



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01W 1/14 (2023.08); G01G 17/00 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023116522, 23.06.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.06.2023

Дата регистрации:
11.01.2024

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 23.06.2023

(45) Опубликовано: 11.01.2024 Бюл. № 2

Адрес для переписки:
125196, Москва, ул. Лесная, 7, БЦ "Белые Сады", АО "Некстонс", Рогова Елена Владимировна

(72) Автор(ы):

Майоров Дмитрий Олегович (RU),
Драгунов Алексей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы" (ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы") (RU),
Общество с ограниченной ответственностью "ТН Диджитал" (ООО "ТН Диджитал") (RU)

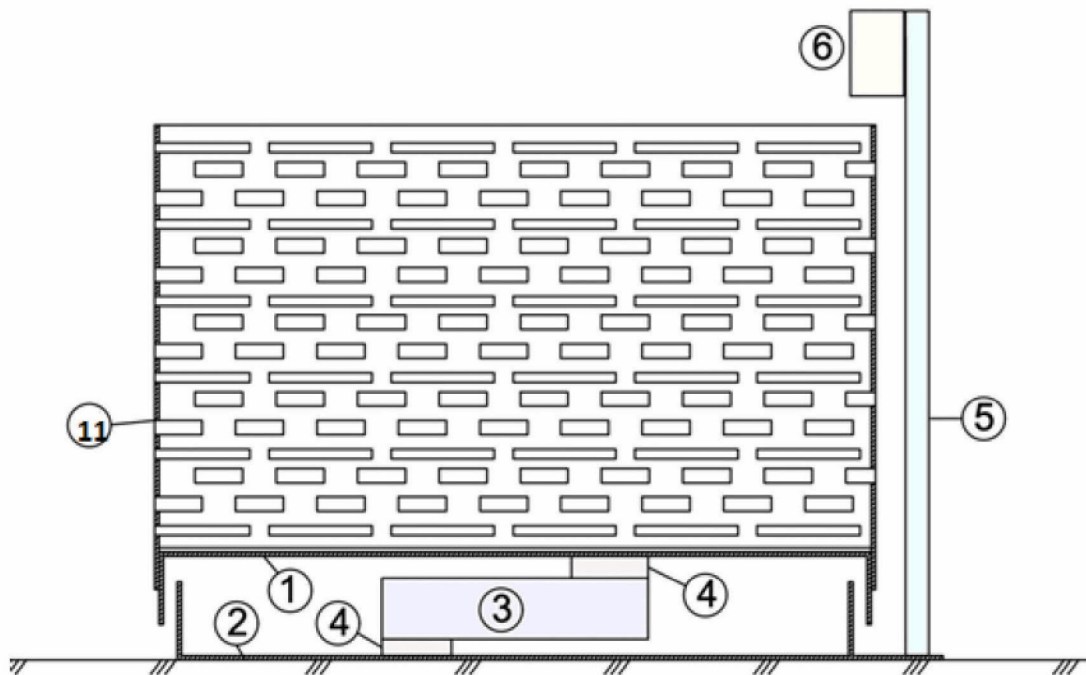
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 2020020666 A, 06.02.2020. RU 2787263 C1, 09.01.2023. US 6295868 B1, 02.10.2001. EP 3875921 A1, 08.09.2021.

(54) УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к средствам для мониторинга снеговой нагрузки. Сущность: устройство содержит весовую металлическую платформу для приема снега, состоящую из крышки (1) и корпуса (2), и стойку (5). Внутри корпуса (2) размещен как минимум один

тензодатчик (3). На стойке (5) расположен датчик (6) высоты снежного покрова. Технический результат: повышение точности определения снеговой нагрузки в режиме реального времени. 2 н. и 17 з.п. ф-лы, 18 ил.



Фиг. 4

RU 281346 C1

RU 2811346 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01W 1/14 (2006.01)
G01G 17/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01W 1/14 (2023.08); *G01G 17/00* (2023.08)

(21)(22) Application: **2023116522, 23.06.2023**

(24) Effective date for property rights:
23.06.2023

Registration date:
11.01.2024

Priority:

(22) Date of filing: **23.06.2023**

(45) Date of publication: **11.01.2024** Bull. № 2

Mail address:

**125196, Moskva, ul. Lesnaya, 7, BTS "Belye Sady",
AO "Nekstons", Rogova Elena Vladimirovna**

(72) Inventor(s):

**Majorov Dmitrij Olegovich (RU),
Dragunov Aleksej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"TekhnoNIKOL-Stroitelnye Sistemy" (OOO
"TekhnoNIKOL-Stroitelnye Sistemy") (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"TN Didzhital" (OOO "TN Didzhital") (RU)**

(54) **DEVICE AND SYSTEM FOR MONITORING SNOW LOAD**

(57) Abstract:

FIELD: measuring technology.

SUBSTANCE: group of inventions relates to means for monitoring snow load. The device contains a weighing metal platform for receiving snow, consisting of cover (1) and body (2), and stand (5). At least one

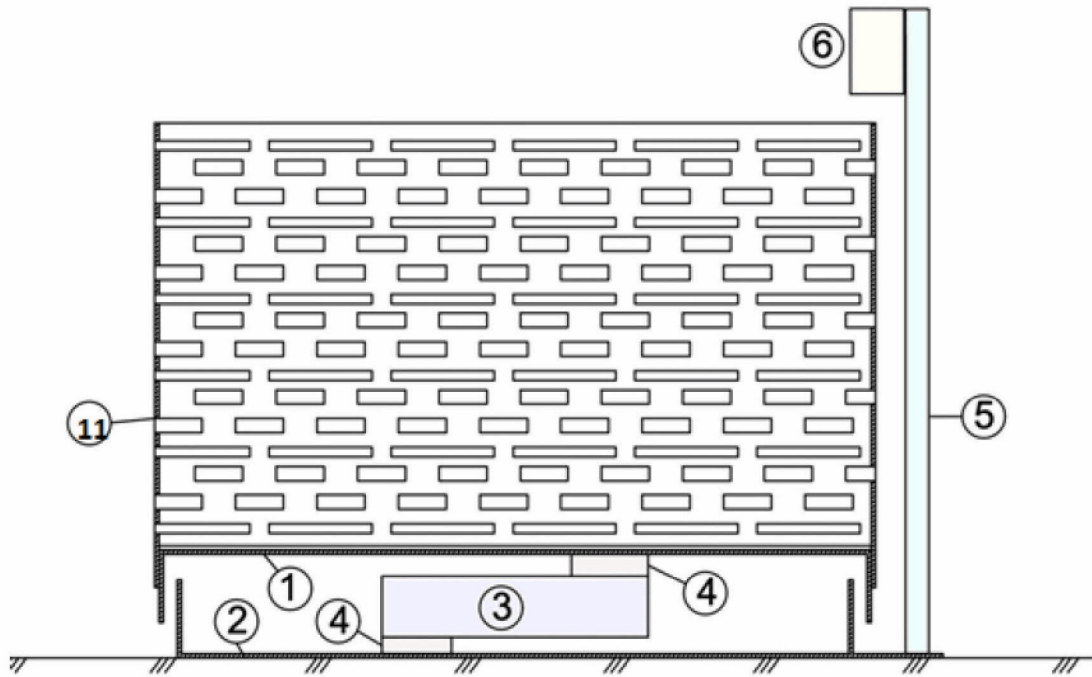
strain gauge (3) is located inside body (2). On stand (5) there is sensor (6) for the height of the snow cover.

EFFECT: improved accuracy of measurement of snow load in real time.

19 cl, 18 dwg

RU 2 811 346 C1

RU 2 811 346 C1



Фиг. 4

RU 281346 C1

RU 2811346 C1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройствам и системам мониторинга снеговой нагрузки, в которых используют указанные устройства. Изобретение позволяет производить мониторинг снеговой нагрузки на крышах зданий и сооружений в режиме реального времени для своевременного реагирования служб эксплуатации зданий.

Уровень техники

В зимний период очистку плоских кровель - верхних элементов крыши, предохраняющих здание от проникновения атмосферных осадков, от снега производят в аварийных случаях, при необходимости срочного ремонта кровли и устранения возможной перегрузки несущих конструкций покрытия от снежного покрова. В «снежные» сезоны нагрузка на крышу может превышать расчетные нормативные значения, что, в свою очередь, может привести к обрушению конструкции крыши.

В качестве способов предотвращения перегрузки несущих конструкций крыши от снежного покрова можно привести профилактическую периодическую очистку крыши от снега или установку над или под кровлей элементов обогрева, оба эти способа являются экономически нецелесообразными.

В качестве способов оценки снеговой нагрузки на крышу можно привести визуальное определение нагрузки, исходя из высоты снежного покрова, что сложно сделать ввиду того, что плотность снега может изменяться в зависимости от внешних условий:

Вид снега	Плотность снега, кг/м ³
Свежевыпавший сухой	30 - 100
Свежевыпавший мокрый	100 - 200
Лежалый сухой	200 - 500
Лежалый мокрый	500 - 800
Очень мокрый	до 960

Существующие способы оценки снеговой нагрузки в основном используют дискретные измерения высоты снежного покрова, которые затем пересчитываются в снеговую нагрузку. Однако такие методы не учитывают многие природные процессы, которые могут оказывать существенное влияние на значение нагрузки.

Некоторые известные способы включают использование цифровых термометров на вертикальной рейке, установленной при помощи треноги, для определения высоты снежного покрова и мониторинга снеговой нагрузки (патент РФ №2542598, опубл. 20.02.2015). Однако этот способ имеет ограничения в применении только на территориях метеорологических станций, а также требует дополнительных пересчетов, так как снежная нагрузка измеряется не напрямую, а через высоту снежного покрова. Кроме того, в известном способе для передачи данных используют USB кабель, который должен быть проложен под землей, что существенно увеличивает сложность и стоимость осуществления способа.

Также известно устройство, которое использует датчик уровня высоты снежного покрова с вертикально установленной цепочкой датчиков температуры для определения толщины снежного покрова (патент РФ №2617146, опубл. 21.04.2017). Известный способ также имеет ограничения, так как измерение верхней границы снежного покрова за счет температурного профиля может иметь большие погрешности при измерении снежной нагрузки, в свою очередь, пересчет толщины снежного покрова в нагрузку также влечет за собой отклонения от действительного значения.

Известен способ мониторинга снеговой нагрузки на покрытии зданий с применением беспилотных летательных аппаратов, основанный на аэрофотосъемке контрольных точек покрытия здания вначале при отсутствии снежного покрова, а затем после

каждого выпадения снега. На основании полученных данных определяют высотные отметки контрольных точек, затем, в зависимости от температуры воздуха, определяют среднюю расчетную плотность снега и далее среднюю величину расчетной снеговой нагрузки (патент РФ №2733979, опубл. 08.10.2020). Недостатком способа является использование беспилотного летательного аппарата, что не всегда бывает возможным по погодным условиям. Также способ включает большое количество математических расчетов, в которых трудно учесть все погрешности.

Таким образом, существующие способы оценки снежной нагрузки на основании измерения высоты снежного покрова имеют свои ограничения и могут быть недостаточно точными.

Известен способ непрерывного мониторинга снежного покрова, основанный на принципе измерения веса снега тензодатчиком. Используемый в этом способе датчик состоит из инструментальной центральной перфорированной алюминиевой панели, окруженной шестью такими же перфорированными алюминиевыми панелями, прикрученными к раме, состоящей из шести плоских профилей и двух L-образных профилей. Панели поддерживаются угловыми балками для обеспечения прочности и жесткости. Для монтажа системы необходимо ровное подполье с максимальным наклоном 5° (<https://www.sommer.at/en/products/snow-ice/snow-scales-ssg-2>). Недостатком системы является большая измерительная поверхность, равная $6,72 \text{ м}^2$, требующая для ее установки наличия большой ровной поверхности без уклона, что сильно сужает возможные случаи ее использования. Также в имеющихся общедоступных источниках информации не представлены сведения о способах передачи и обработки получаемых модулем данных, используемых в известной системе.

Еще одним известным способом контроля снеговой нагрузки является способ с использованием системы лазеров, установленной под несущим основанием крыши (профлистом), при этом для определения нагрузки измеряется прогиб несущих конструкций и профлиста (<https://www.sommer.at/en/products/densimetry/laser-mess-einheit-lme-d10>). Недостатком указанного способа является сложность монтажных работ, необходимость четкого соответствия применяемых материалов проекту и невозможность установки системы на существующие объекты. Производитель предлагает определенную марку профлиста, шаг прогонов и кровельный состав, для которых рассчитаны прогибы, исходя из действующей нагрузки.

Также известна система дистанционного мониторинга снеговой нагрузки на кровле зданий, которая представляет собой весовую платформу, оснащенную тензодатчиками и подключенную к подсистеме аналого-цифрового преобразования данных с передачей их на компьютер (Лобкина В.А. и др. «Система дистанционного мониторинга снеговой нагрузки на кровле зданий» // Лед и Снег, 2016, Т. 56, №2, с. 246-252). Согласно приведенному описанию, система состоит из измерительного модуля в виде квадратной платформы площадью 1 м^2 , оборудованной четырьмя тензодатчиками, расположенными по углам платформы. Тензодатчики представляют собой балку, которая одним концом фиксируется неподвижно, а на другой конец прикладывается сила. Тензодатчики подключены к суммирующей коробке, в которой на основе значений нагрузки, полученных с датчиков, рассчитывается фактическая масса снега. Суммирующая коробка подключена к весовому индикатору, через который выполняются предварительная настройка и калибровка весов. После настройки значение текущей массы с суммирующей коробки приходит на индикатор и отображается на электронном табло. Весовой индикатор оснащен интерфейсом RS485, позволяющим передавать данные на другие устройства, в том числе и на персональный компьютер по протоколу

Modbus. Для связи с компьютером в описываемой системе используют конвертер «Bolid» USB-RS485.

Основными недостатками известной системы является значение верхней границы нагрузки на платформу, не превышающее 100 кгс/м^2 , что ограничивает условия эксплуатации системы. Также после каждого снегопада система нуждается в расчистке платформы измерительного модуля, поэтому измерение в системе невозможно выполнять непрерывно. Конструкция измерительного модуля позволяет использовать эту систему только на кровлях зданий.

Кроме того, описанные выше системы и способы измерения снеговой нагрузки, которые включают весоизмерительную платформу и тензодатчики, имеют существенный недостаток - вмерзание весоизмерительной платформы в снежные массы в случае размещения датчиков в зонах ендовы, где пересекаются сходящиеся скаты покрытия, по которым стекает вода, а также в случае установки платформ с тензодатчиками на кровлях с недостаточной толщиной теплоизоляционного слоя.

Вмерзание весоизмерительной платформы в снежные массы может происходить при скоплении обильного количества осадков и дальнейшего перехода температуры через 0. Не редки случаи, когда это явление сопровождается дождем и резкими заморозками. Вода по уклону собирается в зоне ендовы и не успевает уйти в водосточную систему. Чаще эта ситуация происходит из-за недостаточного слоя теплоизоляции, когда на поверхности кровли устанавливается положительная температура, которая провоцирует образование и роста слоя льда.

Таким образом, описанные недостатки систем измерения снеговой нагрузки на кровле здания являются серьезными проблемами, которые могут привести к неточности измерений и повреждению самой системы. Поэтому до настоящего времени существует потребность в технических решениях, которые позволяют удобно, надежно и эффективно обеспечить мониторинг снеговой нагрузки на крышу зданий и сооружений в режиме реального времени для своевременного реагирования служб эксплуатации этих объектов.

Раскрытие изобретения

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является обеспечение устройства и системы для определения снеговой нагрузки с применением этого устройства, позволяющих производить мониторинг снеговой нагрузки на крышах зданий и сооружений в режиме реального времени на основе ее точного измерения, в том числе на труднодоступных местах крыши, своевременно информировать службу эксплуатации здания о приближении к максимальным проектным значениям и необходимости произвести чистку снега и тем самым предотвратить перегрузку конструкции и ее возможные последствия.

Техническим результатом, обеспечиваемым изобретением, является повышение точности определения снеговой нагрузки с помощью технически несложного устройства, которое может быть установлено на существующие кровли и способно корректно работать в климатических районах, где высока вероятность образования наледи/льда на кровле. Еще одним техническим результатом, достигаемым изобретением, является обеспечение системы мониторинга снеговой нагрузки на крышах зданий и сооружений в режиме реального времени, более удобных для пользователя благодаря отображению информации в любом мобильном устройстве с облачного сервиса. Благодаря повышению точности определения снеговой нагрузки на крышу обеспечивается более точное по времени информирование служб эксплуатации зданий о необходимости уборки крыши в случае приближения значений нагрузки к максимальным проектным значениям для кровли и прогноза сильного снегопада.

Технический результат изобретения достигается заявляемым устройством, которое представляет собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком высоты снежного покрова. Заявляемое устройство состоит из:

- 5 - весовой металлической платформы для приема на нее снега, состоящей из крышки (1) и корпуса (2);
- по меньшей мере одного тензодатчика (3), размещенного внутри корпуса (2) и обеспечивающего сигнал веса снега на крышке (1);
- стойки (5), которая опирается на подставку, являющуюся продолжением нижней стенки корпуса (2);
- 10 - датчика (6) высоты снежного покрова, расположенного на стойке (5) и обеспечивающего сигнал высоты слоя снега на платформе, причем датчик (6) расположен в корпусе, в котором размещена электронная программируемая плата для опроса датчика (6) высоты снежного покрова и тензодатчика (3) и для передачи полученных данных на сервер.

15 Тензодатчик (3) устройства может механически удерживаться внутри платформы за счет сквозного крепления к крышке (1) и корпусу (2) через монтажные элементы (4) при помощи крепежных элементов.

Корпус (2) и крышка (1) платформы могут быть выполнены из металла толщиной 3 мм.

20 Весовая платформа может иметь круглую форму, прямоугольную или квадратную форму.

Стойка (5) устройства может иметь «Г»-образную форму, состоящую из горизонтальной и вертикальной частей, в которой горизонтальная часть расположена над весовой платформой, а вертикальная часть опирается на подставку, являющуюся 25 продолжением нижней стенки корпуса (2).

Датчик (6) высоты снежного покрова может быть расположен на нижней поверхности горизонтальной части «Г»-образной стойки (5), обращенной к весовой платформе.

Если весовая платформа выполнена круглой формы, то устройство для мониторинга снеговой нагрузки может содержать «Г»-образный трубчатый нагревательный элемент 30 (7) для автоматической очистки весовой платформы ото льда, состоящий из горизонтальной и вертикальной частей, параллельных горизонтальной и вертикальной частям стойки (5), и управляемый электронной программируемой платой датчиков (3,6) шаговый двигатель (10), установленный на горизонтальной части стойки (5) в герметичном корпусе, причем конец горизонтальной части элемента (7) механически 35 закреплен с шаговым двигателем (10) для приведения в движение элемента (7), а конец вертикальной части элемента (7), выполнен с возможностью свободного вращения вокруг весовой платформы.

Толщина трубчатого элемента (7) может составлять 5-6 мм, при этом конец вертикальной части элемента (7) может быть выполнен с зазором 2-3 мм от крышки 40 (1) весовой платформы.

Нагревательный элемент (7) может быть выполнен из полимерного композитного материала с нанесенным на вертикальную часть элемента (7) тонкопленочным обогревом или из медной или алюминиевой трубки с расположенным внутри вертикальной части трубки нагревательным керамическим элементом, помещенным 45 в теплоноситель.

В случае квадратной или прямоугольной формы весовой платформы устройство для мониторинга снеговой нагрузки может содержать металлическую корзину (11) с боковыми стенками и основанием в виде по меньшей мере двух перемычек между двумя

противоположными боковыми стенками для опоры корзины (11) на крышку (1) весовой платформы, причем боковые стенки корзины (11) имеют отверстия, чтобы не препятствовать попаданию снега на платформу.

5 Перемычки основания корзины (11) могут иметь ширину 30 мм, высота боковых стенок корзины (11) может составлять 40 - 80 см, толщина стенок корзины (11) - 3 мм.

Технический результат изобретения также достигается заявляемой системой мониторинга снеговой нагрузки, которая включает в себя:

- по меньшей мере одно устройство, представляющее собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком (6) высоты снежного покрова, как описано выше;

10 - приемное устройство, принимающее сигнал тензодатчика (3), указывающий вес снега на крышке (1), и сигнал датчика (6) высоты снежного покрова, указывающий высоту слоя снега на крышке (1), и передающее указанные сигналы на облачный сервер через WiFi-роутер;

- WiFi-роутер, передающий сигналы тензодатчика (3) и датчика (6) на облачный сервер;

15 - облачный сервер, выполненный с возможностью вычисления снеговой нагрузки на основании полученного от тензодатчика (3) сигнала и преобразования вычисленного значения снеговой нагрузки, а также полученного от датчика (6) сигнала в информацию для отображения пользователю, и

20 - личный кабинет пользователя для отображения указанной информации.

Система мониторинга снеговой нагрузки может дополнительно включать один или несколько датчиков (8) высоты снежного покрова, обеспечивающих сигналы высоты слоя снега, расположенного на крыше, которые принимаются и передаются при помощи того же приемного устройства и WiFi-роутера и на тот же облачный сервер, что и сигналы датчиков (3,6), содержащихся в устройстве, для учета их значений и преобразования ее в информацию для отображения пользователю в том же личном кабинете пользователя системы.

Система, в частности, может включать два датчика (8) высоты снежного покрова.

30 Сигналы датчика (8) высоты снежного покрова системы мониторинга могут использовать для определения засорения расположенной на крыше водоприемной воронки в летнее время.

Система мониторинга может дополнительно включать при необходимости, определяемой конкретно для каждого объекта (крыши), одно или несколько устройств, представляющих собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком (6) высоты снежного покрова, описанных выше.

Система может дополнительно опционально включать одно или несколько заявляемых устройств, оснащенных нагревательным элементом (7), нагрев которых включается поочередно.

40 Система может дополнительно опционально включать одно или несколько заявляемых устройств и один или несколько датчиков (8) высоты снежного покрова, обеспечивающих сигналы высоты слоя снега, расположенного на крыше, которые принимаются и передаются при помощи того же приемного устройства и WiFi-роутера и на тот же облачный сервер, что и сигналы датчиков (3,6), содержащихся в устройстве, для учета их значений и преобразования ее в информацию для отображения

45 пользователю в том же личном кабинете пользователя системы.

В системе мониторинга могут использовать протокол Long-Range WiFi передачи данных.

Краткое описание чертежей

На Фиг. 1 представлено 3D-изображение устройства для мониторинга снеговой нагрузки, представляющего собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком (6) высоты снежного покрова.

На Фиг. 2 представлено 3D-изображение датчика (8) высоты снежного покрова.

5 На Фиг. 3 представлен пример схемы расположения датчиков, где устройство для мониторинга снеговой нагрузки обозначено как комбинация: датчик массы снега + датчик толщины покрова.

На Фиг. 4 представлен схематичный вид разреза устройства для мониторинга снеговой нагрузки с датчиком (6), установленным на вертикальной стойке (5), и с
10 установленной на весовой платформе корзиной (11) для воспрепятствования замерзанию снега и образованию наста и льда, которые влияют на точность показаний тензодатчика (3).

На Фиг. 5 представлен схематичный вид разреза устройства для мониторинга снеговой нагрузки с датчиком (6), установленным на горизонтальной части стойки (5),
15 и с нагревательным элементом (7).

На Фиг. 6 представлен схематичный вид спереди датчика (8) высоты снежного покрова.

На Фиг. 7 представлен схематичный вид разреза устройства для мониторинга снеговой нагрузки с датчиком (6), установленным на горизонтальной части стойки (5),
20 и корзиной (11).

На Фиг. 8 представлено 3D-изображение корзины (11) для устройства по изобретению, вид снизу.

На Фиг. 9 представлено фото корзин (11), установленных на весовых платформах устройств по изобретению (платформы скрыты под снегом).

25 На Фиг. 10-11 представлены фото корзины (11), установленной на весовой платформе устройства по изобретению (платформа скрыта под снегом), сделанные через несколько часов и несколько дней после перехода температуры воздуха через 0°C, соответственно.

На Фиг. 12 представлен вид сбоку сложной крыши, имеющей препятствие (выделено серым цветом) для передачи сигнала от датчиков (12) и ретранслятор (13) сигнала для
30 передачи в приемное устройство (14) системы.

На Фиг. 13 представлена схема передачи сигналов датчиков (12) в приемное устройство (14) в системе по изобретению для сложной крыши, имеющей препятствие (15), вид сверху.

35 На Фиг. 14 представлено изображение примера панели мониторинга снеговой нагрузки во времени в личном кабинете DOM.Online.

На Фиг. 15 представлен пример отображения информации о снеговой нагрузке в виде интерактивной карты в личном кабинете DOM.Online.

На Фиг. 16 представлен пример отображения информации о снеговой нагрузке в виде в виде графиков с историей изменений во времени и архивом фактических данных
40 в личном кабинете DOM.Online.

На Фиг. 17 представлено изображение примера панели мониторинга с настройками предельных значений в личном кабинете DOM.Online.

На Фиг. 18 представлено изображение примера e-mail оповещения: в личном кабинете DOM.Online.

45 **Осуществление изобретения**

Заявляемое устройство для мониторинга снеговой нагрузки представляет собой комбинацию двух датчиков: датчика снеговой нагрузки и датчика высоты снежного покрова.

Заявляемое устройство для мониторинга снеговой нагрузки (Фиг. 1, Фиг. 4, Фиг. 5, Фиг. 7) включает датчик снеговой нагрузки, к компонентам которого относятся:

- весовая металлическая платформа для приема на нее снега, состоящая из крышки (1) и корпуса (2);

5 - по меньшей мере один тензодатчик (3), размещенный внутри корпуса (2) и обеспечивающий сигнал веса снега на крышке (1);

Тензодатчик (3) предназначен для измерения веса снега (снежного покрова) на платформе и обеспечивает точность измерения до 0,5 килограмма на квадратный метр.

В заявляемом устройстве используют тензодатчик - Mavin NA2, однако, можно
10 применять любой другой датчик нагрузки тензометрического типа.

Заявляемое устройство для мониторинга также включает стойку (5), которая опирается на подставку, являющуюся продолжением нижней стенки корпуса (2), как показано на Фиг. 4.

Стойка (5) устройства может иметь «Г»-образную форму, состоящую из
15 горизонтальной и вертикальной частей, в которой горизонтальная часть расположена над весовой платформой, а вертикальная часть опирается на подставку, являющуюся продолжением нижней стенки корпуса (2).

Устройство для мониторинга также включает датчик (6) высоты снежного покрова, который может быть расположен на нижней поверхности горизонтальной части стойки
20 (5), обращенной к весовой платформе, и обеспечивает сигнал высоты слоя снега/снежного покрова на платформе, в частности на крышке (1) (Фиг. 5), причем датчик (6) расположен в корпусе, в котором размещена электронная программируемая плата. Электронная плата может использоваться не только для опроса датчика (6) высоты снежного покрова и тензодатчика (3) и передачи полученных от этих датчиков данных
25 (сигналов веса и высоты слоя снега) в приемное устройство, но и для ретрансляции данных (сигналов), полученных от других беспроводных датчиков (как тензодатчиков, так и датчиков высоты снежного покрова), в приемное устройство в случае использования в системе таких беспроводных датчиков, т.е. датчиков с питанием от
первичного элемента (батарейки).

30 Датчик (6) высоты снежного покрова может быть расположен на вертикальной стойке (5). В случае такого расположения датчик (6) может представлять собой дальномер, например, лазерный дальномер, который будет «бить лучом» в центр весовой платформы, при этом измеренное значение диагонального расстояния от датчика (6) до весовой платформы будет математически пересчитываться на сервере
35 в значение высоты/толщины слоя снега/снежного покрова.

Основным измерительным компонентом датчика (6) высоты снежного покрова, закрепленного на горизонтальной части стойки (5), является TOF-датчик расстояния -
времяпролетный датчик дистанции (Time-of-flight, ToF) с инфракрасным светодиодом
850 нм, расположенный на горизонтальной стойке датчика. В настоящем изобретении
40 во всех описанных датчиках высоты снежного покрова используется измерительный элемент - датчик времени полета света TOF Mini Plus (http://en.benewake.com/DataDownload/index_pid_20_lcid_23.html), но можно использовать и другой подходящий для этих целей тип датчика расстояния. Однако опытным путем было определено, что именно такой тип датчика не подвержен негативному влиянию отрицательных температур воздуха
45 и стабильно работает при температурах до - 40°C.

В датчике (6) высоты покрова применяется модульная система крепления, которую можно устанавливать как самостоятельную опору на центральных участках крыши, так и закреплять на парапет и другие вертикальные поверхности, такие как стены

надстроек. Указанный датчик позволяет измерять расстояние до поверхности в диапазоне от 10 до 300 сантиметров.

Датчик (6) высоты покрова механически прикреплен к стойке (5), например, при помощи винтов, таких как M2, и специальных проушин с нарезанной резьбой M2.

5 Датчик (6) высоты/толщины снежного покрова (ТОФ-датчик расстояния) подключен к электронной программируемой плате, размещенной с ним в одном корпусе. В заявляемом устройстве к этой же плате подключен и тензодатчик (3), измеряющий вес снега - снеговую нагрузку. По протоколу I2C или UART электронная программируемая плата получает информацию от ТОФ-датчика расстояния до поверхности. После
10 завершения монтажа системы (предполагается, что монтаж выполняется на очищенную от снега поверхность) на сервере фиксируется нулевое значение высоты снежного покрова в мм. Для типичной конструкции датчика (6) высоты покрова эта величина составляет 1000 мм.

Когда выпадает снег, расстояние от датчика до поверхности уменьшается. Например,
15 если выпало 10 см (100 мм) снега, датчик толщины покрова передает значение расстояния до поверхности, равное 900 мм. Эти данные передаются по цепочке из проводных датчиков и/или ретрансляторов (ретранслятором может быть как другой датчик со стационарным питанием, так и отдельная электронная плата, подключенная к стационарному источнику питания) на приемное устройство, которое подключается
20 к WiFi сети роутера и передает пакет с данными на сервер. На сервере при помощи загруженных на сервер программ и алгоритмов высчитываются абсолютные значения высоты/толщины слоя снега вычитанием из нулевого значения 1000 мм фактического 900 мм, получая 100 мм высоты слоя снега.

Принцип работы ТОФ-датчика, заключается в следующем: светодиод, расположенный
25 в корпусе ТОФ-датчика, пускает в окружающую среду световой луч в невидимом диапазоне, а затем засекает время возврата отражения, из чего можно определить дистанцию до ближайшего объекта. В отличие от прочих датчиков пространства лидар, которым является ТОФ-датчик, обладает увеличенной рабочей дистанцией и успешно справляется с внешней засветкой до 70 тысяч люкс, что соответствует уличной
30 освещённости в дневное время. Следует отметить, что в качестве датчика высоты/толщины снежного покрова может использоваться и любой другой датчик расстояния (например, ультразвуковой датчик, который работает по схожим принципам). Применяемый в настоящем изобретении ТОФ-датчик зарекомендовал себя наилучшим образом при работе при отрицательных температурах воздуха и в неблагоприятных
35 условиях, т.к. имеет пыле- и влагозащиту класса IP65.

Электронная программируемая плата датчика является универсальной для всех типов датчиков, используемых в заявляемой системе, и способов их питания, а также может применяться и для ретранслятора, и для приемного устройства.

Электронная программируемая плата состоит из следующих основных компонентов:
40 - микропроцессор ESP32;
- аналого-цифровой преобразователь NH711;
- элементы преобразования питания и прочие элементы (обвязка).

Для повышения точности показаний тензодатчика в экстремальных температурных условиях эксплуатации системы (ниже - 40°C) необходима компенсация температурных деформаций металлической основы тензодатчика. Измерения проводятся при помощи
45 датчика температуры, имеющегося в каждой электронной плате, и отправляются на сервер, где и выполняется компенсация полученных показаний, исходя из заложенных в программу математических уравнений и зависимостей, выявленных на этапе

тестирования системы в климатических камерах, где устройства проходили испытания вплоть до значений - 70°C.

В составе компонентов тензодатчика (3) уже предусмотрена температурная компенсация за счет встроенного резистора, которая позволяет получать точные значения в условиях температуры окружающего воздуха до - 40°C. Если температура опускается ниже - 40°C, корректировка значений происходит на сервере по заданному в нем алгоритму.

Вне зависимости от модификации датчика (датчик снеговой нагрузки (тензодатчик), датчик толщины/высоты снежного покрова или комбинированный) в составе электронной платы находится основной элемент - микроконтроллер ESP32. Его роль заключается во взаимодействии с периферийными элементами, например, аналого-цифровым преобразователем HX711, который считывает показания тензодатчика), опроса датчика толщины покрова по протоколам I2C или UART и передачи информации в канале 2.4 ГГц.

В составе ESP32 находится WiFi модем. В зависимости от типа датчика или устройства (комбинированный датчик, датчик нагрузки, датчик толщины, приемное устройство или ретранслятор сигнала) в микроконтроллер загружается бинарный файл с алгоритмом и логикой работы.

Весовая платформа заявляемого устройства может представлять собой круглую площадку, т.е. иметь круглую форму, но она также может иметь и другую форму, например, квадратную, прямоугольную, овальную и т.д.

В ходе эксплуатации заявляемого устройства при скоплении обильного количества осадков и дальнейшего перехода температуры воздуха через 0°C может происходить вмерзание весовой платформы в снежные массы. При этом на крышке (1) весовой платформы может образовываться наст или наледь/лед, которые препятствуют корректному измерению веса снега/снежного покрова на платформе.

Если весовая платформа имеет круглую форму, то заявляемое устройство для мониторинга может содержать датчик (6) на горизонтальной части «Г»-образной стойки (5), а для очистки платформы от наста и/или льда может дополнительно содержать трубчатый нагревательный элемент (7), имеющий аналогичную стойке (5) «Г»-образную форму с горизонтальной и вертикальной частями, параллельными горизонтальной и вертикальной частям стойки (5), который приводится в движение при помощи шагового двигателя (1), установленного в отдельном герметичном корпусе на горизонтальной части «Г»-образной стойки (5) рядом с датчиком (6). При этом активацией и работой шагового двигателя (1) управляет та же электронная программируемая плата, которая предназначена для управления и опроса датчика (6) высоты снежного покрова и тензодатчика (3) и для передачи полученных данных на сервер.

Конец горизонтальной части нагревательного элемента (7) механически соединен через муфту и закреплен с шаговым двигателем (10), установленным на горизонтальной части стойки (5), а конец вертикальной части элемента (7) выполнен свободным и с зазором от крышки (1) платформы (Фиг. 5). Благодаря тому, что «Г»-образный элемент (7) имеет только одно крепление наверху - с шаговым двигателем (10), установленным на горизонтальной части стойки (5), а также имеет необходимый зазор между вертикальной частью элемента (7) и крышкой (1) весовой платформы, при включении шагового двигателя (10) конец вертикальной части элемента (7) может свободно вращаться вокруг крышки (1) платформы. В модификации заявляемого устройства, имеющего круглую платформу, толщина трубчатого элемента (7) может составлять 5-6 мм, а зазор между концом вертикальной части элемента (7) и крышкой (1) может

составлять 2-3 мм. В результате вращения элемента (7) образуется проталина шириной около 8 мм, которая является достаточной для обеспечения корректности показаний тензодатчиков (3).

Шаговым двигателем (10) может быть, например, NEMA17 с понижающим редуктором и электромагнитным датчиком положения оси, управляемый электронной программируемой платой.

Нагревательный элемент (7) может быть выполнен из полимерного композитного материала, например, углепластика или карбона, с нанесенным на вертикальную часть элемента (7) тонкопленочным обогревом (на Фиг.5 условно показан красной пунктирной линией). Тонкопленочный нагрев обеспечивается токопроводящими линиями, напечатанными углеродом и защищенными УФ-стойким диэлектрическим слоем (см., например, <https://www.electronics.ru/journal/article/41>).

Другим вариантом выполнения нагревательного элемента (7) может быть медная или алюминиевая трубка, имеющая в вертикальной части элемента (7) керамический нагреватель, помещенный в теплоноситель. В качестве теплоносителя может использоваться жидкость на основе этиленгликоля или иная жидкость с высокой температурой вскипания - более 140°C и низкой температурой замерзания - не более -40°C, или любой другой теплоноситель с температурой кипения не менее 140°C.

«Г»-образный нагревательный элемент (7) является ключевым элементом для автоматической очистки весовой платформы от наледи/льда, так как он обеспечивает освобождение части снежной массы (смерзшегося снега (наста) и/или льда) от ее общего объема и обеспечивает корректность показаний (сигналов) тензодатчика (3).

Нагрев элемента (7) включается с помощью электромагнитного реле (либо твердотельного транзистора), которым управляет электронная программируемая плата - та, которая принимает сигналы тензодатчика (3) и датчика (6) и управляет работой «Г»-образного нагревательного элемента (7). Тонкопленочный обогрев или керамический нагреватель подключен двумя проводами к электронной плате, на которой расположены все необходимые компоненты для управления. Активация нагрева элемента (7) происходит по команде с сервера, который следит и анализирует данные, полученные с датчиков веса снега (тензодатчиков), толщины покрова и датчиков температуры, а также анализирует тренды температуры - в случае положительной температуры окружающего воздуха в данный момент и прогнозируемого похолодания сервер отправляет команду на приемное устройство (расположенное на объекте) и далее эта команда передается на электронную плату устройства для включения «Г»-образного нагревательного элемента (7).

Программа управления в составе алгоритма работы электронной платы записана в энергонезависимой памяти микроконтроллера ESP32, которая считывает показания сенсоров (тензодатчика (3), датчика (6) высоты снежного покрова/слоя снега) и управляет приводом «Г»-образного нагревательного элемента (7) при помощи шагового двигателя. Указанная программа передает сигналы тензодатчика (3), датчика (6) высоты слоя снега и датчика температуры окружающего воздуха, интегрированного в программируемую электронную плату, на сервер, где происходит анализ вероятности вмерзания платформы с датчиком (3) в снежные массы на основании сравнительного анализа значений прироста выпавшего снега и значения снеговой нагрузки, измеренной тензодатчиком (3), и при прогнозируемом вмерзании платформы сервер отдает команду выполнения автоматического сценария освобождения весовой платформы с тензодатчиком (3) ото льда.

Нагревательный элемент (7) работает следующим образом. На основании анализа

вероятности вмерзания платформы с датчиком (3) в снежные массы сервер дает команду на включение нагрева элемента (7) с мощностью 20 Вт, а затем после нагрева элемента (7) до заданной температуры - 150°C включается шаговый двигатель, который приводит в движение конец вертикальной части элемента (7) для его вращения вокруг весовой платформы. Конец вертикальной части «Г»-образного элемента (7) вырезает как «ножом» образовавшийся слой наста/льда цилиндрической формы над весовой платформой, освобождая ее от влияния «мостиков» льда/наста, которые неравномерно распределяют нагрузку на крышке (1) платформы и искажают показания (сигналы) тензодатчика (3), расположенного в корпусе (2) платформы (так называемый режим «освобождения ото льда»). В результате разрушения «мостиков» льда/наста, образовавшихся между слоем вмерзшего снега на платформе и на остальной части крыши, тензодатчик (3) будет взвешивать только участок снега над весовой платформой и поэтому показывать максимально точные значения снеговой нагрузки. Во время работы элемента (7) его нагрев включен постоянно, а его мощность регулируется в режиме реального времени.

Такое устройство, имеющее нагревательный элемент (7), может быть расположено в зонах ендовы или в застойных зонах кровли, т.е. там, где может образовываться наледь/лед. При этом нагревательный элемент (7) имеет относительно низкое энергопотребление - до 60 Вт, его рабочая мощность (т.е. мощность, потребляемая при работе элемента (7)) регулируется в режиме реального времени микроконтроллером ESP32, который следит за тем, чтобы «Г»-образный элемент (7) успевал (т.е. ему хватало мощности) расплавить снег и лед на пути вращения вокруг весовой платформы за счет изменения скорости перемещения (вращения) «Г»-образного элемента и анализа данных о положении с шагового двигателя. В случае, если «Г»-образный нагревательный элемент (7) не справляется с разрушением «мостиков» льда (не хватает мощности), то алгоритм электронной платы замечает несоответствие между отправленной командой на шаговый двигатель на перемещение и фактическим положением двигателя относительно стартовой точки. В этом случае на шаговый двигатель подается команда остановки на 30 секунд, снижается скорость перемещения и увеличивается мощность, подаваемая на нагревательный элемент, от 20 до 60 Вт. При этом само заявляемое устройство запрограммировано так, что нагревом элемента (7) удаляется только часть льда шириной приблизительно 8 мм вокруг весовой платформы, поскольку было показано, что именно такая часть льда влияет на достоверность показаний тензодатчика (3). Из указанных 8 мм ширины части удаленного льда 5-6 мм составляет толщина вращающейся вертикальной части элемента (7) и 2-3 мм составляет ширина проталины, образующейся между теплой трубкой и снегом/льдом. Так как конец вертикальной части работающего элемента (7) находится в подвижном состоянии, основная часть тепловой энергии от его разогрева рассеивается при контакте трубки и снега/льда на пути вращения вокруг весовой платформы. Весь режим освобождения весовой платформы от «мостиков» снега и/или льда занимает около одного часа, что позволяет поддерживать высокую точность измерений веса снега тензодатчиком (3).

Корпус (2) и крышка (1) платформы могут быть выполнены из металла толщиной 3 мм, что позволяет даже в случае установки устройства в зоне ендовы получить дополнительный эффект освобождения тензодатчика (3) от вмерзания в наст и лед, который описан ниже.

Из-за высокой теплоемкости металла во время потепления, когда под слоем снега, как под одеялом, температура воздуха повышается и снег начинает превращаться в воду (особенно это заметно во время перепадов ночной и дневной температур),

температура снега не повышается выше 0-1°C, металл “напитывает” тепло. Далее при остывании, поскольку металл чуть дольше остывает, чем снег, между весовой платформой и снежной массой (далее льдом) может образовываться проталина шириной 3-5 мм, освобождая весовую платформу с тензодатчиком (3) ото льда. Высокая теплоемкость металла позволяет корпусу (2) и крышке (1) нагреваться до температуры окружающего воздуха в момент повышения температуры, а остывать медленнее, чем снег и лед, и, таким образом, их растапливать (когда температура воздуха была положительной, а потом стала отрицательной, снег и лед охлаждаются быстрее, а корпус (2) все еще остается теплым).

На этом же явлении основано применение и принцип работы металлической корзины (11), которая может быть дополнительно установлена на крышку (1) платформы заявляемого устройства, имеющего прямоугольную или квадратную форму платформы, вместо использования в нем нагревательного элемента (7) для целей освобождения платформы от наста/льда (Фиг. 4, Фиг. 7-11).

Металлическая корзина (11) имеет боковые стенки и не имеет дна, но для опоры на крышку (1) весовой платформы устройства корзина (11) имеет основание в виде по меньшей мере двух металлических перемычек между двумя противоположными боковыми стенками для опоры корзины (11), причем боковые стенки корзины (11) имеют отверстия, чтобы не препятствовать попаданию снега на платформу во время снегопада. Перемычки основания корзины (11) могут иметь ширину 30 мм и расположены на расстоянии 3 см от воображаемого дна корзины (11), в этом случае низ воображаемого дна корзины совпадает с низом верхней крышки корпуса. Высота боковых стенок корзины (11) подбирается в зависимости от региона установки устройства. Каких-либо ограничений по высоте стенок корзины (11) нет, стандартная высота стенок корзины (11) составляет 40 - 50 см. Однако практика показывает, что в регионах, где выпадает много снега и образуется снежный покров значительной высоты, корзина (11) может иметь стенки высотой до 80 см.

Отверстия в стенках корзины могут быть любой формы, например, прямоугольные отверстия с размерами 30x40 мм или 20x10 мм, при этом толщина стенки корзины между соседними отверстиями (перемычки) составляет 0.5-2 см, а толщина самой перемычки - 10 мм.

На Фиг. 10 -11 приведены фото установленной корзины (11) через несколько часов и дней после перехода температуры через 0°C.

Так, спустя 4 часа после перехода температуры через 0°C между боковой стенкой корзины (11) и будущим настом начинает образовываться зазор. После ночных заморозков зазор увеличивается и становится более очевидным (Фиг. 10). Спустя еще несколько дней корзина (11) и весовая платформа устройства полностью «отрезаны» от ледяной корки (Фиг. 11).

Это явление также происходит и при отрицательной температуре воздуха, поскольку корзина нагревается под воздействием солнца и оплавляет наст и лед, которые могут мешать измерениям веса снега. Это возможно в местах установки устройства в ендовах, на крышах с неверно подобранной толщиной теплоизоляции, где образуется лед толщиной больше, чем высота весовой платформы датчика снега.

Корзина (11) может быть собрана из ее компонентов (стенок) непосредственно на крыше. У корзины (11) есть только боковые стенки, опора на платформу осуществляется через перемычки в основании корзины (11), которые видны на Фиг. 8 (вид снизу). Корзина (11) имеет массу приблизительно 8 кг, что позволяет не фиксировать ее дополнительно на крышке (1), потому что она держится за счет собственного веса.

Материалом корзины (11) может быть сталь, чугун, алюминий либо иной материал с высокой теплоемкостью (желательно более 400 Дж/кг*К). Боковые стенки корзины (11) могут иметь толщину 3 мм.

5 Как корзина (11), так и «Г»-образный нагревательный элемент (7), являются дополнительными элементами, которые устанавливаются при необходимости, например, в случаях, когда заявляемое устройство предназначено для установки в неблагоприятном климатическом районе или на крышах, на которых ошибочно подобрана низкая толщина теплоизоляции кровли или в ендовах, в результате чего на крыше образуется наст и лед.

10 Корзина (11) выполнена с отверстиями в боковых стенках, которые не препятствуют задуванию снега на платформу. В то же время толщина боковых стенок корзины (11) и ее материал (металл) позволяет ей отлично аккумулировать тепло во время оттепели или солнечной погоды при слабом морозе.

15 Вес корзины (11) учитывается при калибровке датчика снеговой нагрузки (веса снега) в устройстве, т.е. ее вес не учитывается при измерениях веса снега.

Таким образом, заявляемое устройство, имеющее металлическую корзину (11), может быть расположено в зонах ендовы или в застойных зонах кровли, т.е. в зонах, где может образовываться наледь/лед.

20 Тензодатчик (3) устройства механически удерживается внутри платформы за счет сквозного крепления к крышке (1) и корпусу (2) через монтажные элементы (4) при помощи подходящих крепежных элементов, например, винтов М6. Монтажные элементы (4) могут представлять собой стальные проставки - пластины прямоугольной формы с размерами, подходящими для крепления тензодатчика (3) к крышке (1) и корпусу (2) весовой платформы устройства. Для используемого тензодатчика Mavin NA2 монтажный элемент (4) для крепления крышки (1) к тензодатчику (3) выполнен из стали толщиной 4 мм и имеет размеры 105×105 мм. Монтажный элемент (4) для крепления тензодатчика (3) к корпусу (2) выполнен из стали толщиной 10 мм и имеет размеры 85×85 мм.

25 Указанные параметры элементов (4) являются оптимальными и удобными в монтаже такой модификации тензодатчика (3). Однако монтажные элементы (4) могут иметь и другие подходящие в каждом конкретном случае размеры. Верхний монтажный элемент (4) зажимается между тензодатчиком (3) и крышкой (1), а нижний монтажный элемент (4) - между тензодатчиком (3) и корпусом (2). Стойка (5) устройства может быть выполнена из алюминиевого конструкционного профиля или любого другого подходящего материала

35 Массивность корпуса (2) устройства (его масса составляет около 16-17 кг, а вес всего устройства - около 18 кг) позволяет устанавливать его на крышах без дополнительной фиксации к кровле, т.е. не нарушая целостность ее гидроизоляционного слоя.

40 Заявляемое устройство для мониторинга выполнено с возможностью измерения массы/веса снега на крышке (1) весовой платформы, т.е. снеговой нагрузки, с помощью содержащегося в корпусе (2) платформы тензодатчика (3). Кроме того, с помощью заявляемого устройства может быть вычислена плотность снега/снежного покрова, значение которой может быть использовано для вычисления снеговой нагрузки в заявляемой системе мониторинга, описанной далее.

Заявляемая система мониторинга снеговой нагрузки включает в себя:

45 - по меньшей мере одно устройство, представляющее собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком (6) высоты снежного покрова, как описано выше;

- приемное устройство, принимающее сигнал тензодатчика (3), указывающий вес снега на крышке (1), и сигнал датчика (6) высоты снежного покрова, указывающий

высоту снега на крышке (1), и передающий указанные сигналы на облачный сервер через WiFi-роутер;

- WiFi-роутер, передающий сигналы тензодатчика (3) и датчика (6) на облачный сервер;

5 - облачный сервер, выполненный с возможностью вычисления снеговой нагрузки на основании полученного от тензодатчика (3) сигнала и преобразования вычисленного значения снеговой нагрузки и полученного от датчика (6) сигнала высоты снега в информацию для отображения пользователю, и

- личный кабинет пользователя для отображения указанной информации.

10 Заявляемая система мониторинга может включать при необходимости, определяемой конкретно для каждого объекта (крыши), несколько устройств, представляющих собой датчик снеговой нагрузки, совмещенный с датчиком (6) высоты снежного покрова.

Заявляемая система может дополнительно включать один или несколько датчиков (8) высоты снежного покрова.

15 Для простой плоской крыши система оптимально включает одно комбинированное заявляемое устройство и два датчика (8) высоты снежного покрова. Чем более сложный рельеф имеет крыша или чем более функционально сложным является объект, тем больше комбинированных устройств и датчиков (8) высоты покрова требуется установить для корректного функционирования заявляемой системы мониторинга.

20 Например, в случае, если одно устройство с тензодатчиком (3) расположено над раздевалкой с душевыми комнатами, а другое - над коридором, тогда в первой зоне (над душевыми комнатами) температура воздуха может оказаться значительно выше, чем во второй зоной (над коридором), что будет влиять на плотность снега в этих зонах, так как в первой зоне часть тепла может выходить через кровлю и образовываться
25 более плотный наст.

На Фиг. 2 и Фиг. 6 условно показан датчик (8) высоты снежного покрова, закрепленный на нижней поверхности, обращенной к крыше, горизонтальной части «Г»-образной стойки (9), выполненной из алюминиевого конструкционного профиля или любого другого подходящего для данной цели материала, при этом вертикальная
30 часть стойки (9) опирается на основание стойки (9).

Корпус датчика (8) высоты совмещен с корпусом, где расположена электронная программируемая плата, которая может использоваться не только для опроса датчика (8) высоты снежного покрова и передачи полученных от этого датчика данных (сигналов) в приемное устройство, но и для ретрансляции данных (сигналов), полученных
35 от других беспроводных датчиков (как тензодатчиков, так и датчиков высоты снежного покрова), в приемное устройство в случае использования в системе таких беспроводных датчиков, т.е. датчиков с питанием от первичного элемента (батареи).

В момент установки датчика (8) (предполагается, что в этот момент снега на крыше нет, либо место установки очищено от снега) фиксируют значение расстояния между
40 датчиком (8) и поверхностью крыши. Затем в ходе эксплуатации здания это расстояние уменьшается за счет накопления снежных масс. Разница между первоначальным значением и фактическим и есть высота/толщина снежного покрова.

Основным измерительным компонентом датчика (8) является TOF-датчик расстояния - времяпролетный датчик дистанции (Time-of-flight, ToF) с инфракрасным светодиодом
45 850 нм, в частности, может быть использован тип датчика - TOF Mini Plus, расположенный на горизонтальной стойке датчика. Вертикальные стойки заявляемого устройства и датчиков (8) высоты снежного покрова также являются визуальными ориентирами, точно показывающими, где на крыше установлены эти датчики.

В датчике (8) высоты покрова применяется модульная система крепления, которую можно устанавливать как самостоятельную опору на центральных участках крыши, так и закреплять на парапет и другие вертикальные поверхности, такие как стены надстроек. Указанный датчик позволяет измерять расстояние до поверхности в диапазоне от 10 до 300 сантиметров.

Датчик (8) высоты/толщины снежного покрова (TOF-датчик расстояния) подключен к электронной программируемой плате. По протоколу I2C или UART электронная программируемая плата получает информацию от TOF-датчика расстояния до поверхности крыши. После монтажа системы (предполагается, что монтаж выполняется на очищенную от снега поверхность) на сервере фиксируется нулевое значение высоты снежного покрова в мм.

Как датчик снеговой нагрузки (тензодатчик (3)), включенный в заявляемое комбинированное устройство, так и датчики (6, 8) высоты снежного покрова, могут выполняться в двух вариантах с точки зрения обеспечения их питанием:

1. проводная версия с питанием по проводам от стационарного источника, расположенного в распределительном щитке WiFi роутера, или
2. беспроводная версия с питанием от батареи, либо от интегрированной миниатюрной солнечной панели, закрепленной на вертикальной стойке (5,9) или вертикальной части «Г»-образной стойки (5).

Использование аккумуляторных батарей (в частности литий-ионных и других) опасно, т.к. в летний период в южных климатических регионах температура на крыше может достигать 80°C, что может привести к разрушению аккумулятора, поэтому предлагается применять литий-тионилхлоридную LiSOCl₂ батарею - источник питания для устройств с небольшим токопотреблением, но с продолжительным сроком автономной работы (<https://lithium-element.ru/tech/thl-battery/>).

Каждый датчик, выполненный в корпусе с электронной программируемой платой, с проводным питанием от стационарного источника является также ретранслятором сигнала, поэтому при столкновении сигнала любого датчика, применяемого в заявляемой системе мониторинга, с препятствием в виде какого либо объекта на крыше сигнал передается электронной плате другого датчика, который находится в зоне приема передаваемого сигнала, и ретранслируется либо в приемное устройство, либо ретранслятор, который находится в зоне приема ретранслируемого сигнала, и т.д. Ретрансляция сигнала повторяется до тех пор, пока сигнал не будет передан в приемное устройство. Таким образом, электронная плата «слушает» эфир и передает полученные пакеты сигналов далее (ретранслирует их на другие проводные датчики или ретрансляторы сигнала, которыми выступают отдельные электронные платы). Если на объекте устанавливают только беспроводные датчики и сигнал не доходит до приемного устройства, то дополнительно устанавливают ретрансляторы, либо заменяют один или несколько беспроводных датчиков на проводные, которые в этом случае и будут ретрансляторами. В случае, когда типовая электронная плата запрограммирована на работу в режиме ретранслятора, она только ретранслирует сигналы, поступающие с других датчиков. Беспроводной датчик, который работает от батареи, не ретранслирует сигнал, а только отправляет собственные показания (сигналы). Проводной датчик передает как собственные показания, так и ретранслирует сигналы от других датчиков в приемное устройство системы. Все датчики, имеющие стационарное питание (проводные), образуют ячеистую Mesh сеть, через которую данные сигналов доставляются в приемное устройство.

На Фиг. 12 показан вид сбоку сложной крыши, имеющей препятствие (выделено

серым цветом) для передачи сигнала от датчиков системы, которые здесь обозначены в общем виде (без разделения на датчики устройства и отдельные датчики высоты снежного покрова) как датчики (12), через ретранслятор (13) в приемное устройство (14) системы. На Фиг.13 представлена схема (вид сверху) передачи сигналов датчиков системы, обозначенных как датчики (12), в приемное устройство (14) для сложной крыши, имеющей препятствие (15). В этом случае датчики (12) передают собственные показания и выступают в качестве ретрансляторов сигнала в приемное устройство (14).

На каждой электронной программируемой плате в системе установлен таймер, который с заданным интервалом, от 100 мс до 7200 секунд, как правило, 3600 секунд (1 час), подает питание на электрическую схему платы и заявляемое устройство или датчик (8) высоты покрова активируется, передает полученную информацию (сигналы), в том числе вес снега, высоту слоя снега и температуру воздуха.

После чего микроконтроллер ESP32 (или аналогичный) подает команду таймеру на отключение питания платы для перехода ее в энергосберегающий режим, в котором питание есть только на таймере с очень низким энергопотреблением, а далее цепь отключена от питания.

Согласно алгоритму программы работы заявляемой системы опрос датчиков с питанием от батареи (или солнечной панели), измерения и отправка полученных данных (сигналов) в приемное устройство или на ближайший ретранслятор (электронная плата или проводной датчик) выполняется в течение 120 мс - активный режим, затем при помощи таймера питание в схеме отключается - наступает неактивный режим. В проводной версии датчика плата всегда находится в активном режиме и «слушает эфир» - тот канал передачи данных, в котором отправляют данные все датчики (и другие проводные и с питанием от батарейки), с целью ретрансляции данных в сторону приемного устройства и в проводных датчиках нет таймера, который отключает питание платы и экономит заряд батарейки.

В неактивном режиме работы платы беспроводных датчиков, когда работает только таймер, который отсчитывает заданный интервал, токопотребление схемы составляет всего 10 наноампер, что и позволяет обеспечивать чрезвычайно продолжительный интервал работы датчика от одной батарейки: срок работы от одной батарейки емкостью 9000 мАч составляет 8-10 лет, далее производится замена элемента.

Для обеспечения заявляемой системы мониторинга на крыше устанавливаются по меньшей мере одно заявленное устройство мониторинга, в котором датчик снеговой нагрузки, совмещен с датчиком (6) высоты снежного покрова, с целью получения данных о массе/весе и высоте/толщине снежного покрова на крыше.

Зоны установки заявляемого устройства и датчиков высоты покрова определяются проектной документацией, исходя из географического расположения объекта, направления преобладающих ветров, высоты зданий и геометрической конфигурации крыши (наличия парапетов, надстроек и прочих конструкций).

Заявленное устройство, не содержащее нагревательный элемент (7) или корзину (11), устанавливают, как правило, в зонах конька крыши или на расстоянии двух-трех метров от ендовы из-за возможности образования льда на пониженных участках крыши и возможного риска некорректной работы датчика снеговой нагрузки, измеряющего сигнал веса/массы снега.

Заявленное устройство в модификации с «Г»-образным нагревательным элементом (7) или корзиной (11) устанавливают, как правило, на крышах, где велик риск образования льда и/или плотного наста из-за неверно подобранной толщины теплоизоляционного слоя или недостаточных значений основного уклона. Основной

уклон крыши позволяет воде уходить в водоприемную воронку. Чем больше величина основного уклона, тем быстрее вода уходит в канализацию, не успевая замерзнуть, когда наступают заморозки. Минимальный основной уклон крыши составляет 1,5%.

5 Датчики (8) высоты снежного покрова устанавливаются в местах, которые могут быть определены проектной документацией объекта или на основе опыта его эксплуатации, исходя также из географического расположения объекта, направления преобладающих ветров, высоты зданий и геометрической конфигурации крыши (наличия парапетов, надстроек и прочих конструкций). При этом, поскольку ограничений по установке датчиков (8) высоты из-за образования льда нет, они могут быть расположены в ендове 10 и в зоне водоприемной воронки, где слой наледи может достигать 40 мм и более, а также на крышах, где скапливается лед из-за недостаточного слоя теплоизоляции.

Устройство, содержащее дополнительные элементы в виде нагревательного элемента (7) или корзины (11), также могут быть установлены в любых местах крыши, даже в ендове и в зоне водоприемной воронки.

15 В случае установки нескольких заявляемых устройств в системе сервер следит за тем, чтобы на линии в режиме «освобождения ото льда» работало только то количество заявляемых устройств, которое позволяет питающий кабель (например, для кабеля, идущего в комплекте системы, не более 2 устройств одновременно). В ходе режима работы «освобождения ото льда» заявляемое устройство, оснащенное таким элементом 20 (7), отправляет на сервер (через приемное устройство) значения о пространственном положении «Г»-образного элемента (угол поворота) для контроля его работы. После завершения режима «освобождения ото льда» платформы заявляемое устройство отправляет на сервер команду об успешном завершении режима и нагрев элемента (7) отключается по команде, поступающей в ответ с сервера.

25 Команду на включение нагрева элемента (7) устройства отправляет сервер, исходя из сохраненных данных о фактической температуре с устройств и прогнозируемой погоде (через API Gismeteo на ближайшие сутки). Если фактическая температура больше 0°C, а прогнозируется похолодание, сервер отправляет команду на приемное устройство, расположенное на конкретном объекте об инициализации нагрева элемента (7) и 30 освобождения тензодатчика (3) от льда. Команды отправляются поочередно на каждое заявляемое устройство, при этом сервер ожидает команды о завершении режима работы «освобождения ото льда» на текущем устройстве и только в этом случае запустит режим «освобождения ото льда» на следующем устройстве. Чтобы линия не была перегружена, если нагрев элемента (7) включится сразу на всех устройствах. Такой алгоритм работы 35 системы реализован для возможности использовать питающий кабель сечением 1 мм² в целях экономии стоимости материалов и монтажных работ.

Для вычисления плотности снега используют полученные от тензодатчика (3) и датчика (6) данные, которые электронная плата каждого устройства передает в приемное 40 устройство системы (возможно, через один или несколько ретрансляторов) и далее через WiFi роутер на сервер для вычисления. Плотность снега рассчитывают, исходя из измеренной толщины/высоты слоя/покрова и значений веса снега на 1 м².

Сигналы от датчиков (8) высоты снежного покрова также принимаются и передаются электронной платой, расположенной в одном корпусе с датчиком (8), в приемное 45 устройство системы (возможно, через один или несколько ретрансляторов) и далее через WiFi роутер на сервер.

Приемное устройство принимает данные от всех типов датчиков (опрос происходит с разным интервалом - для проводных модификаций датчиков всех типов данные собираются с интервалом 1 раз в 30 секунд, а для беспроводных датчиков с интервалом

1 раз в 60 минут) и отправляет их на сервер по готовности. Если на приемное устройство приходят только данные о массе/весе снега, то отправляются только они, если о толщине, то только они, а данные о массе высчитываются на сервере. Передачи данных с приемного устройства на сервер осуществляются 1 раз в 10 минут, т.е. чаще, чем
5 происходят опросы беспроводного датчика (6,8) или тензодатчика (3), поэтому полученные данные отправляются на сервер по мере готовности.

Используя данные о толщине/высоте снежного покрова в месте измерения и средней плотности снега, можно определить значение снеговой нагрузки в килограммах на квадратный метр.

10 В заявляемой системе мониторинга предусмотрена возможность выполнения проверки засорения водоприемной воронки в летнее время. В случае засора вода скапливается в зоне ендовы и при установке датчиков (8) высоты снежного покрова в местах расположения водоприемных воронок такие датчики (8) реагируют на изменения
15 расстояния до поверхности воды. Предполагается, что при монтаже датчиков (8) высоты покрова воронки не забиты и в местах их установки нет воды. После установки датчика (8) фиксируется нулевое значение высоты снежного покрова. В случае, если температура воздуха, значение которой электронная плата каждого датчика получает с
20 содержащегося на ней датчика температуры, является положительной 10 дней подряд и заявляемое устройство - комбинированный датчик толщины и массы снега, показывает нулевые значения (т.е. снега на крыше нет) в течение 10 дней, сервер дает команду на переключение системы мониторинга на летний режим работы. В случае, если датчик
(8) толщины покрова показывает положительное значение (относительно зафиксированного нуля при калибровке), пользователю приходит смс и email оповещение
25 о том, что воронка в месте установки датчика может быть забита и требуется ее проверка для подтверждения корректности работы датчика (8). Оповещение приходит 1 раз в сутки, пока значение высоты покрова с датчика (8) положительное.

Подготовка к использованию системы мониторинга

Исходя из плана кровли, ориентации объекта и региона строительства определяют
30 необходимое и желаемое количество и тип всех используемых датчиков. Затем готовят проект (схему установки устройства, представленного комбинацией тензодатчика (3) (датчика массы/веса) и датчика (6) толщины снега, и дополнительных (опционально) датчиков (8) высоты/толщины, Фиг. 3), расчет материалов и комплектующих. После проектирования создается карта кровли, представляющая собой схему с расстановкой датчиков на кровле, которая загружается в личный кабинет DOM.Online пользователя.

35 Если в системе мониторинга предусмотрены датчики беспроводной версии, то следующим этапом является установка датчиков в намеченных на крыше местах. В случае, когда конфигурация крыши предусматривает установку датчиков на разных отметках, либо на кровле есть препятствия для передачи сигнала от датчиков устройства или дополнительных датчиков (8) высоты снежного покрова в приемное устройство в
40 виде каких-либо дополнительных объектов, монтируют ретрансляторы сигнала, которые имеют проводное питание.

Как было описано ранее, ретрансляторами могут быть проводные датчики (8) высоты
покрова, если они предусмотрены проектом, которые постоянно находятся «в эфире» и являются ретрансляторами - принимают и передают далее по цепочке сигналы от
45 «дальнего» датчика, т.е. расположенного дальше от приемного устройства, в сторону приемного устройства (возможно через один или несколько других ретрансляторов сигнала). Поскольку беспроводные датчики фактически всегда выключены, а включаются лишь один раз в 60 минут на 0.1 секунды, отправляют свои сигналы и

опять выключаются еще на час, то они не могут быть ретрансляторами.

В случае, если используют такие беспроводные датчики (8), то для ретрансляции сигналов датчиков устройства в приемное устройство устанавливают ретранслятор(ы) сигнала, которым может быть электронная плата (аналогичная той, которая
5 используется в заявляемом устройстве или датчике (8)), но без каких-либо измерительных компонентов - тензодатчика, датчика толщины. Также может быть установлен полноценный датчик со стационарным питанием, который будет выполнять функции измерения снеговой нагрузки или высоты покрова и ретрансляции сигналов других датчиков.

10 Для проводной версии датчиков системы мониторинга необходима прокладка трассы из проводов. В качестве проводника могут использовать кабель “Витая пара”. Беспроводные датчики дополнительно активировать (включать) не требуется, они поставляются на объект в уже включенном виде (это возможно благодаря энергосберегающему режиму, который активен, если датчик «не видит в эфире» приемное
15 устройство или ретранслятор).

Проводные датчики, а также WiFi-роутер и ретрансляторы запускаются автоматически при подаче питания. Через 10 минут после включения в личном кабинете DOM.Online пользователя появляются первые данные от системы со всеми необходимыми показателями по нагрузке и высоте снежного покрова.

20 **Личный кабинет DOM.Online**

Система мониторинга снеговой нагрузки, к которой относится личный кабинет DOM.online, предоставляет множество преимуществ для службы эксплуатации объекта. Система мониторинга снеговой нагрузки значительно упрощает и автоматизирует процесс контроля снеговой нагрузки на крышах и повышает безопасность эксплуатации
25 зданий. Благодаря наличию заданного алгоритма, сервер имеет возможность анализировать прогнозируемые осадки (получать информацию о прогнозе погоды через API-сервисы погоды Gismeteo, преобразовывать данные о прогнозируемых осадках в виде снега в значения, выраженные в кг/м², и добавлять эти значения к значениям существующей на текущий момент времени нагрузки). На основании анализа этого
30 прогноза система может предупреждать службу эксплуатации здания о необходимости разгрузить конструкцию, если ожидаемая нагрузка от осадков, прибавленная к существующей снеговой нагрузке, приближается или превышает предельную нагрузку.

Кроме того, хранение архивных данных в личном кабинете DOM.online позволяет
35 сохранить важную информацию об объекте на протяжении всего периода его эксплуатации. Это может быть полезно для оценки текущего состояния объекта, а также для планирования работ по его обслуживанию и ремонту.

Для использования системы мониторинга в личном кабинете необходимо создать учетную запись объекта, наполнить объект необходимой информацией (в частности, наименование объекта, географические координаты, адрес, состав конструкций (кровля,
40 фасад, фундамент и т.д.), контактные данные лиц, принимающих участие в ходе строительства и эксплуатации объекта (по желанию) и т.д.), привязать уникальные MAC-адреса датчика к конкретному объекту и сформировать интерактивную схему кровли с расположением датчиков согласно проекту (Фиг. 15).

На Фиг. 14 - 18 представлены различные варианты, отображающие данные работы
45 системы мониторинга в личном кабинете DOM.online.

На главной странице личного кабинета (Фиг. 14) расположена панель мониторинга, в том числе относящаяся к снеговой нагрузке. Пользователю доступно два вида отображения информации:

- в виде графиков с историей изменений и архивом фактических данных (Фиг. 16);
- в виде интерактивной карты, на которой можно навести курсор и посмотреть фактическую загрузку любого датчика, входящего в систему (Фиг. 15).

На панели мониторинга можно выбрать один или несколько датчиков для построения графиков. Графики строятся на основании полученных данных и могут, например, отображать зависимость нагрузки в $\text{кг}/\text{м}^2$ от времени или высоту покрова от времени, или % от максимальной загрузки от времени.

Для датчиков (8), которые измеряют только высоту снежного покрова, график нагрузки в $\text{кг}/\text{м}^2$ строится, исходя из пересчета данных о средней плотности снега (полученных от заявляемого устройства) и фактических измеренных показаний высоты снега/снежного покрова.

В личном кабинете (ЛК) системы реализована возможность выбора интервала из набора предварительных настроек - пресета (1 день, 1 неделя, 1 месяц и т.д.) или ручного выбора интервала для построения графика. В личном кабинете системы также реализована возможность экспорта данных в формат csv. Для этого необходимо нажать кнопку экспорта данных, на сервере будет сформирован файл формата CSV с полями: дата показания, номер датчика, место установки, значения снеговой нагрузки в $\text{кг}/\text{м}^2$, мм и %.

В качестве настроек пользователь может задать предел загрузки для каждого датчика (Фиг. 17), исходя из этих цифр система определяет момент, когда нужно оповестить пользователя о приближении значений к критическим и рекомендовать осуществить уборку (Фиг. 18).

Пользователь перед началом использования системы может задать максимальные значения нагрузки в $\text{кг}/\text{м}^2$ исходя из места установки датчика (в соответствии с проектной документацией). Для этого реализована форма, в которой можно описать место установки датчика и ввести значение нагрузки.

Алгоритм информирования системой мониторинга пользователя:

1. Если нагрузка по датчику превышает 60% от заданной в ЛК, то пользователь получает уведомление.
2. Далее при увеличении нагрузки пользователь получает оповещение с шагом в 10% (60%, 70%, 80%, 90% и т.д.).
3. Система анализирует прогноз выпадения осадков на ближайшие 3 дня в регионе расположения объекта и оценивает примерный прогнозируем прирост нагрузки исходя из средней плотности свежеснежавшего снега $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ и в случае, если фактическая нагрузка + прогнозируемая новая составляет более 80% от заданной предельной пользователь также получит предупреждение о надвигающемся снегопаде и ориентировочных значения будущей нагрузке.

Если за пользователем в личном кабинете закреплено более 1 объекта, то в функционале появляется кнопка “Все объекты”, где можно посмотреть краткую сводку по системе мониторинга.

Система мониторинга функционирует следующим образом.

Электронные платы опрашивают датчики с интервалом 1 раз в 30 секунд для версии со стационарным питанием и 1 раз в 60 минут для версии с питанием от первичного элемента (батарейки), отправляет полученные от каждого датчика значения (высоты/толщины снежного покрова, массы снега) приемному устройству на частоте 2.4 ГГц по стандарту Long-Range WiFi. с интервалом 1 раз в 10 минут приемное устройство переключается из режима Long-Range WiFi в стандарт 802.11n и подключается к WiFi

сети роутера, передает пакет с данными на сервер.

Если заявляемая система мониторинга снеговой нагрузки включает в себя только заявляемое устройство, представляющее собой комбинацию тензодатчика (3) и датчика (6) высоты покрова, то для отображения пользователю применяются фактические измеренные значения высоты снежного покрова, полученные от датчика (6), и массы снега/снежного покрова, т.е. данные снеговой нагрузки, полученные от тензодатчика (3).

Если заявляемая система мониторинга дополнительно включает датчик(и) (8) высоты снежного покрова, то для вычисления на сервере снеговой нагрузки по показаниям всех применяемых в системе датчиков берется плотность снега на объекте, исходя из измерений высоты покрова датчиком (6), и вычисляется снеговая нагрузка в месте(ах) расположения датчика(ов) (8) высоты покрова умножением плотности снега на высоту покрова. Все полученные значения снеговой нагрузки далее усредняются и пользователю отображаются усредненные данные о снеговой нагрузке, а также усредненные измеренные значения высоты снежного покрова, полученные от датчиков (6, 8).

Если заявляемая система мониторинга включает несколько заявляемых устройств и один или несколько датчиков (8) высоты покрова, то для вычисления на сервере снеговой нагрузки по показаниям всех применяемых в системе датчиков берется средняя плотность снега на объекте, исходя из измерений плотности для всех заявляемых устройств. Эта вычисленная средняя плотность снега на объекте (крыше) используется для дальнейшего вычисления снеговой нагрузки в местах расположения датчиков (8) высоты покрова умножением плотности снега на высоту покрова. Все полученные значения снеговой нагрузки далее усредняются и пользователю отображаются усредненные данные о снеговой нагрузке, а также измеренные значения высоты снежного покрова, полученные от всех включенных в систему датчиков (6, 8).

Используемый в работе заявляемой системы мониторинга протокол Long-Range WiFi передачи данных отличается от привычных протоколов 802.11 b/g/n низким порогом чувствительности (до -97Дб), что значительно увеличивает дальность действия радиосигнала. В условиях прямой видимости датчики поддерживают уверенную связь на расстояниях до 1000 метров.

Приемное устройство собирает данные со всех типов проводных датчиков в Mesh-сети в течение 10 минут, затем переключается в режим 801.11 b/g/n, соединяется с WiFi-роутером и передает данные на сервер.

Нет необходимости настройки системы после монтажа, поскольку связь инициализируется автоматически после подачи питания на проводные версии датчиков и ретрансляторов.

Преимущества заявляемых устройства и системы мониторинга снеговой нагрузки:

1. Сравнительно небольшие габаритные размеры датчика (40×40 см), которые обуславливают возможность их установки практически на любом труднодоступном участке крыши без дополнительных креплений к основанию.
2. Большой максимальный вес снега, который возможно измерить, он составляет до 3000 кг/м², высота снежного покрова - до 1 метра.
3. Свободная установка без механической фиксации заявляемого устройства и датчиков (8) высоты снежного покрова на любой тип гидроизоляции плоских крыш и, соответственно, отсутствие необходимости их крепления к основанию кровли.
4. Возможность установки заявляемой системы на существующие кровли с любым видом основания, поскольку способ измерения нагрузки не зависит от вида основания кровли.

5. Возможность установки заявляемой системы на любых участках кровли, в том числе в ендовах, застойных зонах и в любых других зонах возможного образования наледи/льда.

6. Отсутствие необходимости установки дополнительной сигнализационной панели, которую обычно устанавливают в существующих системах мониторинга для взаимодействия человека и системы, и осуществления визуального контроля, т.к. каждый датчик отправляет показания на сервер по WiFi, и, соответственно, возможность доступа к данным о снеговой нагрузке в личный кабинет DOM.Online с любого устройства (компьютер, планшет, смартфон).

7. Возможность с помощью заявляемой системы производить мониторинг снеговой нагрузки на крышах зданий и сооружений в режиме реального времени, в том числе в труднодоступных местах крыши, своевременно информировать службу эксплуатации здания о приближении к максимальным проектным значениям снеговой нагрузки и необходимости произвести чистку снега и, тем самым, предотвратить перегрузку конструкции и возможные последствия.

8. Возможность выполнения проверки засорения воронки в летнее время.

(57) Формула изобретения

1. Устройство для мониторинга снеговой нагрузки, которое состоит из:

- весовой металлической платформы для приема на нее снега, состоящей из крышки (1) и корпуса (2);

- по меньшей мере одного тензодатчика (3), размещенного внутри корпуса (2) и обеспечивающего сигнал веса снега на крышке (1);

- стойки (5), которая опирается на подставку, являющуюся продолжением нижней стенки корпуса (2);

- датчика (6) высоты снежного покрова, расположенного на стойке (5) и обеспечивающего сигнал высоты слоя снега на платформе, причем датчик (6) расположен в корпусе, в котором размещена электронная программируемая плата для опроса датчика (6) высоты снежного покрова и тензодатчика (3) и для передачи полученных данных на сервер.

2. Устройство по п.1, в котором тензодатчик (3) устройства механически удерживается внутри платформы за счет сквозного крепления к крышке (1) и корпусу (2) через монтажные элементы (4) при помощи крепежных элементов.

3. Устройство по п.1, в котором корпус (2) и крышка (1) платформы выполнены из металла толщиной 3 мм.

4. Устройство по п.1, в котором весовая платформа имеет круглую форму, прямоугольную или квадратную форму.

5. Устройство по п.1, в котором стойка (5) устройства имеет Г-образную форму, состоящую из горизонтальной и вертикальной частей, в которой горизонтальная часть расположена над весовой платформой, а вертикальная часть опирается на подставку, являющуюся продолжением нижней стенки корпуса (2).

6. Устройство по п.5, в котором датчик (6) высоты снежного покрова расположен на нижней поверхности горизонтальной части стойки (5), обращенной к весовой платформе.

7. Устройство по п.5, которое содержит весовую платформу круглой формы и дополнительно содержит Г-образный трубчатый нагревательный элемент (7) для автоматической очистки весовой платформы ото льда, состоящий из горизонтальной и вертикальной частей, параллельных горизонтальной и вертикальной частям стойки

(5), и управляемый электронной программируемой платой датчиков (3,6) шаговый двигатель (10), установленный на горизонтальной части стойки (5) в герметичном корпусе, причем конец горизонтальной части элемента (7) механически закреплен с шаговым двигателем (10) для приведения в движение элемента (7), а конец вертикальной части элемента (7) выполнен с возможностью свободного вращения вокруг весовой платформы.

8. Устройство по п.7, в котором толщина трубчатого элемента (7) составляет 5-6 мм, а конец вертикальной части элемента (7) выполнен с зазором 2-3 мм от крышки (1) весовой платформы.

9. Устройство по п.7, в котором нагревательный элемент (7) выполнен из полимерного композитного материала с нанесенным на вертикальную часть элемента (7) тонкопленочным обогревом или из медной или алюминиевой трубки с расположенным внутри вертикальной части трубки нагревательным керамическим элементом, помещенным в теплоноситель.

10. Устройство по п.1, которое содержит весовую платформу прямоугольной или квадратной формы и дополнительно содержит металлическую корзину (11) с боковыми стенками и основанием в виде по меньшей мере двух перемычек между двумя противоположными боковыми стенками для опоры корзины (11) на крышку (1) весовой платформы, причем боковые стенки корзины (11) имеют отверстия, чтобы не препятствовать попаданию снега на платформу.

11. Устройство по п.10, в котором перемычки основания корзины (11) имеют ширину 30 мм, боковые стенки корзины (11) выполнены из металла толщиной 3 мм и имеют высоту 40-80 см.

12. Система мониторинга снеговой нагрузки, которая включает в себя:

- по меньшей мере одно устройство по пп.1-11;
- приемное устройство, принимающее сигналы устройства, а именно сигнал тензодатчика (3), указывающий вес снега на крышке (1), и сигнал датчика (6) высоты снежного покрова, указывающий высоту слоя снега на крышке (1), и передающее указанные сигналы на облачный сервер через WiFi-роутер;
- WiFi-роутер, передающий сигналы тензодатчика (3) и датчика (6) на облачный сервер;
- облачный сервер, выполненный с возможностью вычисления снеговой нагрузки на основании полученного от тензодатчика (3) сигнала и преобразования вычисленного значения снеговой нагрузки, а также полученного от датчика (6) сигнала в информацию для отображения пользователю, и
- личный кабинет пользователя для отображения указанной информации.

13. Система по п.12, которая дополнительно включает один или несколько датчиков (8) высоты снежного покрова, обеспечивающих сигналы высоты слоя снега, расположенного на крыше, которые принимаются и передаются при помощи приемного устройства и WiFi-роутера системы по п.12 и на облачный сервер системы по п.12 для учета их значений и преобразования ее в информацию для отображения пользователю в личном кабинете пользователя системы по п.12.

14. Система по п.13, которая включает два датчика (8) высоты снежного покрова.

15. Система по п.13, в которой сигналы датчика (8) высоты снежного покрова используют для определения засорения расположенной на крыше водоприемной воронки в летнее время.

16. Система по п.13, которая дополнительно опционально включает одно или несколько устройств по пп.1-11.

17. Система по п.16, включающая одно или несколько устройств по п.7, нагрев которых включается поочередно.

18. Система по п.16, дополнительно включающая один или несколько датчиков (8) высоты снежного покрова, обеспечивающих сигналы высоты слоя снега, расположенного на крыше, которые принимаются и передаются при помощи приемного устройства и WiFi-роутера системы по п.12 и на облачный сервер системы по п.12 для учета их значений и преобразования ее в информацию для отображения пользователю в личном кабинете пользователя системы по п.12.

19. Система по п.12, в которой применяют протокол Long-Range WiFi передачи данных.

15

20

25

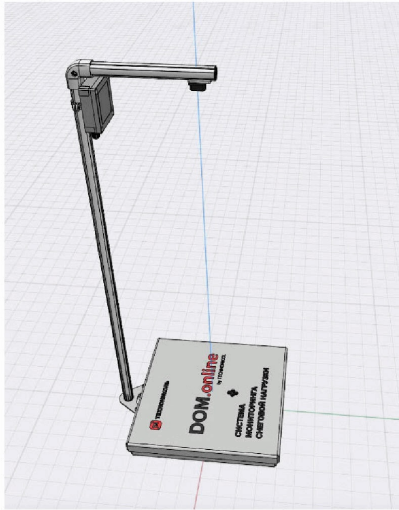
30

35

40

45

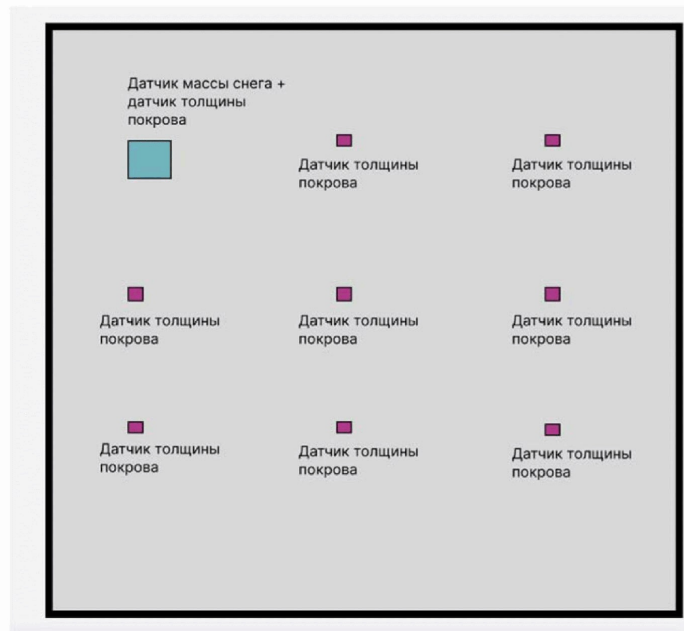
1



Фиг. 1

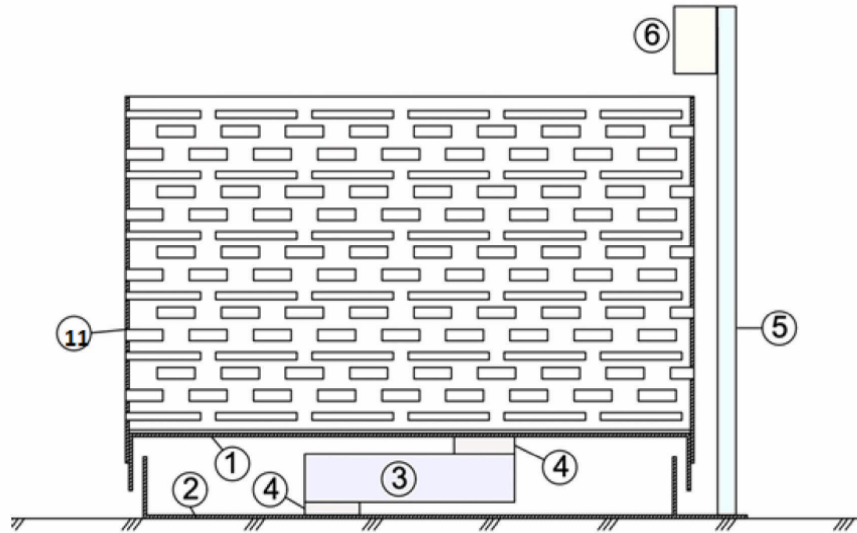


Фиг. 2

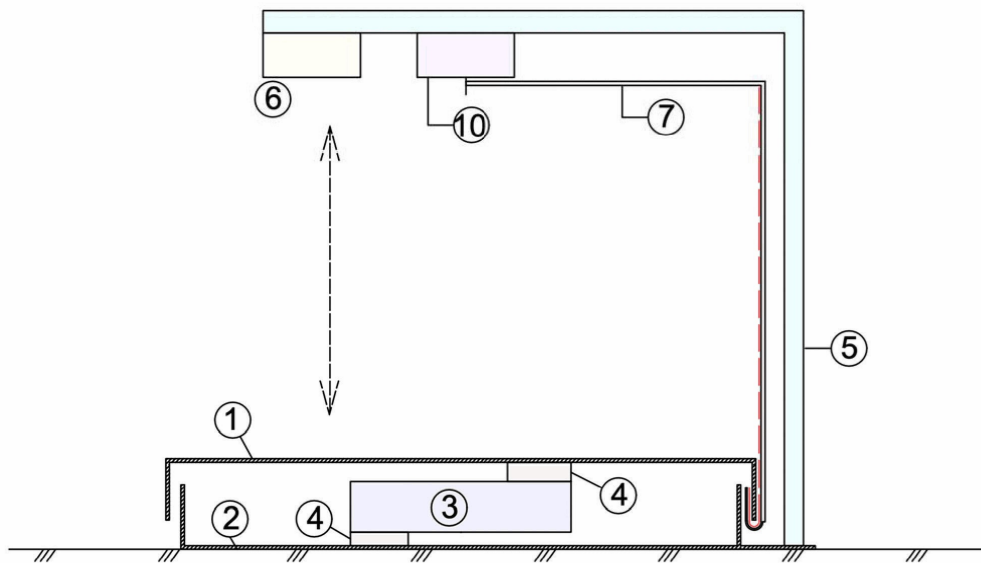


Фиг. 3

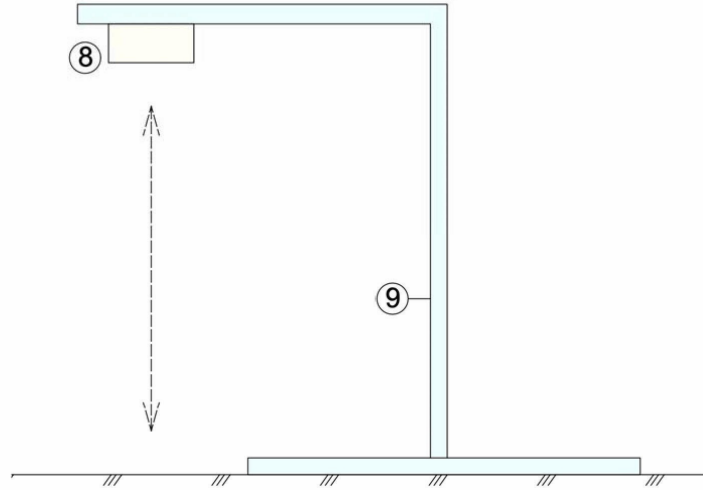
2



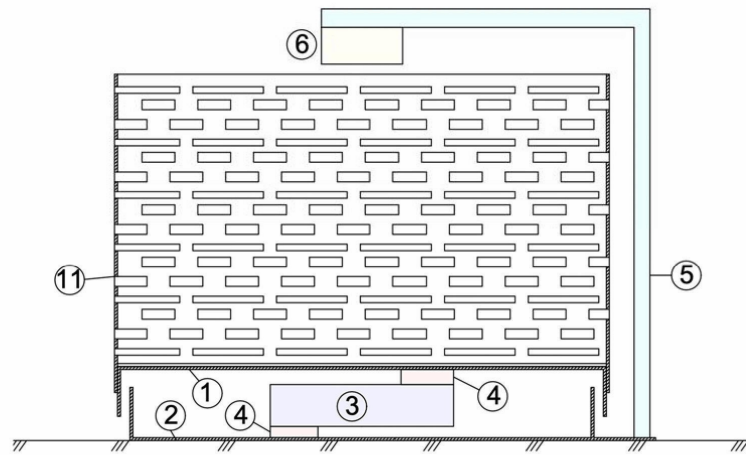
Фиг. 4



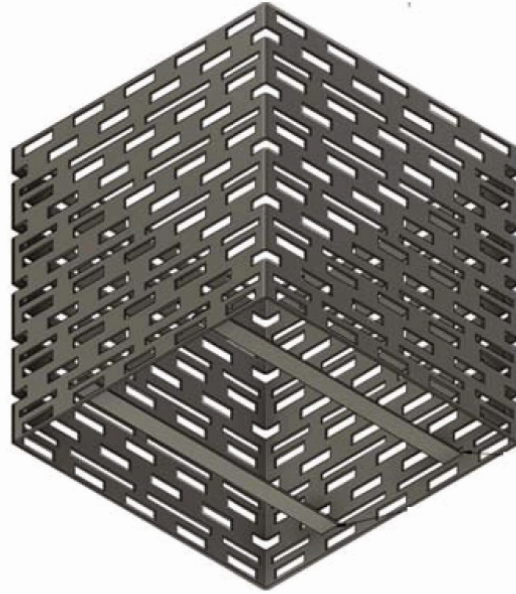
Фиг. 5



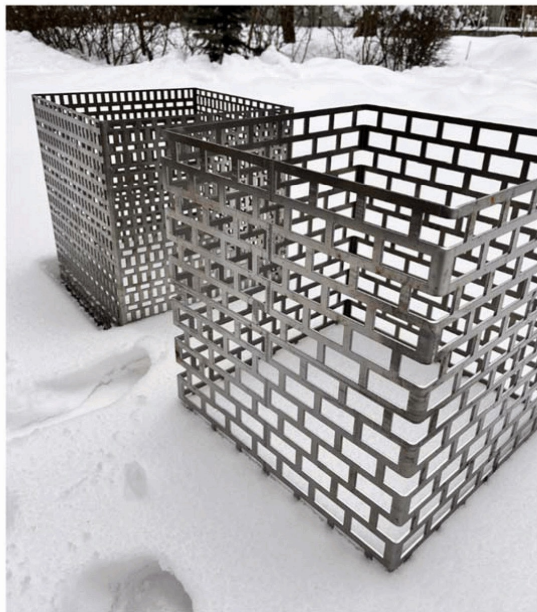
Фиг. 6



Фиг. 7



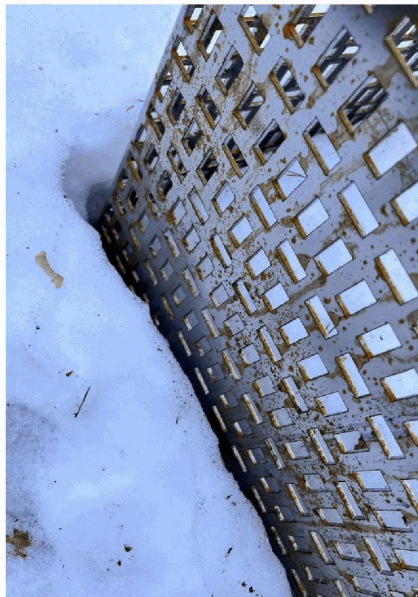
Фиг. 8



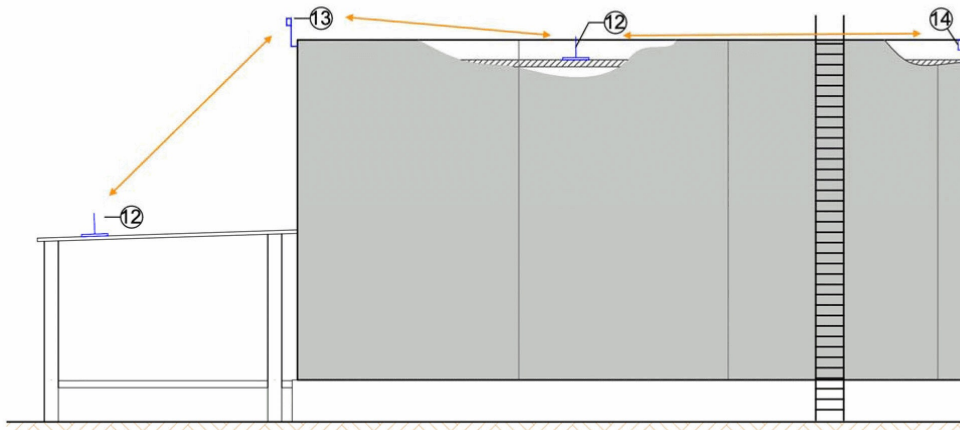
Фиг. 9



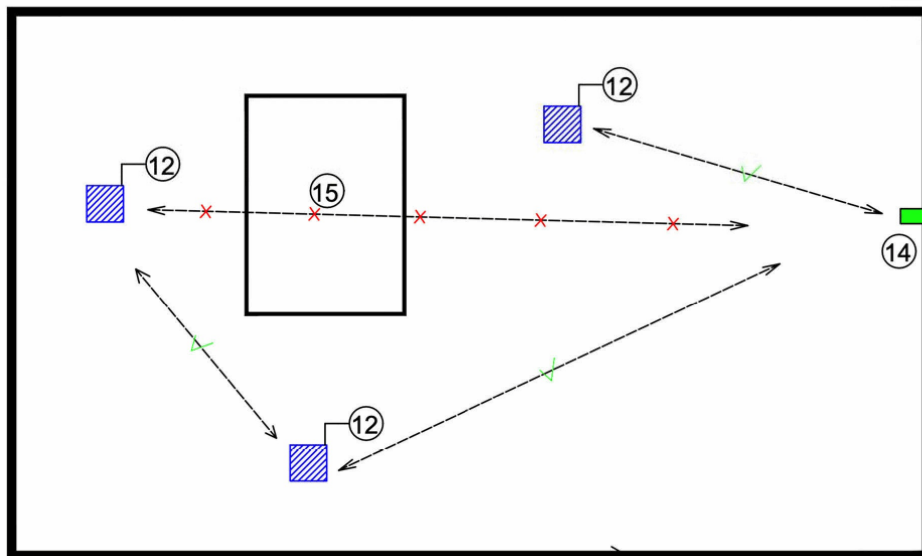
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

Мониторинг

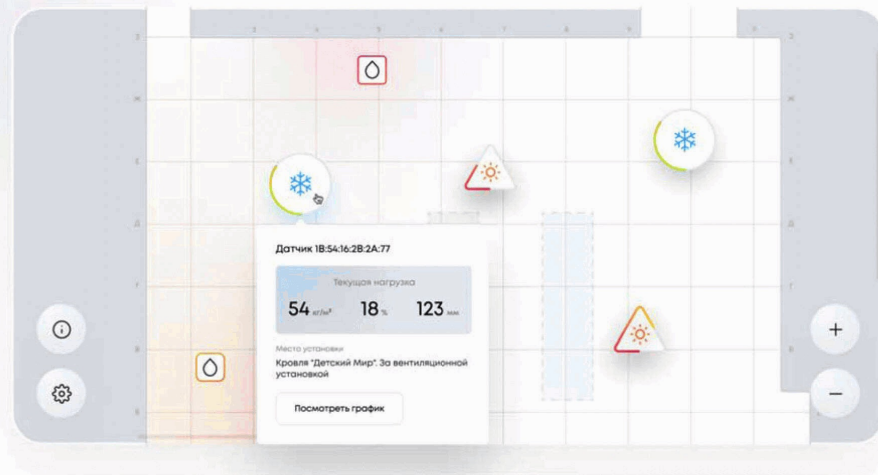
Пользователи



Фиг. 14

План кровли

☀ Солнечная энергия ❄ Снеговая нагрузка 🚰 Протечки



Фиг. 15



Фиг. 16

Настройка датчиков

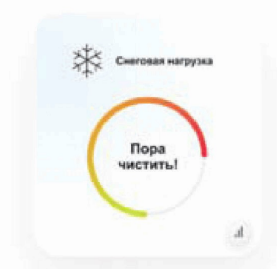
Настройка уведомлений

Номер датчика	Место установки	Максимальная нагрузка
94:3C:C6:4F:92:A4	Участок 1. Рядом с электрощитом	126 кг/м ²
7C:87:CE:09:4F:D4	Участок 1. Около лестницы	126 кг/м ²

Показать ещё

1 из 126 кг/м²
Текущая нагрузка

Фиг. 17



Текущая нагрузка 55 из 120 кг/м²

Датчик JC-74-CC-JC-74-CC, расположенный в оске 1-3 А-Щ

Рекомендуем очистить крышу от снега

[Перейти в личный кабинет](#)

Фиг. 18