



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему «Изменчивость метеопараметров по данным АМС г. Владивостока»

Исполнитель

**Захаров Артемий Глебович**

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

**Восканян Карина Левановна**

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

**Восканян Карина Левановна**

(фамилия, имя, отчество)

«4» июня 2023 г.

Санкт-Петербург  
2024

## Содержание

|                                              | Стр. |
|----------------------------------------------|------|
| Введение                                     | 3    |
| 1 Метеорологическое обеспечение              | 5    |
| 1.1 Мост                                     | 9    |
| 1.2 Дорожная АМС                             | 11   |
| 2 Климат Владивостока                        | 17   |
| 3 Изменчивость метеопараметров по данным АМС | 24   |
| 3.1 Архив метеопараметров                    | 24   |
| 3.2 Центр пролетного строения                | 26   |
| 3.3 Вершина левого пилона                    | 32   |
| Заключение                                   | 38   |
| Список использованных источников             | 40   |

## Введение

Изменяющиеся погодные условия безусловно сказываются на жизни людей, на результатах их хозяйственной деятельности. Например, даже самые небольшие изменения температуры могут существенно сказаться на безопасности людей (при образовании гололеда на дорогах) или привести к засухе (при превышении температуры климатической нормы). Учащение экстремальных и опасных погодных явлений (ливневые осадки большой интенсивности, ураганы или обильные снегопады, также может повлиять на жизнь города или целого района и его инфраструктуру.

Изменение климата является актуальной проблемой для всего Земного шара. Чтобы отслеживать изменения и регулярно получать данные, метеорологические службы все чаще используют автоматические метеорологические станции (АМС).

В моей работе мне было интересно посмотреть, видна ли климатическая изменчивость. Для этого я рассматривал изменчивость метеопараметров г. Владивостока на примере Золотого моста, данные с которого снимаются двумя автоматическими метеорологическими станциями.

Цель работы:

Исследовать изменчивость метеопараметров, полученных с двух дорожных АМС г. Владивостока

Для выполнения моей работы мне потребуется рассмотреть

- определение метеообеспечения, а также,
- подготовить архив данных с двух станций, после чего, проверить их на пропуски.
- провести исследование изменчивости метеорологических параметров,

- построить графики по различным метеорологическим величинам и составить их описание.

Для исследования использованы данные за декабрь 2018 года с двух дорожных АМС г. Владивостока, установленных в двух точках Золотого моста. Данные станции входят в состав системы метеорологического обеспечения автомобильных дорог региона.

## 1 Метеорологическое обеспечение

Метеорологическое обеспечение – комплекс мероприятий, по регулярному сообщению, сведений об условиях погоды, прошлых и будущих, нужных для нормального функционирования той или иной области экономики (строительства, промышленности, сельского хозяйства, авиации, транспорта), а также культурных, спортивных и т.п. организаций. Осуществляется общегосударственной метеорологической службой или специализированными метеорологическими службами.

В моей работе мы будем рассматривать метеорологическое обеспечение дорожного движения. В качестве примера можно взять зарубежный опыт специализированного метеорологического обеспечения дорожных организаций.

Основной задачей метеообеспечения, разумеется, является обеспечение безопасного проезда пассажиров и грузов в любой период года и в любых метеоусловиях.

К особенностям можно отнести то, что в зимнее время на дорожном покрытии образуется различные виды скользкости, которые осложняют нормальное использование дорог для различных задач – от путешествия по ним, до перевозки грузов. [1]

Различные дорожные организации проводят комплекс работ по ликвидации и профилактики скользкости на дорожном покрытии (рис. 1.1). Среди таких служб, в первую очередь, стоит выделить национальные службы погоды, которые в настоящее время очень большое внимание уделяют совершенствованию метеорологического обеспечения дорожных организаций, а также пользователей дорог (рис. 1.2). Практически во всех странах при государственной службе погоды созданы специальные группы или отделы, которые разрабатывают дорожные прогнозы. [2]



Рисунок 1.1 – Работы по ликвидации и профилактике скользкости

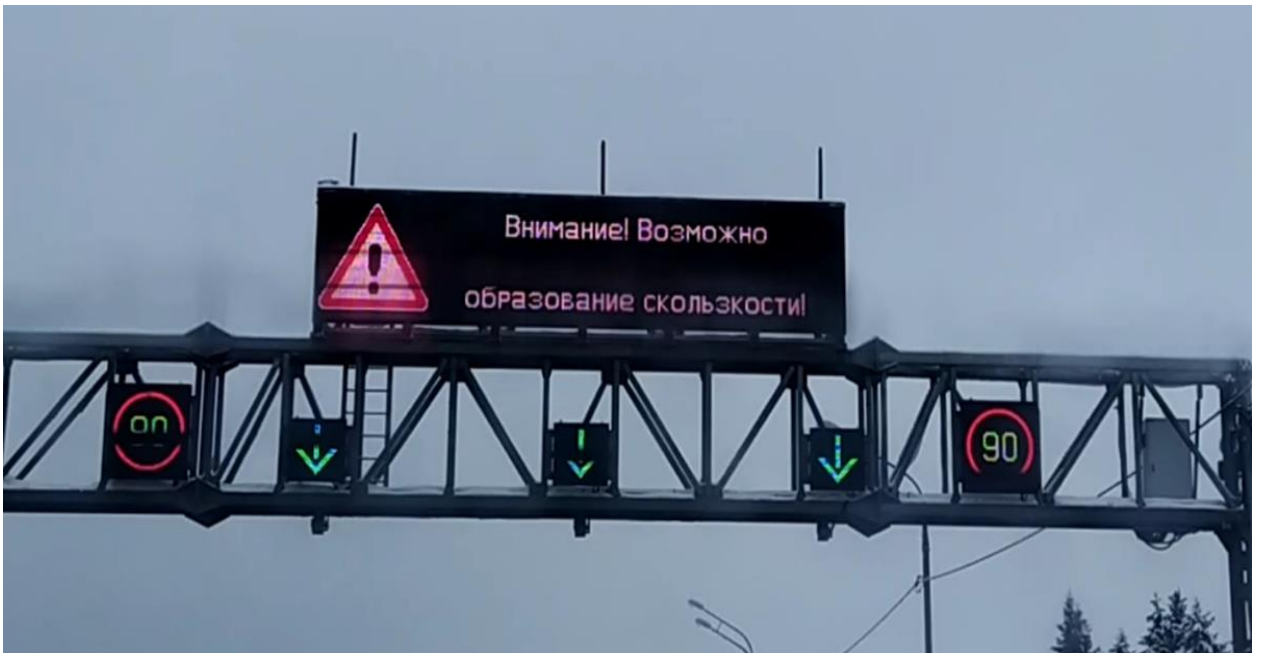


Рисунок 1.2 – Пример информирования пользователей (водителей)

Первые шаги по совершенствованию системы метеорологического обеспечения дорожных организаций были сделаны в Финляндии в начале 70-х годов. Изначально, инициатором этих работ была Метеорологическая служба Финляндии, которая поставила задачу улучшения метеобеспечения дорожных организаций. Такие работы велись для совершенствования методов прогноза метеорологических параметров, оказывающих влияние на дорожные организации.

Специализированное обеспечение дорожных организаций и участников дорожного движения в национальных метеорологических службах США и Франции в 80-е годы началось с создания специальных отделов, которые передавали информацию о состоянии дорог. В Швейцарии были сформированы подразделения, обслуживающее зимнее содержание дорог. Параллельно с этим начались работы по составлению компьютерных программ и обоснованию информации, которую необходимо получать с сети метеостанций (рис. 1.3).

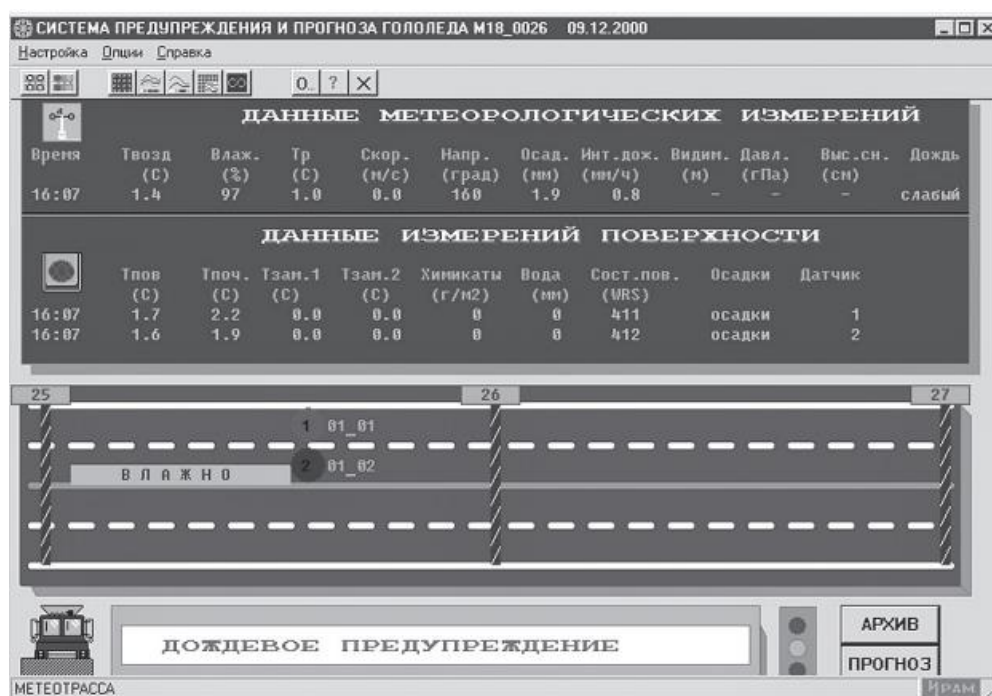


Рисунок 1.3 – Пример представления данных дорожных станций

Для повышения их эффективности и нужно специализированное метеообеспечение дорожных организаций.

Решить проблему детализации прогнозов для различных участков дорог в разных странах пробовали различными методами. Один из них – создание простейших дорожных метеорологических постов, на основе анализа информации которых работники дорожно-эксплуатационных организаций могут принимать решения о проведении работ по зимнему содержанию дорог. Они позволяют уточнить время наступления опасного явления и момент начала профилактических работ на основе анализа изменения скорости и направления ветра, температуры и относительной влажности воздуха. Такие метеорологические посты имелись в дорожных организациях Италии. Аналогичные метеорологические посты устанавливались в конце 70-х начале 80-х годов, но с развитием средств связи и информационных технологий им на смену пришли автоматические измерительные комплексы. [2]

Так же, наличие регулярной метеоинформации о фактических метеоусловиях в районах дорожного движения и наличие специализированных метеопрогнозов позволяет оптимизировать использования ресурсов и, соответственно, снизить стоимость затрат на работы по содержанию автодорог.

Для получения такой регулярной метеоинформации, на участках автомагистралей используют автоматические метеорологические станции или АМС (рис. 1.4). Такие станции представляют автоматическую версию традиционных метеостанций, предназначенную для круглосуточного, бесперебойного мониторинга данных о метеорологических условиях. Обычно, они состоят из защитного корпуса, регистратора данных, аккумуляторной батареи и различных метеорологических датчиках.



Рисунок 1.4 – Пример дорожной АМС

### 1.1 Мост

Мост, данные с которого я брал в ходе выполнения своей выпускной квалификационной работы находится во Владивостоке (рис. 1.5). Это вантовый мост (табл. 1.1) через бухту Золотой Рог, который является одной из главных достопримечательностей города.



Рисунок 1.5 – Мост через бухту Золотой Рог

Идея строительства моста через бухту Золотой Рог была предложена еще в конце 19-го века, но реализации этого проекта постоянно мешали такие происшествия как русско-японская война, Первая мировая война, революция, Вторая мировая война и перестройка.

В 1969 году мост был включен в генеральный план, но так и не был построен. В конечном итоге только 18 июня 2008 года началось строительство долгожданного моста. Торжественная церемония открытия состоялась 11 августа 2012 года. [5]

### Параметры моста

|                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Длина моста — 1388,09 м                                                                                                                                 |
| Протяжённость мостового перехода по основному створу — 2,1 км                                                                                           |
| Схема мостового перехода $49,98+2\times 90+100+737+100+2\times 90+41,94$ м в виде вантового двухпилонного пролётного строения. Ванты расположены веером |
| Число полос движения — 6                                                                                                                                |
| Габарит проезжей части $9,5+1+9,5+2\times 4,25$ м                                                                                                       |
| Подмостовой габарит по высоте — 64,25 м. Это даёт возможность свободно проходить под мостом любым крупным судам                                         |
| Главный пролёт — 737 м                                                                                                                                  |
| Высота пилонов от уровня ростверков — 226,25 м                                                                                                          |
| Размеры железобетонной плиты под пилон — $36\times 64\times 12$ м                                                                                       |
| Всего длина эстакад, подходов — 331,2 м                                                                                                                 |
| Габарит — $9,65\times 2+0,7\times 2$ м                                                                                                                  |
| Ветровая нагрузка (способность выдерживать порывы ветра до определённой скорости) — до 47 м/с.                                                          |
| Сейсмическая нагрузка (способность выдерживать землетрясения до определённого балла) — 8 баллов                                                         |

### 1.2. Дорожная АМС

В качестве примера дорожной АМС можно взять линейку WXT530 (рис. 1.6), аналоги которых установлены на мосту, данные с которых я рассматривал в своей работе.

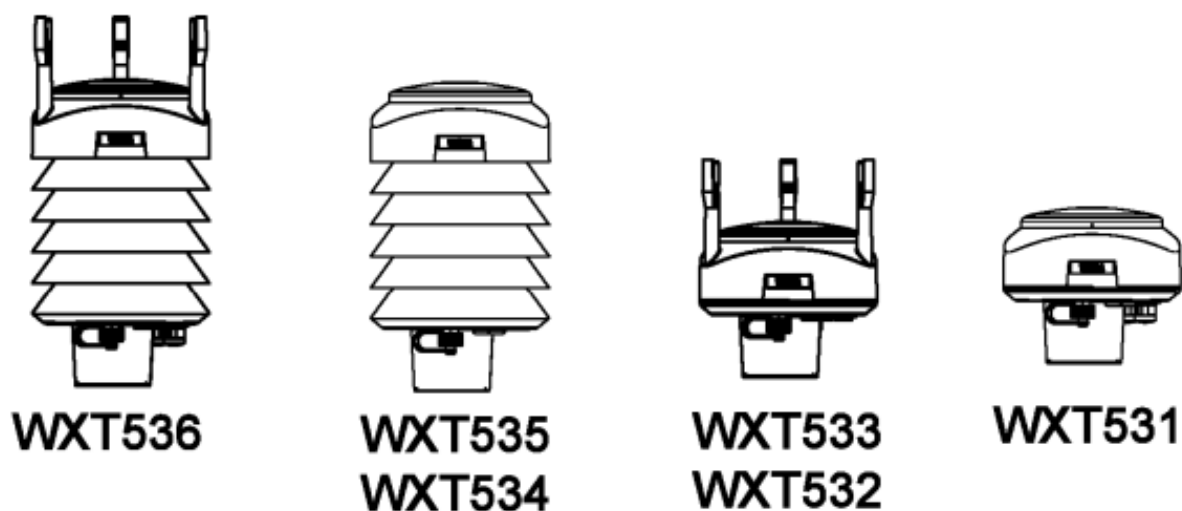


Рисунок 1.6 – Линейка метеостанций

Метеостанции WXT530 могут измерять широкий ряд метеорологических параметров. Ниже будут приведены примеры измеряемых метеопараметров для каждой модели метеостанции (рис. 1.7).

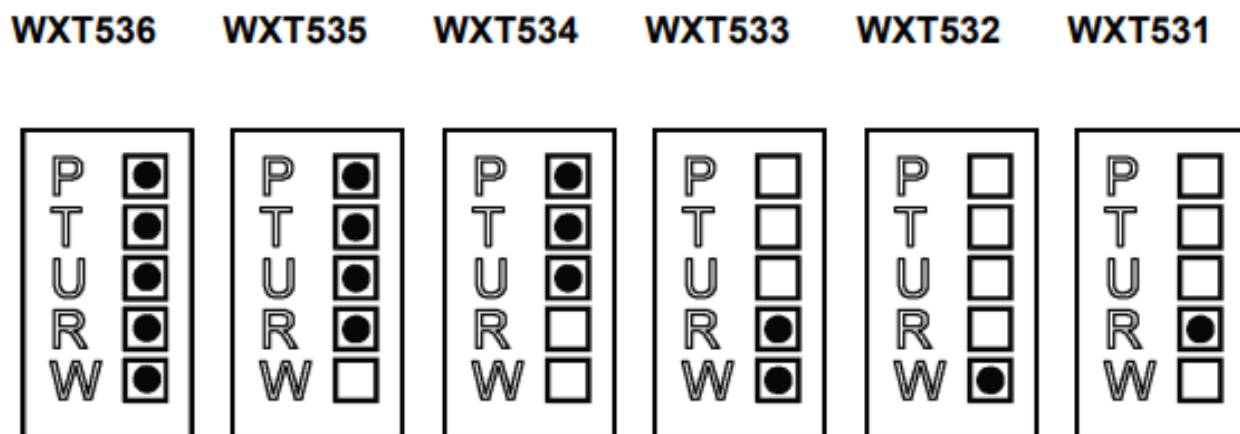


Рисунок 1.8 – Измеряемые метеопараметры

P – давление, T – температура, U – влажность, R – дождь, W – ветер

Метеостанции подключаются к источнику питания 5-32 вольт постоянного тока и предоставляют последовательные данные по одному из протоколов связи:

- ✓ SDI-12
- ✓ ASCII, в автоматическом режиме
- ✓ NMEA 0183 с поддержкой запросов

Дальше я бы хотел рассмотреть устройство такой метеостанции на примере модели WXT 536 (рис. 1.9). Такая метеостанция способна измерять скорость и направление ветра, осадки, атмосферное давление и температуру, а также относительную влажность (рис. 1.10). [4]

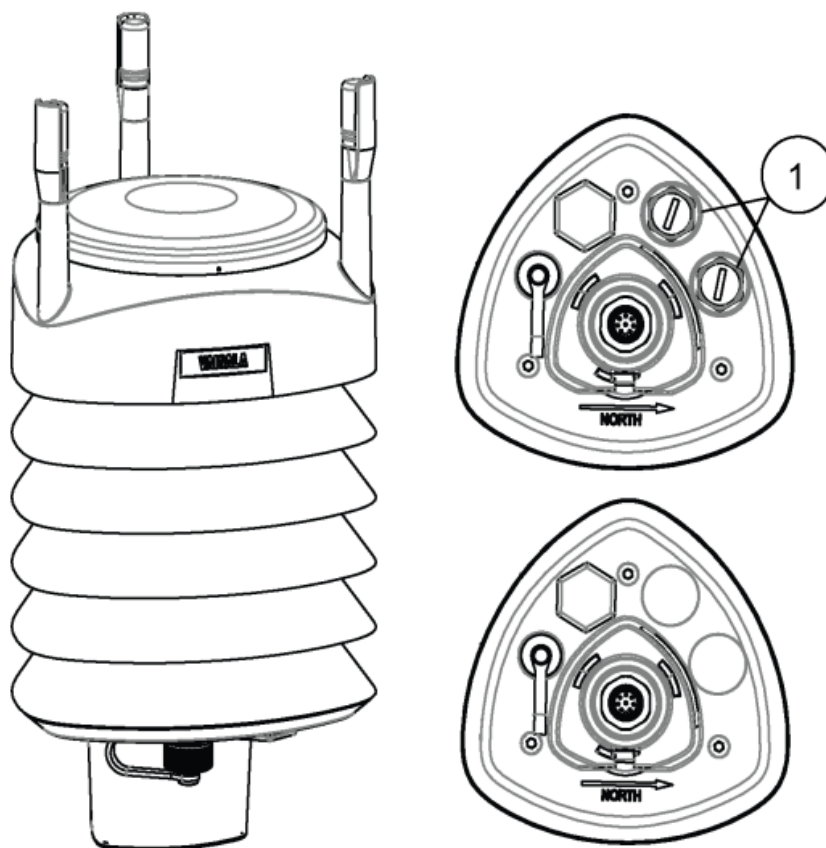


Рисунок 1.9– Автоматическая метеостанция WXT 536

1 – аналоговый вход

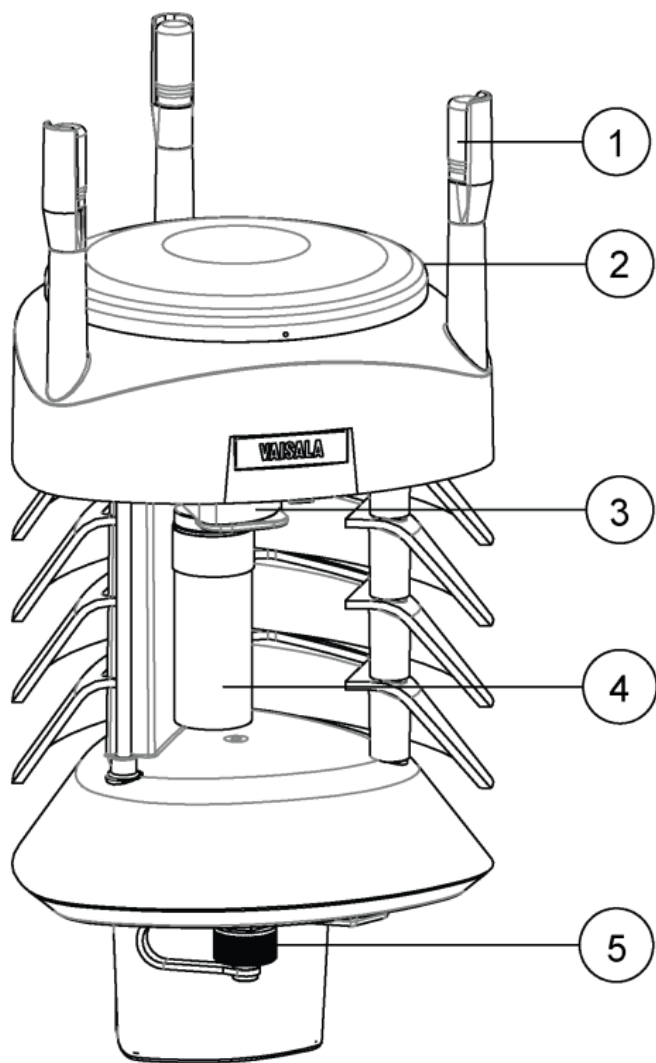


Рисунок 1.10 – АМС WXT 536 в разрезе

1 – датчики ветра в количестве трёх штук, 2 – датчик осадков,  
3 – датчик атмосферного давления внутри модуля РТУ, 4 – датчик влажности  
и температуры воздуха внутри модуля РТУ, 5 – сервисный порт

Компоненты, из которых состоит данная АМС показаны на рисунках  
1.11 и 1.12.

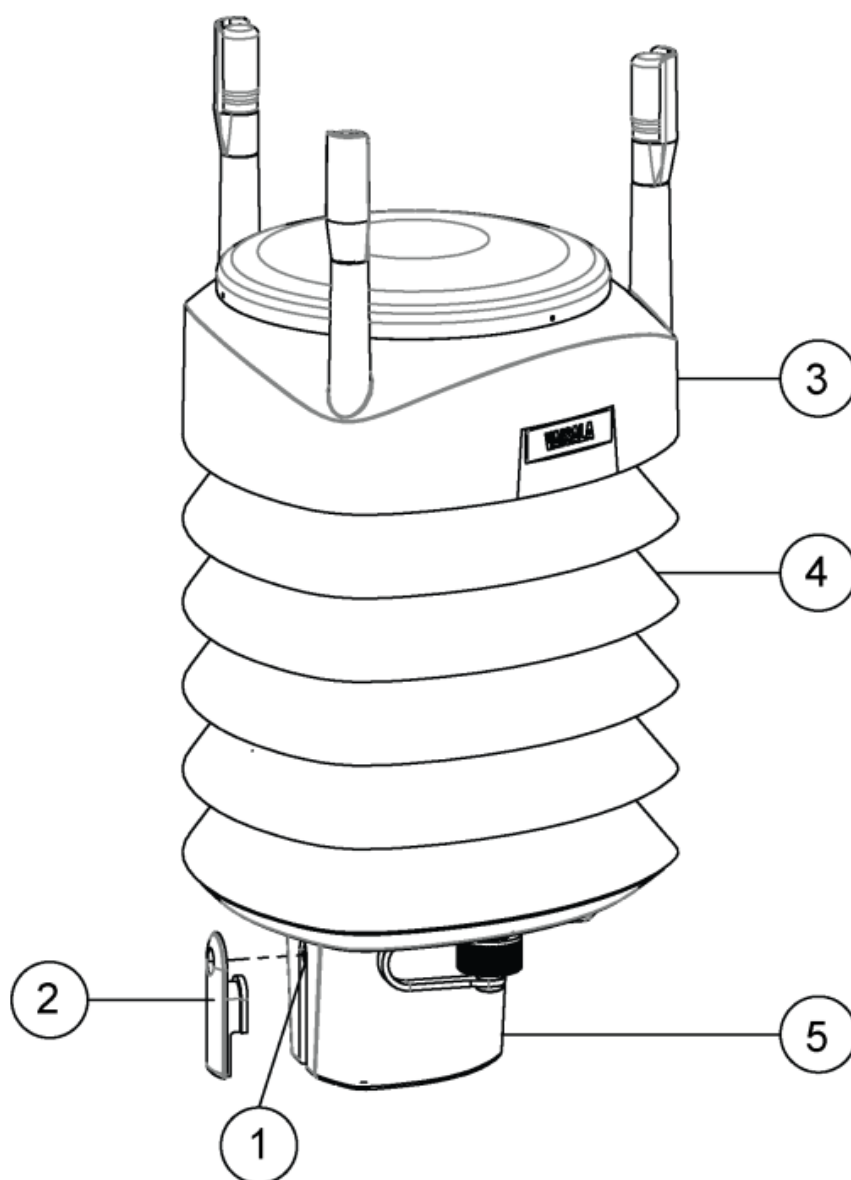


Рисунок 1.11 – Компоненты AMC WXT 536

1 – крепежный вин и точка опоры, 2 – крышка винта, 3 – верхняя часть метеостанции, 4 – радиационная защита, 5 – нижняя часть метеостанции

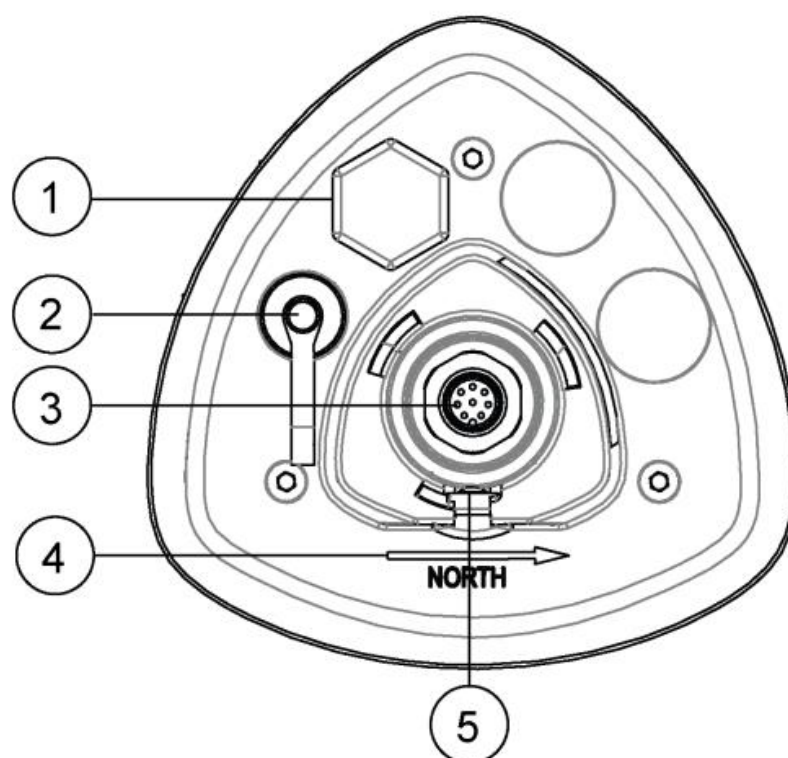


Рисунок 1.12 – Место крепления AMC WXT 536

1 – отверстия для кабельного ввода, 2 – 4-штырьковый разъем M8 сервисного порта, 3- 8-штырьковый разъем M12 для кабеля электропитания и передачи данных, 4 – стрелка, указывающее направление оси север-юг, 5 – крепежный винт и точка заземление корпуса

## 2 Климат Владивостока

Климат Владивостока является муссонным. Благодаря влиянию океана каждый сезон имеет свой «характер» (рис. 2.1).



а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.1 – Сезоны года во Владивостоке

а) зима, б) весна, в) лето, г) осень

Средняя температура августа составляет 19.8 градусов цельсия. Средняя температура января составляет -12.3 градусов цельсия (табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1

#### Климатическая норма Владивостока

| Показатель              | Янв.  | Фев.  | Март  | Апр. | Май  | Июнь | Июль | Авг. | Сен. | Окт. | Нояб. | Дек.  | Год   |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °C | 5,0   | 9,9   | 19,4  | 24,1 | 29,5 | 31,8 | 33,6 | 32,6 | 30,0 | 23,4 | 17,5  | 9,4   | 33,6  |
| Средний максимум, °C    | -8,1  | -4,2  | 2,2   | 9,9  | 14,8 | 17,8 | 21,1 | 23,2 | 19,8 | 12,9 | 3,1   | -5,1  | 9,0   |
| Средняя температура, °C | -12,3 | -8,4  | -1,9  | 5,1  | 9,8  | 13,6 | 17,6 | 19,8 | 16,0 | 8,9  | -0,9  | -9,1  | 4,9   |
| Средний минимум, °C     | -15,4 | -11,6 | -4,9  | 2,0  | 6,7  | 11,1 | 15,6 | 17,7 | 13,1 | 5,9  | -3,8  | -11,9 | 2,0   |
| Абсолютный минимум, °C  | -31,4 | -28,9 | -21,3 | -8,1 | -0,8 | 3,7  | 8,7  | 10,1 | 1,3  | -9,7 | -20   | -28,1 | -31,4 |
| Норма осадков, мм       | 14    | 15    | 27    | 48   | 81   | 110  | 164  | 156  | 119  | 59   | 29    | 18    | 840   |

Зимой преобладает сухой континентальны воздух, в следствии которого во Владивостоке стоит ясная морозная погода. Длительность холодного периода составляет 132 дня.

Весна довольно продолжительная, началом считается 24 марта, а концом 25 июня.

Лето длится в среднем 88 дней. Отличительной чертой летнего периода во Владивостоке является неустойчивость погоды. В июне – июле, в основном, наблюдается облачность и туманы, в то время как в августе – сентябре преобладает солнечная погода.

Осень сухая, ясная и довольно теплая, отличается небольшой продолжительностью. [3]

Таблица 2.2

## Среднемесячная температура воздуха

| Месяц        | Янв   | Фев   | Мар  | Апр | Май  | Июн  | Июл  | Авг  | Сен  | Окт  | Ноя  | Дек   | Год | Отклонение от нормы | Абсолютный минимум | Абсолютный максимум |
|--------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|---------------------|--------------------|---------------------|
| 2001 год, °С | -16,2 | -11,3 | -3,2 | 6,4 | 8,6  | 14,7 | 18,0 | 20,1 | 16,4 | 10,7 | 2,1  | -9,5  | 4,5 | -0,4                | -27,2              | 29,6                |
| 2002 год, °С | -9,4  | -4,6  | 0,9  | 5,9 | 11,1 | 14,7 | 16,6 | 18,3 | 16,4 | 6,5  | -5,1 | -10,2 | 5,1 | 0,2                 | -20,1              | 28,1                |
| 2003 год, °С | -12,1 | -7,7  | -0,4 | 6,7 | 10,0 | 15,2 | 15,8 | 19,3 | 16,7 | 8,9  | -0,8 | -7,5  | 5,4 | 0,5                 | -20,8              | 30,6                |
| 2004 год, °С | -11,2 | -6,7  | -1,8 | 6,3 | 10,9 | 16,7 | 18,4 | 20,1 | 16,7 | 9,8  | 2,4  | -10,1 | 5,7 | 0,8                 | -21,0              | 30,3                |
| 2005 год, °С | -11,8 | -12,0 | -3,1 | 5,2 | 8,5  | 14,4 | 17,0 | 20,4 | 17,0 | 9,5  | 0,9  | -12,7 | 4,4 | -0,5                | -22,1              | 29,3                |
| 2006 год, °С | -12,5 | -8,8  | -2,2 | 3,1 | 9,8  | 11,9 | 18,6 | 21,6 | 16,7 | 9,8  | -0,2 | -7,4  | 5,0 | 0,1                 | -23,5              | 29,7                |
| 2007 год, °С | -7,1  | -4,8  | -2,4 | 4,8 | 10,1 | 15,0 | 17,1 | 20,7 | 16,7 | 9,4  | -0,5 | -6,4  | 6,1 | 1,0                 | -16,3              | 29,4                |
| 2008 год, °С | -12,8 | -7,7  | 1,1  | 6,4 | 9,5  | 14,6 | 19,1 | 20,2 | 17,2 | 10,6 | -0,3 | -7,4  | 5,5 | 0,6                 | -22,9              | 30,5                |
| 2009 год, °С | -10,8 | -7,9  | -2,3 | 6,3 | 11,6 | 12,4 | 15,8 | 19,8 | 15,6 | 9,5  | -4,2 | -12,1 | 4,5 | -0,4                | -24,1              | 28,0                |
| 2010 год, °С | -12,3 | -10,5 | -4,8 | 3,6 | 9,5  | 16,7 | 18,7 | 22,3 | 16,5 | 8,0  | -0,2 | -11,0 | 5,0 | 0,1                 | -24,6              | 31,8                |
| 2011 год, °С | -14,8 | -7,2  | -2,2 | 4,5 | 7,6  | 13,3 | 18,0 | 20,9 | 15,6 | 10,3 | -0,1 | -10,9 | 4,6 | -0,3                | -26,4              | 30,3                |
| 2012 год, °С | -15,0 | -9,7  | -2,3 | 3,9 | 9,8  | 12,7 | 18,2 | 19,6 | 16,9 | 9,0  | -0,7 | -13,1 | 4,1 | -0,8                | -22,4              | 29,6                |
| 2013 год, °С | -14,8 | -10,6 | -3,3 | 3,7 | 8,7  | 13,9 | 19,2 | 21,0 | 16,0 | 9,4  | 1,7  | -8,6  | 4,8 | -0,1                | -23,6              | 30,2                |
| 2014 год, °С | -11,8 | -10,4 | -0,5 | 7,4 | 10,6 | 15,2 | 19,7 | 20,2 | 16,2 | 8,8  | 1,5  | -11,8 | 5,4 | 0,5                 | -22,6              | 28,1                |
| 2015 год, °С | -10,5 | -7,1  | 0,1  | 5,1 | 10,6 | 13,9 | 18,6 | 20,2 | 17,0 | 8,9  | -2,6 | -6,1  | 5,7 | 0,8                 | -21,2              | 30,5                |
| 2016 год, °С | -12,4 | -8,3  | 0,3  | 5,2 | 11,0 | 12,7 | 18,1 | 21,4 | 16,5 | 7,7  | -4,5 | -7,7  | 5   | 0,1                 | -21,8              | 29,2                |
| 2017 год, °С | -9,8  | -6,6  | 0,4  | 6,8 | 11,1 | 13,7 | 20,3 | 19,6 | 16,9 | 8,5  | -1,5 | -11,0 | 5,7 | 0,8                 | -21,3              | 32,8                |
| 2018 год, °С | -12,7 | -10,6 | -2,2 | 5,7 | 10,2 | 13,5 | 18,5 | 19,9 | 16,4 | 10,4 | 1,1  | -7,7  | 5,2 | 0,3                 | -25,1              | 31,3                |
| 2019 год, °С | -8,3  | -5,5  | 1,1  | 6,3 | 11,7 | 13,0 | 17,1 | 19,6 | 17,3 | 10,0 | -0,9 | -8,3  | 6,1 | 1,2                 | -20,0              | 30,3                |

В среднем, атмосферное давление составляет 763 миллиметра ртутного столба.

Зимний период не богат на осадки (табл. 2.3) из-за преобладания сухих континентальных воздушных масс.

Таблица 2.3

#### Средний уровень осадков

| Месяц    | Средний | Месячный минимум | Месячный максимум | Суточный максимум |
|----------|---------|------------------|-------------------|-------------------|
| январь   | 9       | 0 (1942)         | 73 (2002)         | 48 (1964)         |
| февраль  | 13      | 0 (1934)         | 66 (2006)         | 45 (2007)         |
| март     | 23      | 0 (1969)         | 101 (2007)        | 59 (2007)         |
| апрель   | 49      | 8 (1958)         | 152 (2006)        | 69 (1979)         |
| май      | 74      | 6 (1984)         | 193 (1955)        | 108 (2007)        |
| июнь     | 116     | 12 (1917)        | 340 (1931)        | 138 (1931)        |
| июль     | 139     | 20 (1931)        | 403 (2005)        | 244 (1990)        |
| август   | 159     | 4 (1991)         | 521 (2019)        | 168 (2001)        |
| сентябрь | 139     | 9 (1997)         | 352 (1994)        | 178 (1956)        |
| октябрь  | 65      | 0,5 (1986)       | 186 (1974)        | 142 (1967)        |
| ноябрь   | 26      | 0,5 (1941)       | 159 (1919)        | 127 (1919)        |
| декабрь  | 14      | 0 (1934)         | 124 (1939)        | 79 (1939)         |
| год      | 826     | 420 (1937)       | 1272 (1974)       | 244 (1990)        |

Средняя влажность зимнего периода не превышает 60% (табл. 2.4).

Таблица 2.4

#### Средняя относительная влажность воздуха

| Месяц                | Янв | Фев | Мар | Апр | Май | Июн | Июл | Авг | Сен | Окт | Ноя | Дек | Год |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Влажность воздуха, % | 58  | 57  | 60  | 67  | 76  | 87  | 92  | 88  | 77  | 65  | 60  | 60  | 71  |

Низкая облачность в зимний период редка и не превышает 1.5 баллов (табл. 2.5). Например, в декабре, общая облачность составляет 3,3 балла, из которых 1,1 балла – это облака нижнего яруса.[3]

Таблица 2.5

Средняя облачность в баллах

| Месяц                     | Янв | Фев | Мар | Апр | Май | Июн | Июл | Авг | Сен | Окт | Ноя | Дек | Год |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Общая облачность, баллов  | 2,7 | 3,3 | 4,2 | 5,6 | 6,3 | 7,1 | 7,7 | 6,8 | 5,3 | 4,5 | 3,7 | 3,3 | 5,0 |
| Нижняя облачность, баллов | 0,5 | 0,9 | 1,7 | 2,3 | 3,3 | 4,8 | 5,7 | 4,8 | 3,3 | 2,7 | 1,7 | 1,1 | 2,7 |

В декабре чаще встречается ветер северных направлений, приносящий с континента сухой морозный воздух (табл. 2.6), иногда (в 17% случаев) наблюдается ветер северо-западного направления. Остальные направления ветра достаточно редки во Владивостоке.[3]

Таблица 2.6

Повторяемость направлений ветра в процентах

| направление  | янв | фев | мар | апр | май | июн | июл | авг | сен | окт | ноя | дек | год |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>С</b>     | 66  | 61  | 40  | 22  | 16  | 9   | 10  | 21  | 30  | 36  | 47  | 60  | 34  |
| <b>СВ</b>    | 3   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| <b>В</b>     | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| <b>ЮВ</b>    | 6   | 8   | 12  | 22  | 27  | 31  | 30  | 23  | 15  | 15  | 12  | 7   | 17  |
| <b>Ю</b>     | 6   | 8   | 18  | 29  | 33  | 41  | 42  | 35  | 27  | 19  | 12  | 8   | 23  |
| <b>ЮЗ</b>    | 2   | 2   | 7   | 9   | 9   | 9   | 9   | 8   | 9   | 6   | 4   | 3   | 6   |
| <b>З</b>     | 2   | 2   | 4   | 4   | 3   | 3   | 2   | 3   | 4   | 4   | 2   | 2   | 3   |
| <b>СЗ</b>    | 15  | 16  | 16  | 10  | 8   | 4   | 4   | 7   | 12  | 16  | 20  | 17  | 12  |
| <b>штиль</b> | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 3   | 2   | 1   | 2   | 1   | 1   |

Из погодных явлений в декабре, да и в целом в зимний период, наиболее часто наблюдается снег и иней (табл. 2.7). Осадки в виде дождя, туман, гололед и даже метель в декабре во Владивостоке достаточно редки.

Таблица 2.7

Число дней с различными погодными явлениями

| Число дней с различными явлениями |      |     |      |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |
|-----------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Месяц                             | Янв  | Фев | Мар  | Апр | Май  | Июн | Июл | Авг | Сен | Окт  | Ноя | Дек | Год |
| Дождь                             | 0,3  | 0,3 | 2    | 11  | 16   | 20  | 20  | 17  | 12  | 10   | 5   | 1   | 115 |
| Снег                              | 6    | 7   | 8    | 4   | 0,3  | 0   | 0   | 0   | 0   | 1    | 6   | 7   | 39  |
| Туман                             | 1    | 2   | 7    | 12  | 15   | 23  | 23  | 16  | 6   | 5    | 4   | 2   | 116 |
| Гроза                             | 0,1  | 0   | 0,03 | 0,3 | 1    | 2   | 1   | 1   | 3   | 1    | 0,2 | 0,1 | 9   |
| Роса                              | 0    | 0   | 0,03 | 2   | 5    | 5   | 6   | 9   | 14  | 8    | 2   | 0,1 | 51  |
| Иней                              | 9    | 9   | 9    | 3   | 0,1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 2    | 6   | 9   | 47  |
| Метель                            | 3    | 3   | 3    | 0,8 | 0,03 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,3  | 2   | 3   | 15  |
| Позёмок                           | 2    | 2   | 0,8  | 0,1 | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 1   | 1   | 7   |
| Гололёд                           | 0,03 | 0,1 | 0,4  | 0,2 | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,06 | 0,4 | 0,1 | 1   |
| Изморозь                          | 0,4  | 0,7 | 0,7  | 0,2 | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,03 | 0,2 | 0,2 | 2   |

Владивосток, несмотря на кажущуюся суровость климата – достаточно солнечный город. Даже в декабре солнце светит большую половину месяца: количество часов солнечного сияния – 173 (табл 2.8).

Меньше всего по климатическим данным солнце светит в летние месяцы (125-163 ч.), так как из-за близости большого объема воды число дней с туманами вырастает до 23 (табл. 2.7).

На рисунке 2.2 показан туман во Владивостоке на Золотом мосту.

## Солнечная радиация

| Сумма солнечной радиации, кВтч/м <sup>2</sup> <sup>[10]</sup>                                         |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| Янв                                                                                                   | Фев  | Мар   | Апр   | Май   | Июн   | Июл   | Авг   | Сен   | Окт  | Ноя  | Дек  | Год    |
| 68,5                                                                                                  | 90,1 | 133,6 | 141,6 | 167,1 | 144,0 | 134,5 | 132,4 | 123,9 | 99,5 | 66,9 | 56,4 | 1358,5 |
| Солнечное сияние, часов за месяц (данные из справочника по климату СССР вып. 1966г) <sup>[13]</sup> . |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |        |
| Янв                                                                                                   | Фев  | Мар   | Апр   | Май   | Июн   | Июл   | Авг   | Сен   | Окт  | Ноя  | Дек  | Год    |
| 192                                                                                                   | 194  | 206   | 186   | 178   | 136   | 125   | 163   | 204   | 205  | 169  | 173  | 2131   |



Рисунок 2.2 – Туман на Золотом мосту

### 3 Изменчивость метеопараметров по данным АМС

#### 3.1 Архив метеопараметров

В моей работе я анализировал данные по температуре, относительной влажности, атмосферному давлению, скорости ветра, порывам и розы ветров, полученные с двух точек моста: центр пролетного строения и левый пилон.

Информация о метеопараметрах за декабрь 2018 года содержится в табличной форме. Примеры табличных данных, которые были взяты с центра пролетного строения и левого пилона моста показаны в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Метеоданные с центра пролетного строения

| 1  | time                    | seg9w/W2mind | seg9w/W2d | seg9w/W2maxd | seg9w/W2mins | seg9w/W2s | seg9w/W2maxs | seg9w/Temp5 | seg9w/Hum2 | seg9w/Pres2 |
|----|-------------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|-------------|------------|-------------|
| 2  | 2018-12-13T20:13:35.682 | 25           | 27        | 30           | 3,6          | 3,9       | 4,3          | -8,3        | 50,4       | 1018,1      |
| 3  | 2018-12-13T20:13:45.682 | 25           | 27        | 30           | 3,6          | 3,9       | 4,3          | -8,3        | 50,4       | 1018,1      |
| 4  | 2018-12-13T20:13:55.682 | 25           | 27        | 30           | 3,6          | 3,9       | 4,3          | -8,3        | 50,4       | 1018,1      |
| 5  | 2018-12-13T20:14:05.682 | 25           | 27        | 30           | 3,6          | 3,9       | 4,3          | -8,3        | 50,4       | 1018,1      |
| 6  | 2018-12-13T20:14:15.682 | 25           | 27        | 30           | 3,6          | 3,9       | 4,3          | -8,3        | 50,4       | 1018,1      |
| 7  | 2018-12-13T20:14:25.682 | 46           | 53        | 58           | 2            | 2,3       | 2,8          | -8,3        | 50,5       | 1018,1      |
| 8  | 2018-12-13T20:14:35.682 | 46           | 53        | 58           | 2            | 2,3       | 2,8          | -8,3        | 50,5       | 1018,1      |
| 9  | 2018-12-13T20:14:45.682 | 56           | 58        | 61           | 2,4          | 3,2       | 4            | -8,3        | 50,5       | 1018,1      |
| 10 | 2018-12-13T20:14:55.682 | 56           | 58        | 61           | 2,4          | 3,2       | 4            | -8,3        | 50,5       | 1018,1      |
| 11 | 2018-12-13T20:15:05.682 | 56           | 58        | 61           | 2,4          | 3,2       | 4            | -8,3        | 50,5       | 1018,1      |
| 12 | 2018-12-13T20:15:15.682 | 9            | 10        | 12           | 4,4          | 4,5       | 4,7          | -8,3        | 51         | 1018,1      |
| 13 | 2018-12-13T20:15:25.682 | 9            | 10        | 12           | 4,4          | 4,5       | 4,7          | -8,3        | 51         | 1018,1      |
| 14 | 2018-12-13T20:15:35.682 | 9            | 10        | 12           | 4,4          | 4,5       | 4,7          | -8,3        | 51         | 1018,1      |
| 15 | 2018-12-13T20:15:45.682 | 355          | 0         | 3            | 3,7          | 4         | 4,3          | -8,3        | 51         | 1018,1      |
| 16 | 2018-12-13T20:15:55.682 | 355          | 0         | 3            | 3,7          | 4         | 4,3          | -8,3        | 51         | 1018,1      |
| 17 | 2018-12-13T20:16:05.682 | 51           | 60        | 64           | 2,8          | 2,9       | 3,1          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 18 | 2018-12-13T20:16:15.682 | 51           | 60        | 64           | 2,8          | 2,9       | 3,1          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 19 | 2018-12-13T20:16:25.683 | 51           | 60        | 64           | 2,8          | 2,9       | 3,1          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 20 | 2018-12-13T20:16:35.683 | 336          | 349       | 6            | 1,4          | 1,7       | 2,2          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 21 | 2018-12-13T20:16:45.683 | 336          | 349       | 6            | 1,4          | 1,7       | 2,2          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 22 | 2018-12-13T20:16:55.683 | 336          | 349       | 6            | 1,4          | 1,7       | 2,2          | -8,3        | 51,1       | 1018,1      |
| 23 | 2018-12-13T20:17:05.683 | 4            | 30        | 58           | 3,2          | 3,7       | 4,5          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 24 | 2018-12-13T20:17:15.683 | 4            | 30        | 58           | 3,2          | 3,7       | 4,5          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 25 | 2018-12-13T20:17:25.683 | 356          | 7         | 16           | 4,7          | 4,9       | 5,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 26 | 2018-12-13T20:17:35.683 | 356          | 7         | 16           | 4,7          | 4,9       | 5,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 27 | 2018-12-13T20:17:45.683 | 356          | 7         | 16           | 4,7          | 4,9       | 5,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 28 | 2018-12-13T20:17:55.683 | 0            | 3         | 7            | 1,8          | 2,1       | 2,5          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 29 | 2018-12-13T20:18:05.683 | 0            | 3         | 7            | 1,8          | 2,1       | 2,5          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 30 | 2018-12-13T20:18:15.683 | 0            | 3         | 7            | 1,8          | 2,1       | 2,5          | -8,3        | 51,4       | 1018,1      |
| 31 | 2018-12-13T20:18:25.683 | 355          | 356       | 359          | 2,3          | 2,4       | 2,6          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 32 | 2018-12-13T20:18:35.683 | 355          | 356       | 359          | 2,3          | 2,4       | 2,6          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 33 | 2018-12-13T20:18:45.683 | 355          | 356       | 359          | 2,3          | 2,4       | 2,6          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 34 | 2018-12-13T20:18:55.683 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 35 | 2018-12-13T20:19:05.684 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 36 | 2018-12-13T20:19:15.684 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 37 | 2018-12-13T20:19:25.684 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 38 | 2018-12-13T20:19:35.684 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 39 | 2018-12-13T20:19:45.684 | 11           | 13        | 16           | 2,8          | 3         | 3,1          | -8,3        | 51,4       | 1018,2      |
| 40 | 2018-12-13T20:19:55.684 | 351          | 352       | 354          | 3,6          | 4,1       | 4,5          | -8,3        | 51,5       | 1018,2      |
| 41 | 2018-12-13T20:20:05.684 | 351          | 352       | 354          | 3,6          | 4,1       | 4,5          | -8,3        | 51,5       | 1018,2      |
| 42 | 2018-12-13T20:20:15.684 | 345          | 358       | 17           | 3            | 3,7       | 4,6          | -8,3        | 51,8       | 1018,2      |
| 43 | 2018-12-13T20:20:25.684 | 345          | 358       | 17           | 3            | 3,7       | 4,6          | -8,3        | 51,8       | 1018,2      |
| 44 | 2018-12-13T20:20:35.684 | 345          | 358       | 17           | 3            | 3,7       | 4,6          | -8,3        | 51,8       | 1018,2      |
| 45 | 2018-12-13T20:20:45.684 | 7            | 12        | 20           | 1,6          | 2         | 2,3          | -8,3        | 51,8       | 1018,2      |
| 46 | 2018-12-13T20:20:55.684 | 7            | 12        | 20           | 1,6          | 2         | 2,3          | -8,3        | 51,8       | 1018,2      |

Таблица 3.2

## Левый пилон моста

|                         |     |     |     |     |      |      |       |      |        |   |   |   |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|--------|---|---|---|
| 2018-12-14T13:48:15.682 | 35  | 45  | 52  | 5,3 | 5,9  | 6,5  | -9,9  | 44,2 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:48:25.682 | 12  | 351 | 338 | 3,9 | 5,1  | 6,2  | -9,9  | 44,2 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:48:35.682 | 12  | 351 | 338 | 3,9 | 5,1  | 6,2  | -9,9  | 44,2 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:48:45.682 | 169 | 11  | 334 | 0,6 | 1,4  | 2,6  | -9,9  | 44,2 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:48:55.682 | 169 | 11  | 334 | 0,6 | 1,4  | 2,6  | -9,9  | 44,2 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:05.682 | 42  | 115 | 175 | 0,5 | 0,8  | 1,1  | -10   | 43,8 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:15.682 | 42  | 115 | 175 | 0,5 | 0,8  | 1,1  | -10   | 43,8 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:25.682 | 42  | 115 | 175 | 0,5 | 0,8  | 1,1  | -10   | 43,8 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:35.682 | 80  | 95  | 276 | 0,3 | 0,7  | 1,4  | -10   | 43,8 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:45.682 | 80  | 95  | 276 | 0,3 | 0,7  | 1,4  | -10   | 43,8 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:49:55.682 | 23  | 79  | 96  | 0,3 | 0,6  | 0,8  | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:05.682 | 23  | 79  | 96  | 0,3 | 0,6  | 0,8  | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:15.682 | 9   | 33  | 48  | 0,5 | 3,7  | 5,3  | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:25.682 | 9   | 33  | 48  | 0,5 | 3,7  | 5,3  | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:35.682 | 5   | 12  | 17  | 8,7 | 9,1  | 10   | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:45.682 | 5   | 12  | 17  | 8,7 | 9,1  | 10   | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:50:55.682 | 5   | 12  | 17  | 8,7 | 9,1  | 10   | -10,1 | 44,1 | 1002,8 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:05.682 | 67  | 27  | 335 | 1,4 | 3,2  | 4,7  | -10   | 43,7 | 1002,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:15.682 | 67  | 27  | 335 | 1,4 | 3,2  | 4,7  | -10   | 43,7 | 1002,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:25.682 | 68  | 211 | 293 | 0,6 | 1    | 1,6  | -10   | 43,7 | 1002,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:35.682 | 68  | 211 | 293 | 0,6 | 1    | 1,6  | -10   | 43,7 | 1002,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:45.682 | 68  | 211 | 293 | 0,6 | 1    | 1,6  | -10   | 43,7 | 1002,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:51:55.682 | 317 | 337 | 353 | 3,3 | 4    | 5    | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:05.682 | 317 | 337 | 353 | 3,3 | 4    | 5    | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:15.682 | 206 | 276 | 336 | 1,6 | 2,8  | 3,7  | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:25.682 | 206 | 276 | 336 | 1,6 | 2,8  | 3,7  | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:35.682 | 4   | 29  | 64  | 3,8 | 5,1  | 6,3  | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:45.682 | 4   | 29  | 64  | 3,8 | 5,1  | 6,3  | -10   | 43,7 | 1002,9 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:52:55.682 | 143 | 80  | 284 | 0,3 | 1    | 1,8  | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:05.682 | 143 | 80  | 284 | 0,3 | 1    | 1,8  | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:15.682 | 143 | 80  | 284 | 0,3 | 1    | 1,8  | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:25.682 | 5   | 0   | 354 | 5,7 | 6,8  | 7,3  | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:35.682 | 5   | 0   | 354 | 5,7 | 6,8  | 7,3  | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:45.682 | 1   | 5   | 9   | 10  | 10,7 | 11,3 | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:53:55.682 | 1   | 5   | 9   | 10  | 10,7 | 11,3 | -10   | 43,5 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:05.682 | 8   | 348 | 335 | 7,2 | 8,4  | 11,1 | -10   | 43,4 | 1002,6 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:15.682 | 8   | 348 | 335 | 7,2 | 8,4  | 11,1 | -10   | 43,4 | 1002,6 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:25.682 | 8   | 348 | 335 | 7,2 | 8,4  | 11,1 | -10   | 43,4 | 1002,6 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:35.682 | 27  | 7   | 355 | 3,5 | 5,8  | 6,5  | -10   | 43,4 | 1002,6 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:45.682 | 27  | 7   | 355 | 3,5 | 5,8  | 6,5  | -10   | 43,4 | 1002,6 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:54:55.682 | 69  | 27  | 347 | 1,9 | 3,5  | 5,4  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:55:05.682 | 69  | 27  | 347 | 1,9 | 3,5  | 5,4  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:55:15.682 | 7   | 352 | 344 | 3,4 | 4,2  | 4,9  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:55:25.682 | 7   | 352 | 344 | 3,4 | 4,2  | 4,9  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:55:35.682 | 7   | 352 | 344 | 3,4 | 4,2  | 4,9  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2018-12-14T13:55:45.682 | 176 | 208 | 249 | 1,1 | 1,3  | 1,6  | -10,1 | 44,3 | 1002,7 | 0 | 0 | 0 |

Как видно из таблиц, данные снимаются с данной автоматической метеорологической станции каждые 10 секунд и содержат информацию о всех необходимых метеопараметрах.

Помимо выбранных для исследования данных, программное обеспечение АМС рассчитывает минимальную и максимальную скорость ветра за каждые 10 секунд.

### 3.2 Центр пролетного строения

На рисунке 3.1 представлены данные хода температуры с центра пролетного строения за декабрь 2018 года. Можно сказать, что декабрь был достаточно теплым, средняя температура в центре пролетного строения составляла -4 градуса по цельсию. Из графика мы видим, что температура к концу месяца стала понижаться, вечером 26 декабря наблюдается резкое падение температуры, что свойственно для погоды Владивостока и связано со сменой воздушных масс (особенности морского климата).[6]

Минимум температуры был -16.2 градуса по цельсию и наблюдался 27 числа в 4 часа 21 минуту местного времени. Максимум составлял 4 градуса по цельсию и наблюдался 22 числа в 14 часов 26 минут местного времени.

На графике (рис. 3.2) представлены данные хода влажности с центра пролетного строения за декабрь 2018 года. Средняя влажность в центре пролетного строения составляет 51.1%, что несколько ниже климатической нормы (60%).

Значения влажности дважды за период (в начале и в конце) резко понижались. Второе падение влажности совпало с резким падением температуры, что можно объяснить приходом холодного фронта с суши.

Минимум влажности составлял 17.7 процента и наблюдался 23 числа в 16 часов 45 минут местного времени. Максимум влажности составлял 91.1 процент и наблюдался 21 числа в 23 часа 7 минут местного времени.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что с начала по середину декабря наблюдался рост влажности, а с середины по конец месяца значения влажности начали опускаться.

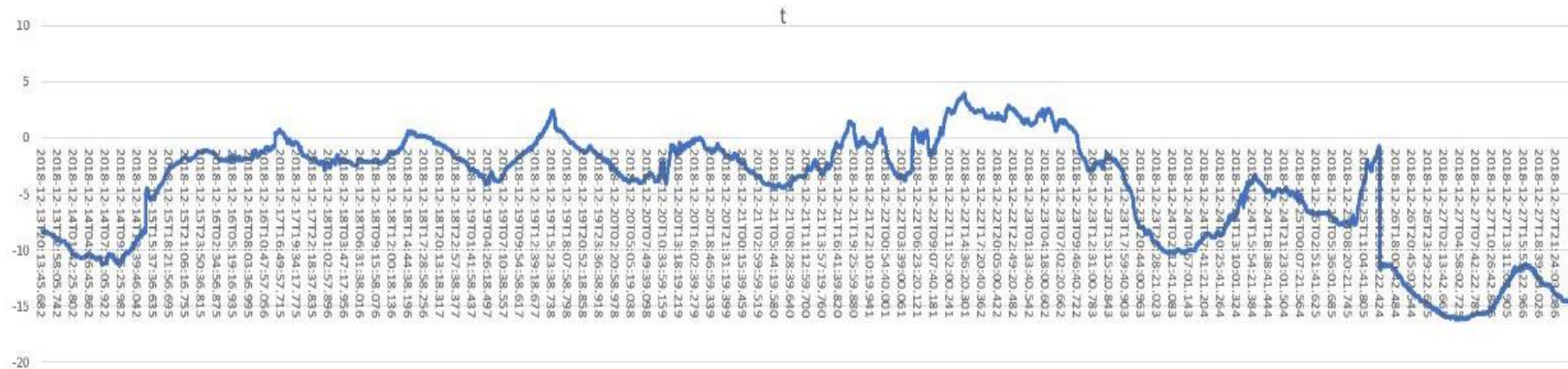


Рисунок 3.1 – Ход температуры за декабрь 2018 года



Рисунок 3.2 – Ход влажности за декабрь 2018 года

На рисунке 3.3 представлены данные хода давления с центра пролетного строения за декабрь 2018 года. В отличие от рядов температуры и влажности, ход атмосферного давления не содержит резких перепадов. В начале периода наблюдений виден плавный рост, а затем постепенное понижение давления. Во второй половине периода значение давления колебалось около 1015 гПа. Среднее значение давления в декабре составило 1011.7 гПа, что несколько ниже климатической нормы.

Минимум давления был 1000.6 гПа и наблюдался 17 числа в 16 часов 20 минут местного времени. Максимум давления составлял 1024.9 гПа и наблюдался 14 числа в 10 часов 40 минут местного времени.

На графике (рис. 3.4) представлена роза ветров за декабрь 2018 года. Можно заметить, что в центре пролетного строения за этот месяц ветер был преимущественно северных и северо-западных направлений (более 5000 и 4000 случаев). Меньше всего случаев было восточного и юго-западного направления (1-2 тыщи случаев). Что соответствует климатической норме (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Повторяемость направлений ветра во Владивостоке, %

| направление | дек |
|-------------|-----|
| <b>С</b>    | 60  |
| <b>СВ</b>   | 2   |
| <b>В</b>    | 1   |
| <b>ЮВ</b>   | 7   |
| <b>Ю</b>    | 8   |
| <b>ЮЗ</b>   | 3   |
| <b>З</b>    | 2   |
| <b>СЗ</b>   | 17  |

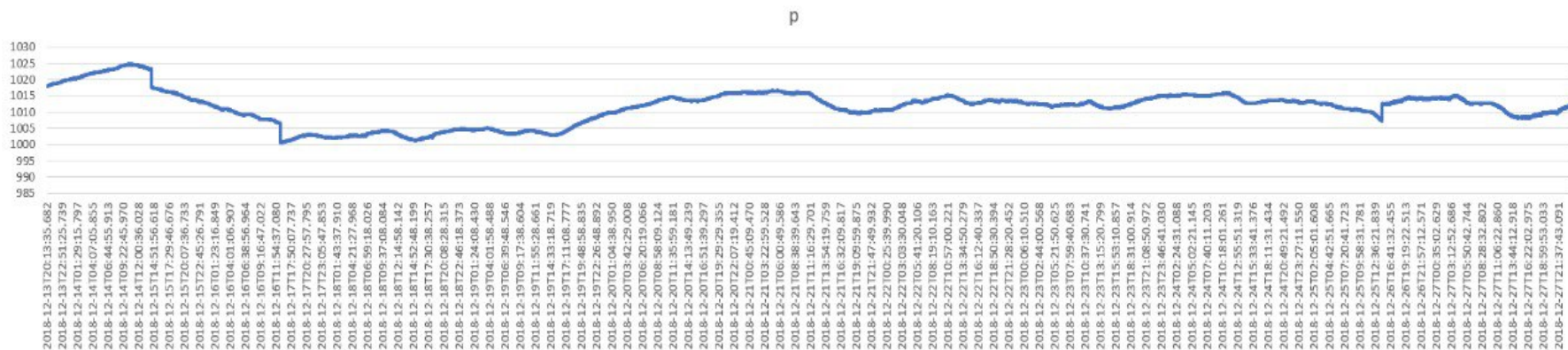


Рисунок 3.3 – Ход давления за декабрь 2018 года

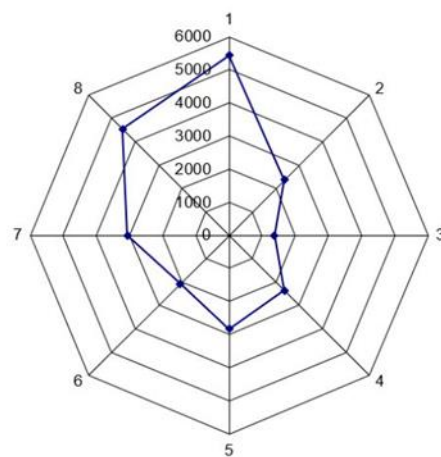


Рисунок 3.4 – Роза ветров за декабрь 2018 года

Такое распределение направления ветра в центре пролетного строения, подтверждает связанные с резкими падениями температуры и влажности выводами (частые затоки холодного континентального воздуха и редкие – с моря).

Теперь посмотрим на изменчивость скорости ветра в центре пролетного строения. На рисунке 3.6 представлены данные хода скорости ветра за декабрь 2018 года. На протяжении месяца ветровой режим был достаточно комфортный. Средняя скорость ветра составляла 3 м/с. Исходя из данных, представленных на графике, можно сделать вывод, что к концу месяца скорость ветра начала увеличиваться, что по времени совпало со скачком температуры и влажности.

Минимум скорости ветра составлял 0 м/с (штиль) и таких случаев наблюдалось несколько, как пример можно взять 16 число за 6 часов 49 минут местного времени. Максимум скорости ветра наблюдался 27 числа в 21 час 3 минуты местного времени.

На графике (рис. 3.7) представлены данные хода максимальной скорости ветра за декабрь 2018 года. Как и на графике скорости ветра, мы так же видим тенденцию на рост скорости ветра к концу месяца. Средний максимум скорости ветра составлял 3.5 м/с.

Наименьший максимум (порыв) составлял 0.1 м/с и наблюдался в разные промежутки времени. Как пример можно взять 16 число за 1 час 17 минут местного времени. Наибольший максимум составлял 19.8 м/с и наблюдался 27 числа в 21 час 3 минуты местного времени.

Данные в центре пролетного строения показывают, что континентальные воздушные массы помимо резкого понижения температуры и влажности приносят достаточно сильные ветра.

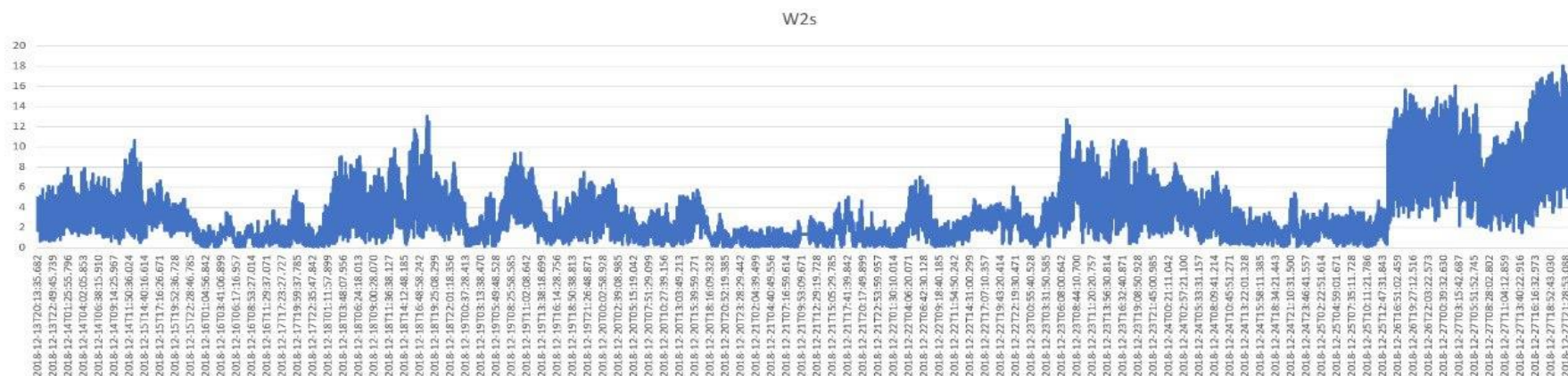


Рисунок 3.6 – Ход скорости ветра за декабрь 2018 года

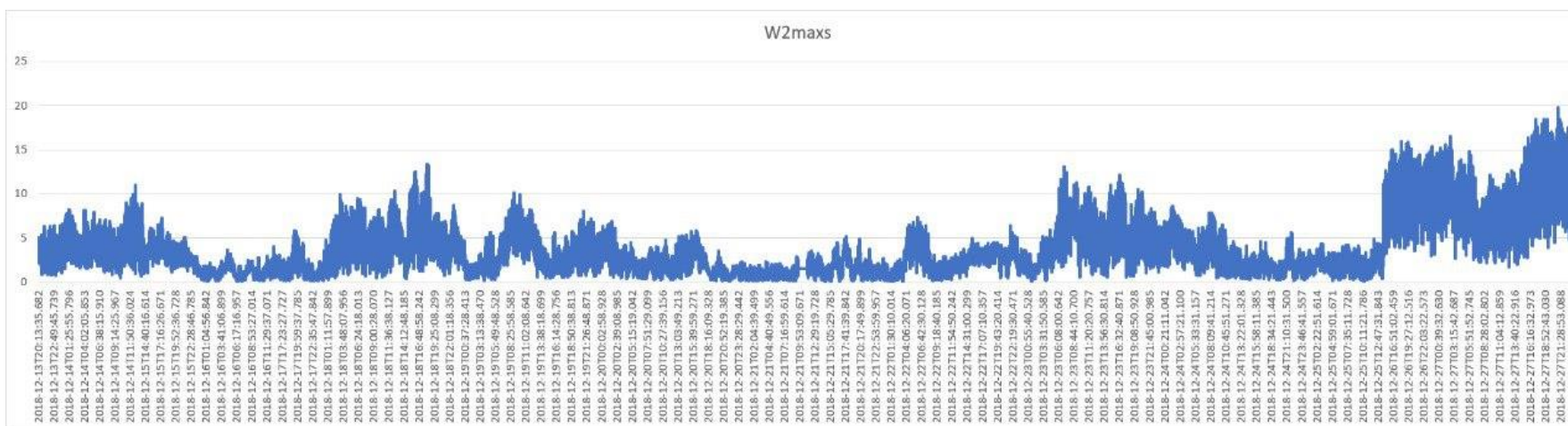


Рисунок 3.7 – Ход максимальной скорости ветра за декабрь 2018 года

### 3.3 Вершина левого пилона

На данном графике (рис. 3.8) представлен ход температуры за декабрь 2018 года. На графике хорошо прослеживается суточный ход температуры. Так же можно заметить похолодание во второй половине месяца с последующим небольшим ростом температуры.

Надо отметить, что на вершине пилона данные по температуре несколько отличаются от центра пролетного строения. В этом плане показателен конец месяца. 26 декабря можно просматривается, отмеченное и в центре пролетного строения, понижение температуры, но оно не такое резкое. Средняя температура на вершине левого пилона составила -7 градусов цельсия, что ближе к климатической норме и выше значения в центре моста на 3 градуса.

Наибольшая температура составляла 3.3 градуса цельсия и наблюдался 22 числа в 23 часа 32 минуты местного времени. Наименьшая температура составляла -17.8 градусов цельсия и наблюдалась 27 числа в 3 часа 15 минут местного времени.

На рисунке 3.9 представлен ход влажности воздуха за декабрь 2018 года. В данной точке значения влажности так же несколько отличаются от центра пролетного строения. В некоторых местах прослеживается суточный ход влажности. Средняя влажность за месяц составила 45 процентов, что на 6% ниже данных в центре пролетного строения и гораздо ниже климатической нормы (на 15 %).

Наибольшая влажность составляла 96 процентов и наблюдалась 21 числа в 15 часов 30 минут местного времени. Наименьшая влажность составила 21 процент и наблюдалась 26 числа в 6 часов 20 минут местного времени.

Как и в подразделе 3.1 можно говорить о затоке сухого холодного континентального воздуха.

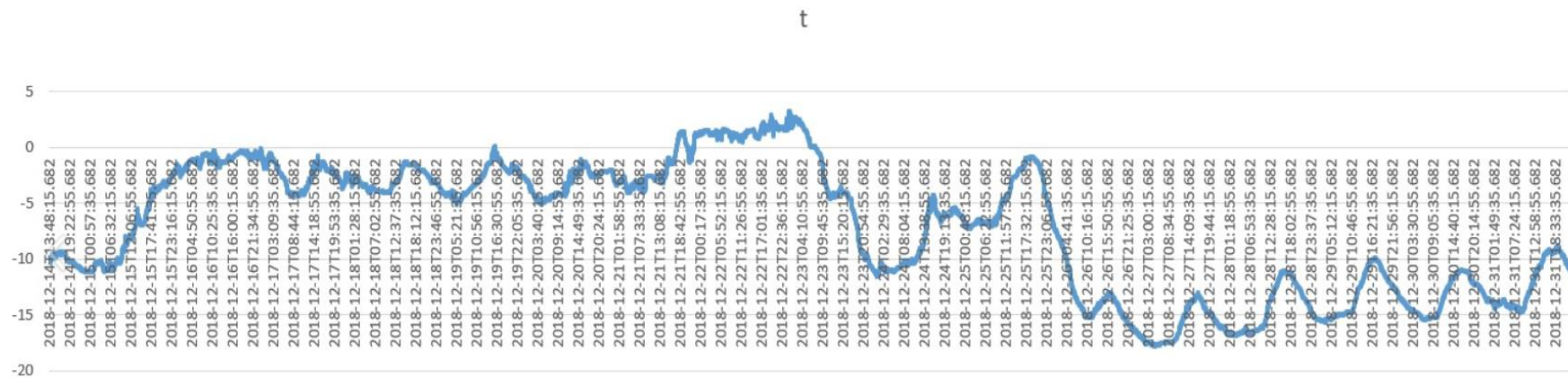


Рисунок 3.8 – Ход температуры за декабрь 2018 года

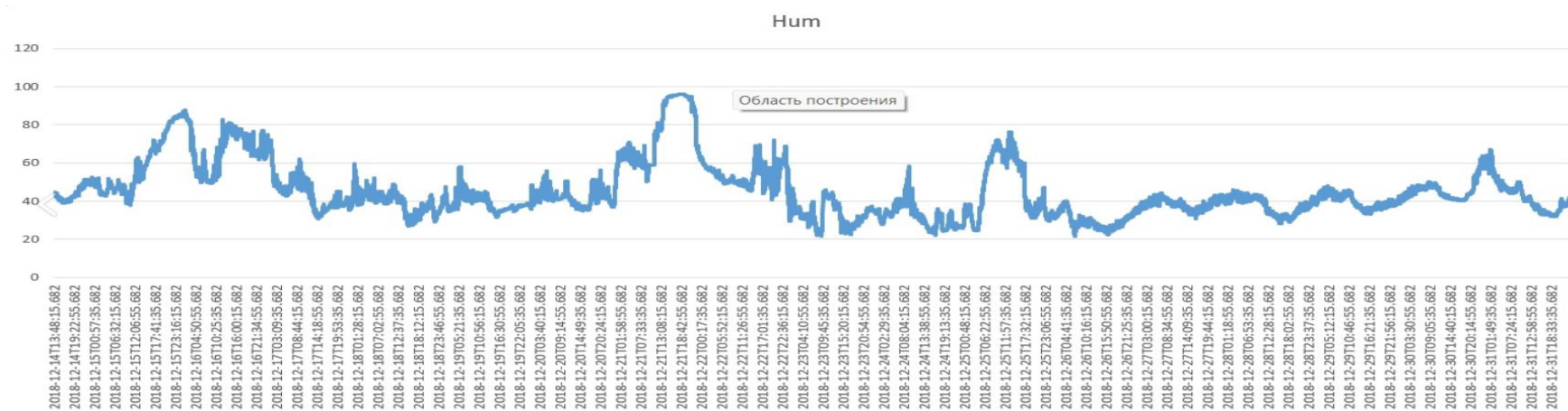


Рисунок 3.9 – Ход влажности за декабрь 2018 года

На графике (рис. 3.10) представлен ход давления за декабрь 2018 года. В отличие от данных с центра пролетного строения, в конце месяца тут наблюдается плавное повышение давления. Среднее значение давления за месяц составило 992.9 гПа, что почти на 20 гПа ниже, чем в центре моста и почти на 30 гПа ниже климатической нормы (1017 гПа).

Отличия коснулись максимального и минимального значения. Наибольшее давление составляло 1009.1 гПа (на 23 гПа ниже данных по станции в центре моста) и наблюдалось 30 числа в 20 часов 14 минут местного времени. Наименьшее давление составляло 980.9 гПа и наблюдалось 17 числа в 14 часов 18 минут местного времени. Можно предположить, что две станции расположены на разной высоте.

На рисунке 3.11 представлена роза ветров за декабрь 2018 года. Из графика видно, что в данный промежуток времени ветра были преимущественно северных и северо-западных направлений (более 6000 случаев). Наименьшее количество случаев (менее 1 тысячи) было у ветров северо-восточных и восточных направлений.

В отличие от станции в центре пролетного строения, доля ветров южного и юго-восточного направлений значительно выросла и на вершине пилона превышает 4000 случаев для каждого. А количество случаев западного и юго-западного направлений на вершине пилона сопоставима с данными в центре моста (от 3000 до 2500 тысяч случаев соответственно). Что позволяет сделать вывод о различных затоках воздуха в двух точках. Возможно влияние рельефа и застройки на показания станций.

Что соответствует климатической норме (табл. 3.3).

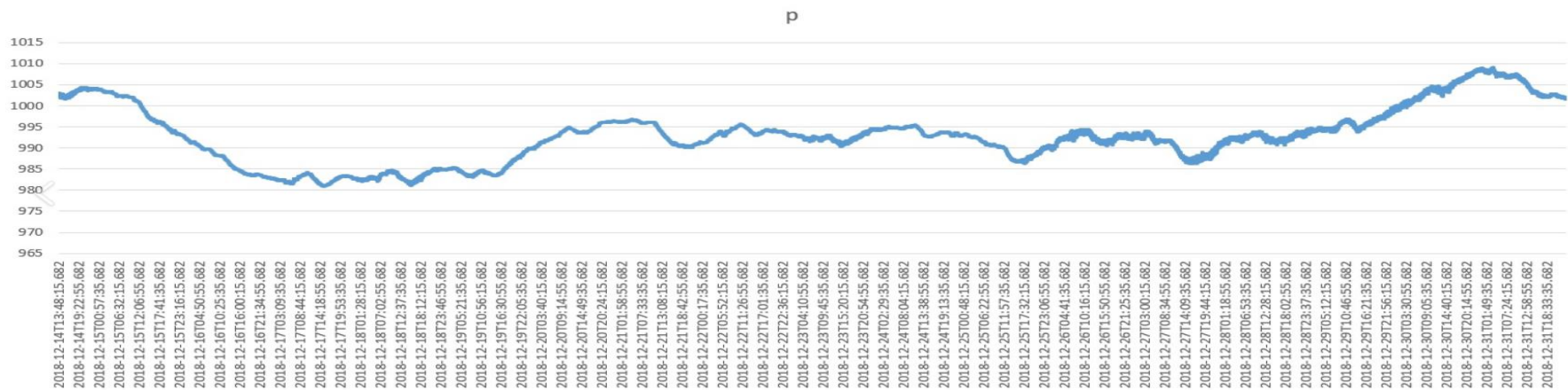


Рисунок 3.10 – Ход давления за декабрь 2018 года

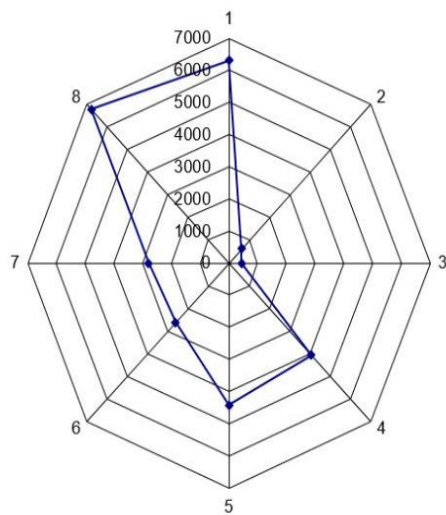


Рисунок 3.11 – Роза ветров за декабрь 2018 года

На рисунке 3.12 представлен ход скорости ветра за декабрь 2018 года. По графику можно сделать вывод, что скорость ветра начала увеличиваться к концу месяца, начиная с 25 числа (период прихода холодного воздуха с континента) и медленно падать с 30 по 31 число. Средняя скорость ветра на вершине пилона составляла 7 м/с, что на 4 м/с выше, чем в центре мостового перехода.

Наибольшее значение скорости ветра составляло 23 м/с и наблюдалось 26 числа в 6 часов 26 минут местного времени (начало затока континентальной массы). Что почти на 10 м/с выше данных в центре пролетного строения. Минимум скорости ветра, штиль, составлял 0 м/с и наблюдался несколько раз. Как пример, можно взять 24 число в 12 часов 13 минут местного времени.

На графике (рис. 3.13) представлен ход максимальной скорости ветра (порыв) за декабрь 2018 года. На данном графике, как и на графике хода скорости ветра, можно увидеть увеличение скорости к концу месяца. Средний максимум составил 8 м/с.

Наибольший максимум скорости ветра составлял 25 м/с и наблюдался 26 числа в 6 часов 26 минут местного времени. Наименьший максимум (штиль) составлял 0 м/с и наблюдался 24 числа в 12 часов 13 минут местного времени. Отметим, что в центре пролетного строения для порывов ветра штиль не был зафиксирован.

Ход скорости ветра и ее порыва так же позволяют сделать предположение о разной высоте установки станций.

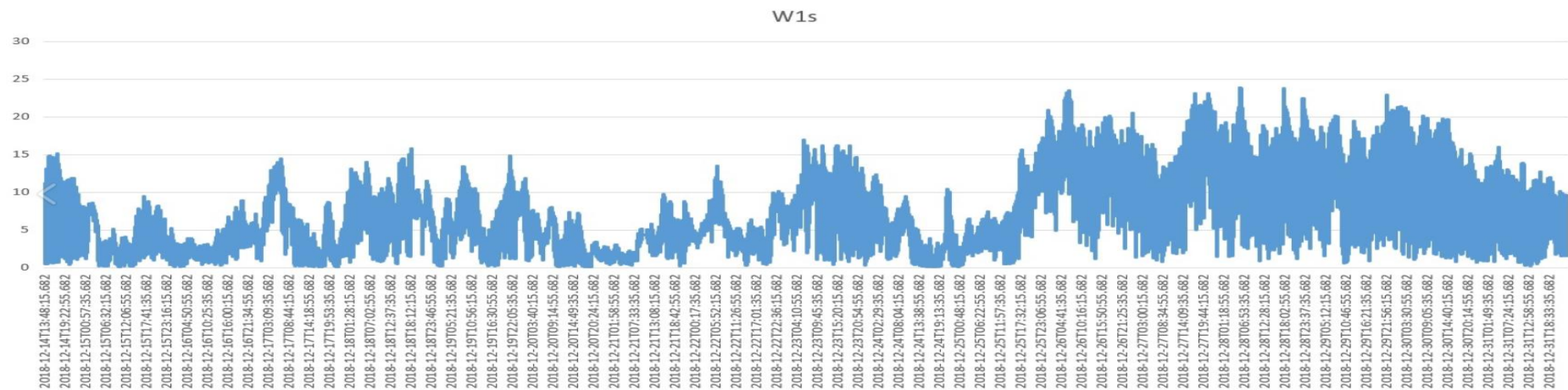


Рисунок 3.12 – Ход скорости ветра за декабрь 2018 года

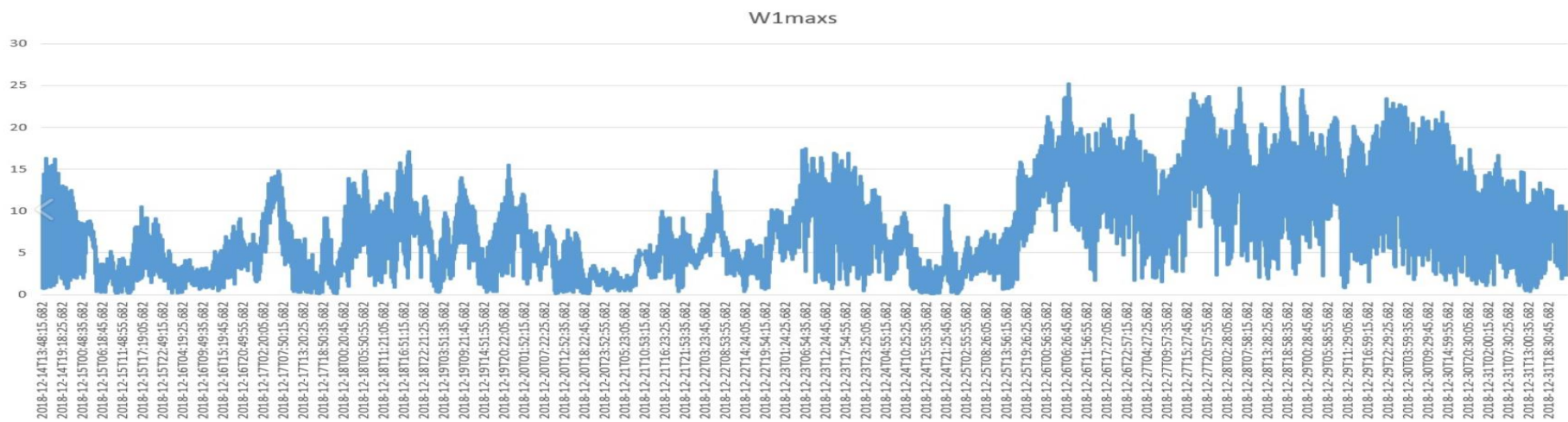


Рисунок 3.13 – Ход максимальной скорости ветра за декабрь 2018 года

## Заключение

На основе данных с двух дорожных АМС исследована изменчивость метеопараметров в г. Владивостока за декабрь 2018 года.

Цель работы достигнута.

В ходе моей работы было рассмотрено

- определение метеорологического обеспечения,
- состав дорожных АМС;
- сформирована климатическая характеристика района города Владивосток;
- рассмотрен объект установки дорожных АМС;
- изучен архив данных с двух автоматических метеорологических станций,
- исследована изменчивость климата города Владивостока на примере станций на Золотом мосту.

При проведении первичного контроля данных на разрывы и выбросы обнаружены период с длительным отсутствием данных, восстановить которые не возможно. Данные временные периоды были удалены и при анализе изменчивости не использовались.

Во время выполнения работы были построены графики метеорологических величин за декабрь 2018 года, которые я проанализировал и описал.

Определены максимальные, минимальные и средние значения для исследуемых параметров. Выявлено, что незначительная изменчивость метеопараметров относительно климатической нормы имеется, но разница – незначительна в большинстве случаев.

Исходя из результатов проведенной мной работы можно сделать вывод, что континентальные воздушные массы, пришедшие в регион в конце декабря 2018 года, помимо резкого понижения температуры и влажности сопровождаются достаточно сильными ветрами.

Данные температуры воздуха, влажности, давления и параметров ветра с двух станций, установленных в разных точках моста, хорошо коррелируют между собой, но имеют некоторые отличия. Что говорит о правильности выбора мест установки станций.

Ход метеопараметров в центре пролетного строения и на левом пилоне позволяют сделать предположение о разной высоте установки станций.

## Список использованных источников

1. Н.В. Белоборова, Р.В. Николаева. Использование автоматизированных дорожных метеорологических станций для обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах // Технология и организация строительства.
2. Т.В. Самодурова, Зарубежный опыт специализированного метеорологического обеспечения дорожных организаций – 112с.
3. Климат Владивостока // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат\\_Владивостока](https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Владивостока) (дата обращения: 29.05.2024).
4. Руководство пользователя [Электронный ресурс] // propribory.ru – URL: [https://propribory.ru/static/upl/13-10-2020/baGLrENUVF-cwjtf/file\\_467.pdf](https://propribory.ru/static/upl/13-10-2020/baGLrENUVF-cwjtf/file_467.pdf) (дата обращения: 16.05.2024)
5. Золотой мост // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Золотой\\_мост](https://ru.wikipedia.org/wiki/Золотой_мост) (дата обращения: 16.05.2024)
6. Автоматические метеорологические станции: в 2 т. / К.Л. Восканян, А.Д. Кузнецов, О.С. Сероухова. — Ч. (К.Л. Восканян) 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 170 с.