



УДК 624.014.072

А.З. Манапов – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

АННОТАЦИЯ

На основе данных метеостанций, расположенных на территории Республики Татарстан, получены численные характеристики распределений годовых максимумов снеговой нагрузки и их изменений в зимнее время года, необходимые для статистического моделирования выборок значений снеговой нагрузки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Годовые максимумы снеговой нагрузки, высота и плотность снегового покрова.

A.Z. Manapov – candidate of technical science, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUA)

STATISTICAL MODELING OF SNOW LOADING ON TERRITORY OF TATARSTAN REPUBLIC

ABSTRACT

On the basis of data from meteorological stations located on territory of Tatarstan Republic the numerical characteristics of distributions of annual maxima of snow loading and their changes over a winter season are received. Those characteristics are necessary for modeling of samples of snow loading values with the further statistical modeling.

KEYWORDS: Annual maxima of snow loading, height and density of a snow cover.

Наблюдения за осадками в зимнее время в России начали проводиться с конца XIX века, с целью определения накопленной за зимнее время влаги с последующим использованием этих данных для прогнозирования урожая продовольственных сельскохозяйственных культур. Начиная с 30-х годов XX века, эти наблюдения без изменения методики измерений начали использовать для назначения снеговой нагрузки на сооружения. Впервые общегосударственное нормирование снеговой нагрузки сделано в «Единых нормах» 1933 года. Значения снеговой нагрузки по этим нормам принимались в зависимости от района строительства в пределах от 25 до 120 кгс/м².

В нормах ОСТ 90058-40 территория СССР была разделена на 5 районов со значениями веса снегового покрова 50, 70, 100, 150, 200 кгс/м². В «Нормах и технических условиях проектирования стальных конструкций», НИТУ 121-55 упомянутые выше в ОСТ 90058-40 значения веса снегового покрова стали считать нормативными значениями веса снегового покрова, а переход к расчетным значениям выполнялся путем умножения на коэффициент перегрузки 1,4. В нормах нагрузок СНиП II-A.11-62 ввели уточнения границ территориальных районов, схем распределения снега по поверхности покрытий в зависимости от их профиля.

В СНиП II-6-74 введен повышенный коэффициент перегрузки до 1,6 для легких покрытий, применение которого было расширено на все сооружения изменениями в СНиП 2.01.07-85 в 2003 году. В последние годы появились региональные строительные нормы, регламентирующие снеговую нагрузку применительно к особенностям своей территории [2].

В настоящей статье содержатся предложения по статистическому моделированию снеговой нагрузки на территории Республики Татарстан, разработанные на основе имеющихся статистических метеоданных. Республика Татарстан расположена в восточной части Восточно-Европейской равнины, у слияния рек Волги и Камы, включает северную часть Поволжья и соседствует с Предуральем. Большая часть территории находится между 54,5°-56,4° северной широты и 48°-53,5° восточной долготы, общая площадь составляет 68 тыс. км², протяженность с запада на восток 400 км, с севера на юг 250 км. В физико-географическом отношении такое положение республики определяет континентальность климата. По рельефу территории наибольших высот над уровнем моря достигает на юго-востоке Бугульминско-Белебеевская возвышенность с высотами 240-380 м, которая на западе постепенно переходит в низменное Западное Закамье с высотами 50-100 м. Западная часть территории республики (правобережье Волги)



Рис. 1. Обрушение покрытия из структурных конструкций зимой 1976 года



Рис. 2. Обрушение каркаса крытого катка в городе Лениногорске РТ в марте 1998 года

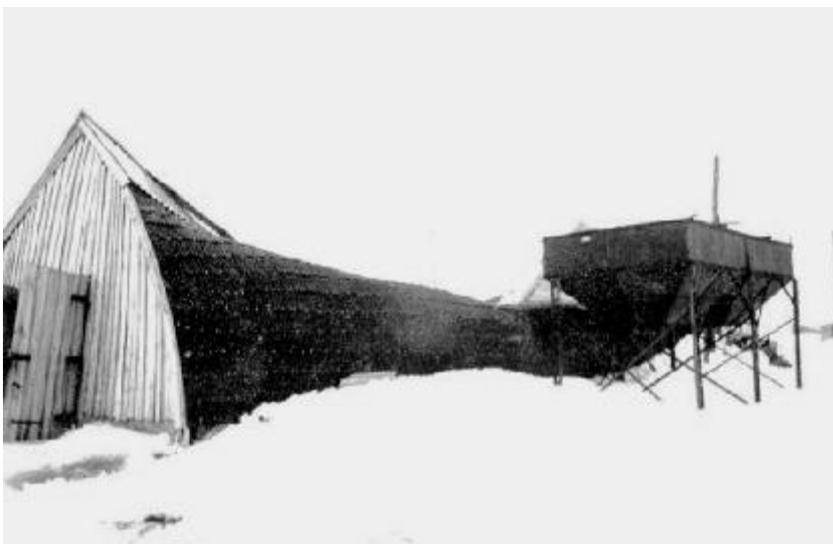


Рис. 3. Обрушение арочного склада сельскохозяйственного назначения зимой 1998 года



Рис. 4. Обрушение кровли одноэтажного жилого дома 7 марта 2006 года

Таблица 1

Станция	Среднее значение (мм)	Максимальное значение (мм)	Минимальное значение (мм)	Среднее квадратическое отклонение (мм)
Агрыз	121,6	218	51	35,78
Арск	116,9	251	58	41,69
Бугульма	143,4	230	71	44,49
Буинск	99,1	191	43	35,09
Елабуга	139,7	259	70	45
Казань	140,9	241	68	45,59
Кукмор	113,2	223	68	38,82
Лаишево	137,2	246	68	43,35
Чулпаново	125,6	245	53	36,39
Среднее по РТ	113,7	211	48,5	38,25

Таблица 2

Снеговой район по [3]	Среднее значение веса снежного покрова на 1 м ² горизонтальной поверхности \bar{S}_o , Па (кгс/м ²)	Коэффициент вариации n_f
I	485 (50)	0,45
II	685 (70)	0,40
III	980 (100)	0,35
IV	1470 (150)	0,30
V	1960 (200)	0,30

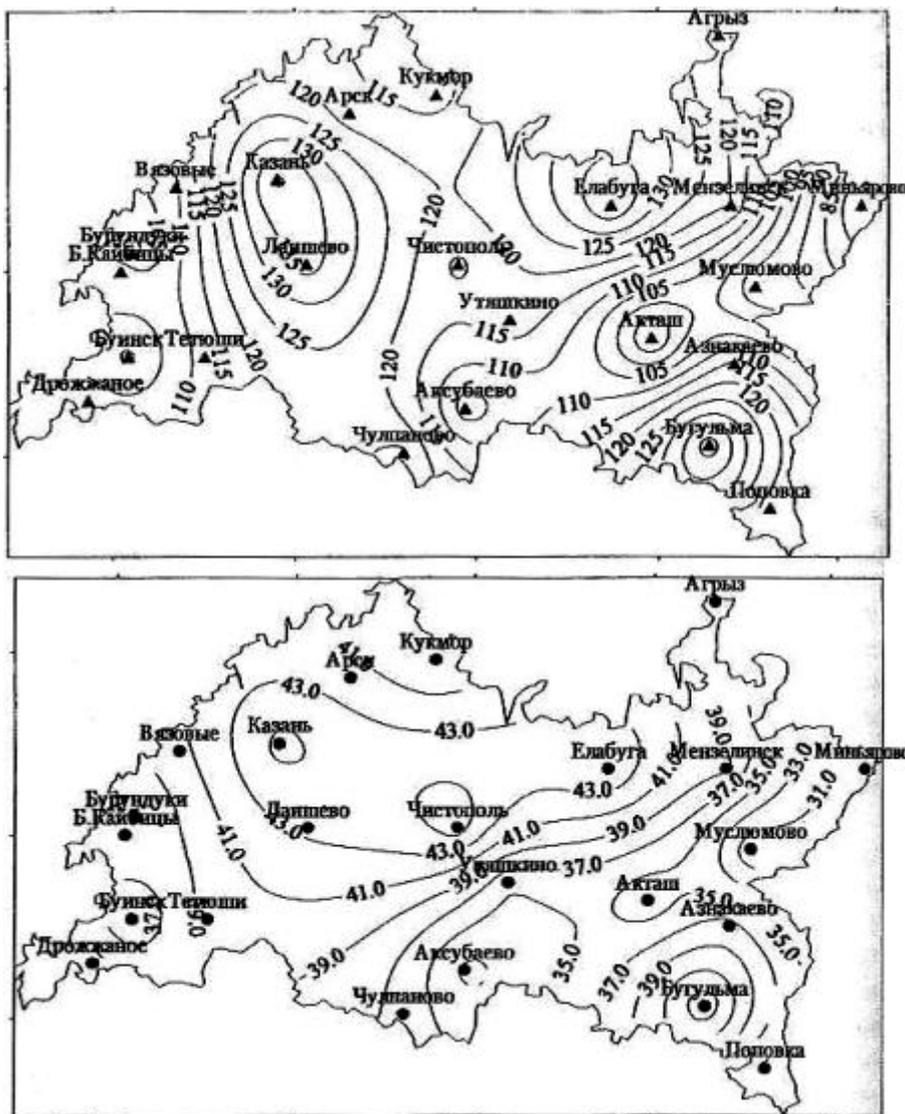


Рис. 5. Средние многолетние и средние квадратические отклонения запасов воды в снежном покрове (мм) на территории РТ за 1961-2001 годы

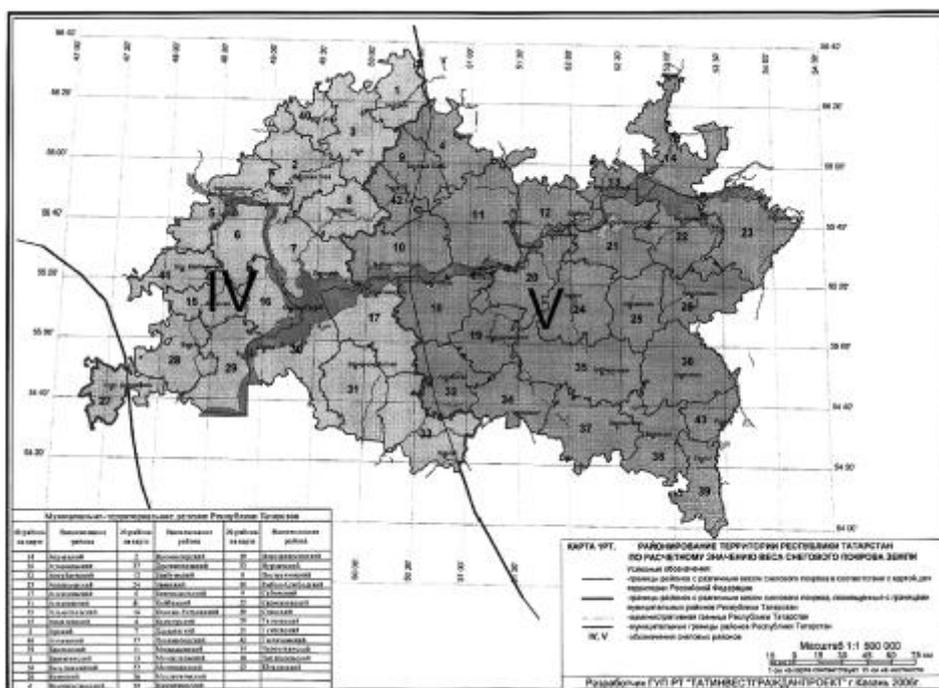


Рис. 6. Районирование территории РТ по снеговой нагрузке



Таблица 3

Месяц года и декада	Наибольшая высота снежного покрова (см)	Плотность снега (кг/м ³)	Запасы воды в снеге (кгс/м ²)	Коэффициент учета изменений запасов воды в снежном покрове
Ноябрь	2	21	22	0,14
	3	24	210	0,19
Декабрь	1	33	219	0,22
	2	38	210	0,33
	3	40	223	0,39
Январь	1	49	222	0,49
	2	59	238	0,59
	3	71	240	0,66
Февраль	1	82	247	0,78
	2	100	252	0,89
	3	116	268	0,98
Март	1	111	268	0,99
	2	106	291	1,00
	3	94	320	0,95
Апрель	1	60	122	0,79
	2	18		

представляет собой северные отроги Приволжской возвышенности с высотами 200-260 м. На севере республики, к северо-востоку от долины Волги и к северу от долины Камы, заходят южные окончания возвышенностей Вятских Увалов, Можгинской, Сарапульской.

Основными характеристиками снежного покрова являются продолжительность его залегания, высота, плотность, запас воды в снеге. Высота снежного покрова измеряется по постоянным рейкам ежедневно в утренние часы. Характеристики плотности снега получают в результате обработки наблюдений по плотномеру, который позволяет определить запас воды в снеге. Запасы воды в снеге вычисляют в среднем за декаду

На территории Татарстана в снежные зимы происходит несколько десятков обрушений кровельных конструкций от перегрузки снеговой нагрузкой, некоторые примеры аварий приведены на рис 1-4. В основном объектами обрушений являются здания сельскохозяйственного назначения, частные постройки или объекты, выполненные с нарушениями правил проектирования, большинство обрушений происходит в 1-2 декадах марта.

Основой для статистического моделирования снеговой нагрузки является распределение годовых максимумов запасов воды в снежном покрове. По

данному показателю с использованием генератора случайных чисел можно получить реализацию текущего годового максимума запасов воды в снежном покрове. Умножением текущего годового максимума запасов воды на коэффициент изменений запасов воды в снежном покрове в течение зимы получаем текущие значения запасов воды в снежном покрове на каждую декаду зимнего периода. Параметры распределения годовых максимумов запасов воды в снежном покрове, по данным метеонаблюдений в РТ за 1961-2001 годы, приведены в таблице 1 и на рис. 5. В таблице 2 приведены данные по снеговым районам Российской Федерации [1].

Данные метеонаблюдений в некоторой степени противоречат нормативному делению территории РТ на 4 и 5 снеговые районы (рис. 6).

Распределение наибольшей высоты снежного покрова, плотности снега и запасов воды в снеге и вычисленные по ним коэффициенты изменений запасов воды в снежном покрове в течение зимнего периода приведены в таблице 3.

Коэффициент перехода m от веса снегового покрова на поверхности земли к снеговой нагрузке на покрытие, в соответствии со СНиП 2.01.07-85, может принимать значение от 0 до 4 для зданий и от 0 до 6 для навесов. Назначение коэффициента перехода m содержит много



Таблица 4

Значения запасов воды в снежном покрове (кгс/м ²)	Статистическое моделирование	Результаты наблюдений метеостанции г. Казань
Минимальное	59	68
Максимальное	246	241

неопределенностей и по этой причине логично его представлять также в интервальных оценках.

Для проверки предлагаемых параметров для статистического моделирования снеговой нагрузки на территории Республики Татарстан было выполнено проверочное моделирование годовых максимумов снеговой нагрузки в течение 40 лет для территории города Казани (таблица 4).

Полученные результаты свидетельствуют о хорошей сходимости смоделированных минимальных и максимальных значений годовых максимумов запасов воды в снежном покрове и их фактических результатов наблюдений на территории РТ.

Литература

1. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81* «Стальные конструкции») // ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
2. ТСН 20-302-2002 Краснодарского края. Нагрузки и воздействия. Ветровая и снеговая нагрузки.