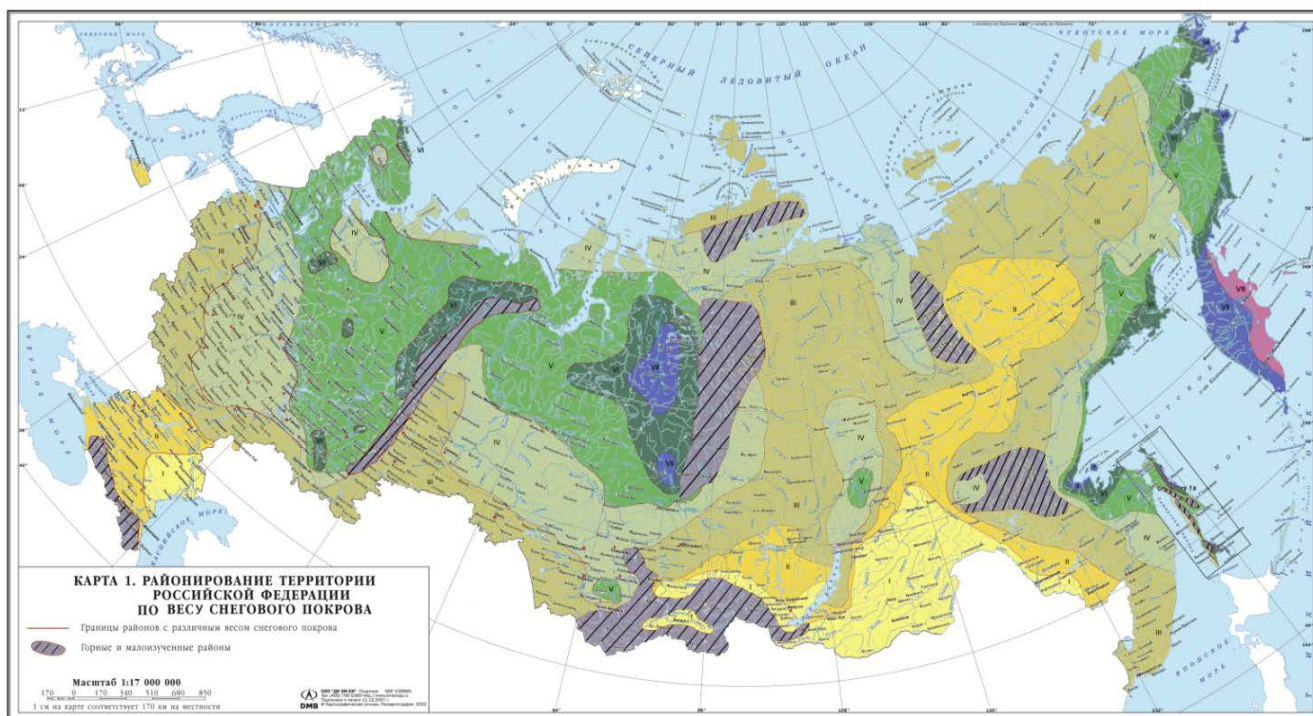


Рис. 2. Карта снеговых нагрузок, гармонизированных с Еврокодом

В пятой главе приводятся рекомендации по оперативному обслуживанию экономики на основе учета снеговых нагрузок и по дальнейшей гармонизации с международными стандартами. Актуализация и составление Национального приложения к Еврокодам по нагрузкам (частичная гармонизация с Еврокодами) значительно уточнили определение снеговых нагрузок на здания и сооружения. Тем не менее, ряд положений Еврокода не учтен при составлении национального приложения.

Как уже упоминалось, в национальном приложении не учтены исключительные виды нагрузок. В современных условиях, не смотря на то, что в целом ряде случаев снеговые нагрузки уменьшились в связи с изменением климата, в других районах при проведенном исследовании были обнаружены случаи, образование исключительных («занормативных») нагрузок. Кроме того, исключительные нагрузки обычно связаны с образованием ледяной корки, повторяемость и интенсивность которой в некоторых районах заметно возросла. При оперативном обслуживании, особенно при климатическом обеспечении ответственных сооружений, не следует полагаться на поправки, введение которых приписано СНиП, следует уточнять влияние ледяной корки.

Проведенные в работе исследования подтвердили, что для расчетов экстремальных снеговых нагрузок целесообразно использовать распределение Гумбеля первого рода.

Необходимо ориентировать специалистов, осуществляющих климатическое обслуживание, на возможность изменения снеговой нагрузки при изменении климата, как в сторону повышения, так и в сторону ее понижения.

В современных условиях специалист, подготавливающий информацию по снеговым нагрузкам, должен обращать внимание на влияние рельефа (высоту, экспозицию склона, близость водоема). При расчете снеговых нагрузок в горной местности, необходимо учитывать распределение снега по высоте, так как количество снега, начиная с некоторой высоты, обычно возрастает.

В Еврокоде предлагается использовать зависимость снеговой нагрузки от высоты местности. Эта рекомендация также не введена в национальное приложение. Как показывают исследования, в настоящее время общую зависимость, как это сделано в Еврокодах, использовать преждевременно. Дело в том, что распределение нагрузок по высотам очень сильно зависит от условий конкретного района, в связи с чем в отсутствие достаточно надежной формализации этой зависимости следует устанавливать такую зависимость для каждого случая отдельно.

В настоящее время у потребителей часто возникает вопрос, к какому снеговому району принадлежит тот или иной пункт. В частности встал вопрос, к какому району относится Санкт-Петербург. В целях уточнения снеговых нагрузок на региональном уровне совместно с ОАО «ЛЕННИИПРОЕКТ» был создан Региональный методический документ «Снеговые нагрузки для Санкт-Петербурга» (РМД 20-19-2013). В соответствии с картой районирования РФ (СП 20.13333.2011) по ВСП территория Санкт-Петербурга относится к III снеговому району, при этом располагается практически на границе с IV снеговым районом. Для детализации районирования территории СПб по весу снежного покрова в III снеговом районе были выделены две подзоны: III-А и III-Б, в которых вес снежного покрова повышен по сравнению с III районом (1,8 кПа) до 2,0 и 2,2 кПа. Так как основным условием создания РД и СТО является соответствие национальным и международным стандартам, в РД, разработанным для Санкт-Петербурга, были сохранены границы основных снеговых районов.

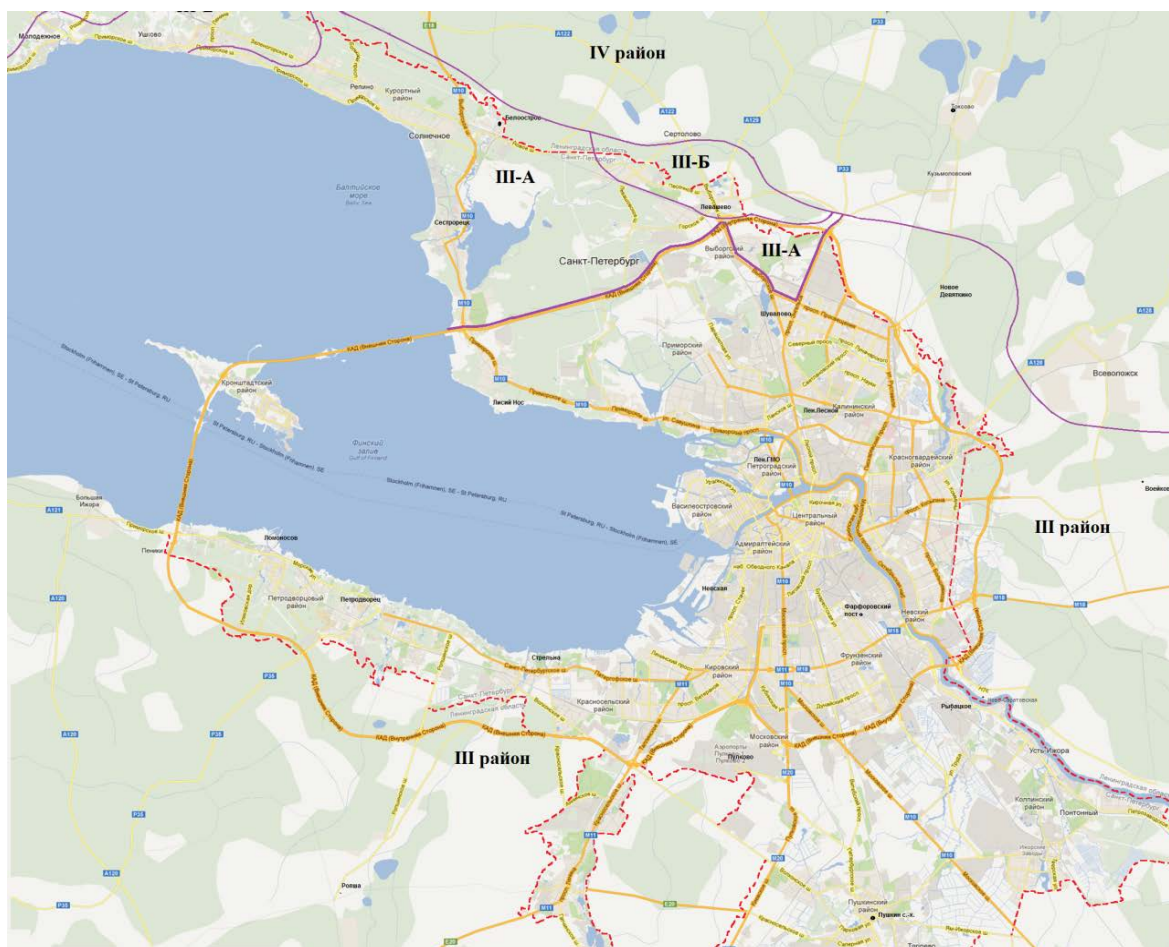


Рис. 3 Районирование территории Санкт-Петербурга по весу снегового покрова

Снеговые районы	III	III-A	III-B	IV
Вес снегового покрова, кПа	1.8	2.0	2.2	2.4

В **заключении** получены результаты и сделаны следующие выводы:

- для полного учета метеорологической информации при обеспечении безопасности состояния кровель, находящихся под воздействием снеговой нагрузки, следует учитывать не только нормативные показатели СП 20.13330.2011, но и ряд рекомендаций, содержащихся в Еврокоде. К сожалению, в настоящее время при разработке национального приложения к Еврокоду не учтены все его положения. Тем более не учтены особенности международного строительного кода (IBC). В частности, как указывалось в разделе 4.2, в Национальном приложении не учитываются исключительные нагрузки, возможные нависания снега по краю покрытия и некоторые другие особенности.

- как показали исследования, особое внимание следует обращать на особенности покрытия, в частности, мягкие кровли, которые наиболее подвержены метеоусловиям и требуют особого внимания при проектировании.

- на основании литературных источников и проведенных расчетов установлена связь между образованием снеговой нагрузки и числом дней с определенным количеством твердых осадков. Полученная зависимость имеет важное значение для оценки последствий будущего климата по данным моделирования.

- анализ образования ледяной притертой корки, увеличивающей снеговую нагрузку, показал, что в связи с глобальным потеплением по сравнению с теми данными, которые имеются в литературе, нагрузки за счет притертой корки могут возрасть. Эта связь подтверждается большинством результатов наблюдений за частотой образования оттепелей. Их частота увеличивается почти повсеместно, за исключением небольшого числа южных районов, где это может быть связано с уменьшением холодного периода.

- построение трендов влагозапаса в снежном покрове по ряду станций показало, что изменение снеговой нагрузки является неоднозначным в различных регионах. Даже в пределах одного управления можно найти тренды, показывающие как увеличение, так и уменьшение снеговой нагрузки.

В процессе работы над диссертацией автор принимал непосредственное участие в актуализации и гармонизации строительных норм и правил.

Основные публикации по теме диссертации

1. Петерс А.А., Медвинский Г.А. Методика расчета снеговых нагрузок в связи с актуализацией и гармонизацией с Еврокодами нормативных документов РФ. // Труды ГГО, Вып. 569, СПб, 2013
2. Петерс А.А., Козин С.Ю., Медвинский Г.А. Снеговые нагрузки на территории России в условиях меняющегося климата. Тезисы конференции молодых специалистов по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. // г. Обнинск, 2013, стр.227-230