



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
(магистерская диссертация)

На тему «Тестирование метеорологических датчиков в рамках импортозамещения»

Исполнитель

Абдуселимов Артемий Аликеримович
(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)

«07» февраля 2026 г.

Санкт-Петербург
2025

Содержание

	Введение	3
1	Метеорологические приборы	6
1.1	Классификация метеорологических приборов по различным характеристикам	6
1.2	Виды приборов и их методы измерения	8
1.3	Типы датчиков метеоприборов, принцип их работы и их преимущества	11
1.4	Размещение датчиков на метеоплощадке. Сбор и обработка метеоданных	17
1.5	Сравнение характеристик датчиков различных компаний	21
2	Метод расчета метеорологических датчиков с помощью Excel	23
2.1	Сбор и фильтрация исходных данных	23
2.2	Расчет и анализ обработанных данных	28
3	Метеорологическая программа на языке Python	43
3.1	Программный код.	43
3.2	Описание приложения	46
4	Сравнительный анализ обработки метеорологических данных в Excel и программах на Python	62
	Заключение	67
	Список используемых источников	69

Введение

Информация о погодных условиях всегда имела огромное значение для человечества. Прогнозирование погоды крайне важно для множества промышленных и научных отраслей. Трудно представить, чтобы эффективно функционирующая организация, например, рыбная промышленность, игнорировала влияние погодных факторов.

Кроме того, к сферам, на которые оказывают влияние метеорологические параметры, можно отнести: сельское хозяйство, авиаперевозки, лесное хозяйство, строительную сферу, железнодорожный и автотранспорт, водный транспорт, а также производство и распределение энергии, торговлю и многое другое.

Всем этим отраслям нужен точный прогноз погоды. Для этого метеорологи и синоптики анализируют метеорологические ситуации по результатам измерений различных измерительных систем космического (метеорологические спутники Земли) и наземного (метеорологические станции и посты) базирования.

Современные метеостанции в основном все первого разряда и имеют различные автоматические комплексы, которые проводят метеонаблюдения и кодировку полученных данных, с последующей передачей информации потребителю в удобном для него виде.

В измерительный компонент различных АМК входят разнообразные датчики, разрешенные к использованию на метеосети Росгидромета. На этой сети функционируют устройства таких производителей, как Vaisala, Campbell Scientific, Aanderra, DataInstruments, DAVIS Data Instruments, НОВО, ИРАМ.

В связи с политической обстановкой и прекращением сотрудничества со многими западными странами появилась необходимость внедрить и обеспечить надлежащим уровнем новые отечественные модели датчиков. Однако внедрение нового отечественного оборудования на сеть имеет свои особенности. Все новые датчики должны пройти процедуру тестирования,

которая необходима для проверки точности работы экспериментального прибора. Как известно, процедура тестирования заключается в сверке показаний экспериментального прибора с эталоном и выявления ошибок, если таковые имеются.

Целью данной работы является тестирование метеорологических датчиков в рамках импортозамещения.

Задачи работы:

- ~ изучение и сравнение различных метеорологических приборов по методам измерения;
- ~ сравнение экспериментальных российских метеодатчиков по различным характеристикам;
- ~ рассмотрение положительных и отрицательных сторон каждого экспериментального датчика;
- ~ проведение анализа данных, выявление слабых сторон используемого метода расчета;
- ~ создание программы для облегчения расчета данных при проведении тестирования;
- ~ сравнение двух методов расчета и анализ полученных результатов.

В первой главе на основе литературных источников описываются метеорологические датчики, которые в основном используются на сети, и дается их сравнение с экспериментальными (новыми) приборами.

Во второй главе рассматривается метод верификации данных тестируемых приборов с помощью ПО Microsoft Excel.

В третьей главе описывается программа, созданная для проведения расчетов при тестировании экспериментальных метеоприборов. Ее интерфейс, принципы работы и алгоритмы.

В четвертой главе проводится сравнение двух методов тестирования метеорологических датчиков: метод работы через пакет Microsoft Excel и

через предлагаемую программу. Выявляются слабые и сильные стороны каждого метода.

Заключение содержит выводы, сделанные в процессе исследования, итог сравнения методов тестирования датчиков и рекомендации по применению лучшего метода.

1 Метеорологические приборы

1.1 Классификация метеорологических приборов по различным характеристикам

Безусловно, измерение метеорологических параметров является ключевым элементом в мониторинге и прогнозировании погодных условий, опираясь на множество полученных данных. Для этой цели многие года учёными изобретались всё более совершенные приборы. Однако эффективность использования результатов метеорологических измерений сдерживал фактор медленного сбора и передачи данных метеоприборов. Пока сведения регистрировали, анализировали и передавали на другие метеостанции, они успевали безнадежно устареть. Чтобы решить эту проблему были разработаны автоматические метеорологические станции. Эти станции способны измерять достаточно большое количество параметров без участия человека.

Приборы на метеостанциях можно классифицировать на приборы

- ~ непосредственного измерения, когда наблюдатель должен находиться непосредственно рядом с метеоприбором и фиксировать данные,
- ~ с дистанционной связью, где датчик помещается в исследуемую среду и соединяется проводной или иной связью с пультом управления.[1, с. 9]

Первый вид приборов, разумеется, уступает по удобству использования перед вторым и полностью исключает возможность автоматического измерения и управления прибором. Чаще всего такие устройства создавались на первых этапах возникновения измерительной техники, однако, на многих метеостанциях они используются и сегодня.

Второй вид приборов чётко разделяется на две части, как было выше упомянуто — это датчик, помещаемый в точку измерения, и пульт управления,

содержащий электрические схемы и показывающие элементы (стрелку со шкалой или цифровой индикатор). Датчик представляет собой (или содержит как составную часть) первичный преобразователь, преобразующий измеряемую величину в другую физическую величину, транслируемую по каналу связи.

Помимо этой классификации измерительные (в том числе метеорологические) приборы, можно разделить и по другим признакам. Выделим показывающие приборы, записывающие приборы и информационно-измерительные системы (ИИС). В этой группе ИИС имеют наибольшую степень автоматизации измерений, так как, как правило, измеряет не одну, а несколько величин по заранее заданной программе, записанной в памяти системы. Такая программа может меняться в зависимости от задач, поставленных перед конкретной станцией, измеряемых параметров. Так же в ИИС предусмотрен канал обратной связи, позволяющий дистанционно управлять отдельными блоками системы. [1, с. 12] Типичным примером метеорологической ИИС является комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС (рис. 1.1). [1, с. 242; 11]

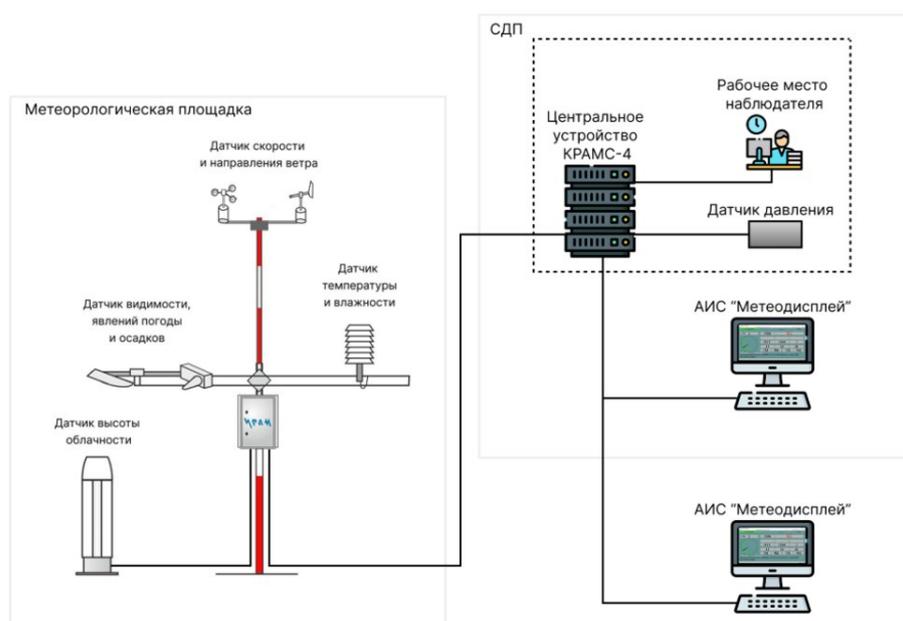


Рисунок 1.1 – ИИС КРАМС-4 для вертодромов

Метеоприборы для ИИС подбираются по некоторым характеристикам, которые определяют их пригодность и эффективность использования. Важнейшей является чувствительность, которая позволяет ранжировать однотипные приборы измерения и выбирать наиболее подходящий для заданных условий. Второй характеристикой выступает погрешность измерения, а третьей инерция прибора. Инерция прибора – это свойство метеоприбора показывать измеряемую величину с задержкой во времени. Существуют, однако, безинерционные приборы, у которых инерция или вообще отсутствует, или пренебрежимо мала. [10]

1.2. Виды приборов и их методы измерения

Поскольку в работе будут рассматриваться методы тестирования датчиков, измеряющих температуру и влажность воздуха, стоит упомянуть какие именно метеоприборы применяются для измерения этих параметров среды на метеорологической сети. [5, с. 102]

Для измерения температуры воздуха применяют термометры: жидкостные термометры (ртутные или спиртовые) и электронные термометры.

Жидкостные термометры: измеряют температуру с помощью изменения объема жидкости (ртуть или спирт) в капиллярной трубке. Такой метод требует присутствия наблюдателя и не дает возможностей для дистанционных измерений. [4, с. 96]



Рисунок 1.2 – ртутный и спиртовой термометры.

Электронные термометры чаще используют для дистанционных измерений. Это могут быть терморезисторы или термопары, которые меняют свое сопротивление в зависимости от температуры. Данные изменений преобразуются в электрические сигналы, передаются по проводной (или беспроводной) связи на рабочую станцию и отображаются на цифровом дисплее (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Пример отображения данных на дисплее

Для определения влажности воздуха на метеорологической сети используют психрометры и различные гигрометры: волосные, электрохимические, конденсационные, электронные (конденсаторные).

Психрометры (рис. 1.4а) состоят из двух термометров (сухого и влажного). Разница в показаниях термометров используется для расчета влажности по специальным таблицам или формулам.

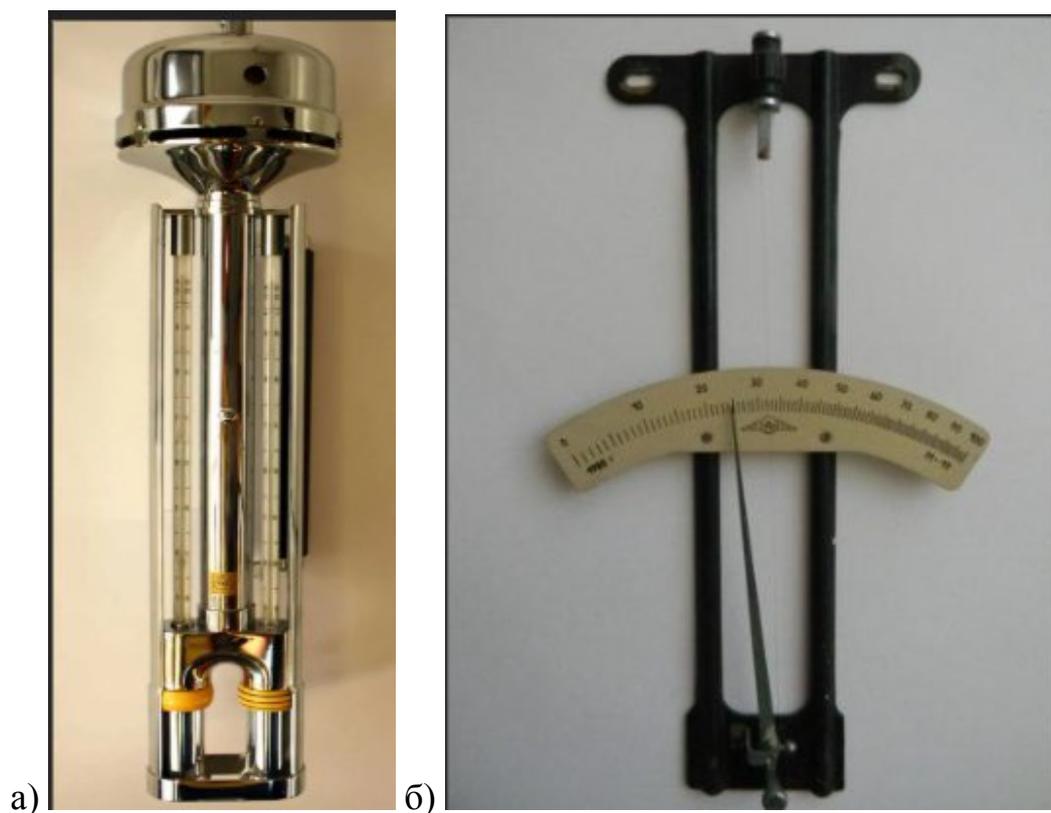


Рисунок 1.4 – Приборы для определения влажности

а) психрометр; б) волосной гигрометр

Волосные гигрометры (рис. 1.4б) измеряют влажность по изменению длины человеческого волоса, который растягивается или сокращается в зависимости от влажности.

Конденсационные гигрометры измеряют точку росы, при которой конденсируется влага из воздуха, что позволяет определить влажность.

Электронные (конденсаторные) гигрометры: используют сенсоры, чувствительные к влажности, такие как полимерные или керамические емкостные элементы. [5, с. 221]

1.3 Типы датчиков метеоприборов, принцип их работы и их преимущества

Для определения температуры и влажности в современных метеоприборах используются различные типы чувствительных элементов (датчиков), каждый из которых имеет свои особенности и области применения. Вот основные виды датчиков для измерения этих параметров:

Датчики температуры:

1. Термопары (рис.1.5)

Принцип работы: Термопары состоят из двух разных металлов, соединенных на одном конце. Разность температур между соединениями создает электрическое напряжение, которое измеряется и интерпретируется как температура.



Рисунок 1.5 – Термопара.

В качестве преимуществ данного чувствительного элемента можно выделить широкий диапазон измерений, высокую точность и быструю реакцию.

Термопары широко используются в промышленности, научных исследованиях и бытовых приборах. [5, с. 58]

2. Терморезисторы (RTD) (рис. 1.6)

Принцип работы: сопротивление металлического чувствительного элемента (в высокоточных приборах чаще всего платины) изменяется с изменением температуры. Эти изменения измеряются и преобразуются в температуру. [5, с. 62]

Среди преимуществ стоит выделить высокую точность, стабильность, широкий диапазон температур. Именно поэтому металлические терморезисторы широко используют в метеорологии, медицине, для контроля процессов в промышленности. [9]



Рисунок 1.6 – Терморезистор

3. Полупроводниковые датчики (рис. 1.7)

Принцип работы: полупроводниковые материалы, такие как кремний, изменяют свое сопротивление или напряжение с изменением температуры.

Преимущества полупроводниковых чувствительных элементов – компактность, низкая стоимость, интеграция с микроконтроллерами.

Области применения – электроника, бытовые приборы, компьютерная техника. [7]



Рисунок 1.7 – Полупроводниковый датчик

4. Инфракрасные датчики температуры (пирометры) (рис. 1.8)

Принцип работы: измеряют инфракрасное излучение, исходящее от объекта, и преобразуют его в температуру.

К преимуществам пирометров относятся бесконтактное измерение, быстрое реагирование, возможность измерения температуры на большом расстоянии. Чаще всего пирометры используют в промышленности, медицине, энергетике. [9]



Рисунок 1.8 – Пирометр

Датчики влажности:

1. Емкостные датчики влажности (рис.1.9)

Принцип работы: измеряют изменение емкости между двумя пластинами (конденсатор), которое происходит в результате изменения влажности. При изготовлении обычно используются полимерные или керамические материалы. [7]

К преимуществам емкостных датчиков влажности относятся высокая точность, стабильность и широкий диапазон измерений.

Эти датчики используются в метеорологии, в HVAC-системах (отопление, вентиляция и кондиционирование), в бытовой электронике.



Рисунок 1.9 – Ёмкостный датчик

2. Резистивные датчики влажности (рис. 1.10)

Принцип работы: измеряют изменение сопротивления материала, чувствительного к влажности (например, полимерных или керамических композиций).

Среди преимуществ резистивных датчиков влажности – простота конструкции и низкая стоимость.

Активно используются в бытовых приборах, сельском хозяйстве, системах управления климатом. [8]



Рисунок 1.10 – Резистивный датчик влажности.

3. Теплопроводные датчики влажности (рис. 1.11)

Принцип работы: измеряют разницу в теплопроводности сухого и влажного воздуха. Эти изменения связаны с изменением концентрации водяного пара.



Рисунок 1.11 – Теплопроводный датчик влажности

Благодаря высокой точности и стабильности теплопроводные датчики влажности нашли применение в научных исследованиях, климатических системах, промышленных процессах.

4. Психрометры (рис. 1.12)

Принцип работы: состоят из двух термометров (сухого и влажного). Влажный термометр охлаждается за счет испарения, и разница температур между термометрами используется для расчета влажности.

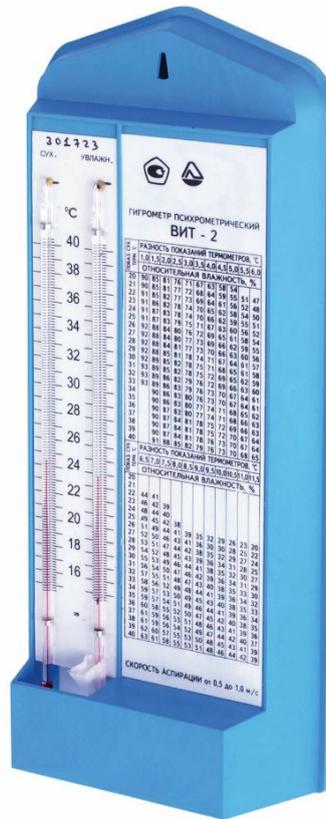


Рисунок 1.12 – Гигрометр психрометрический.

Психрометры надежны и просты в изготовлении и использовании. Применяются на метеорологических станциях и учебных лабораториях.

Подведем итог небольшому обзору. Использование правильного типа датчиков температуры и влажности зависит от конкретных требований к точности, диапазону измерений и условиям эксплуатации. Термопары и терморезисторы предпочтительны для точных измерений температуры в широком диапазоне, тогда как емкостные и резистивные датчики влажности часто используются для мониторинга климатических условий и в бытовой технике.

1.4. Размещение датчиков на метеоплощадке. Сбор и обработка метеоданных

Датчики температуры и влажности чаще всего размещаются на метеорологической площадке в совмещённом виде. Их помещают в единый корпус с радиационной защитой (рис. 1.13). [6]

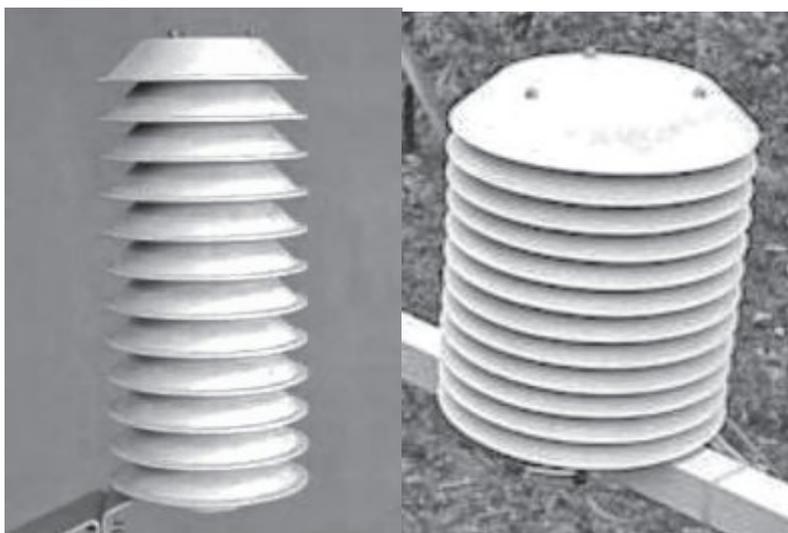


Рисунок 1.13 – Радиационная защита на датчиках температуры и влажности

Как известно, радиационная защита необходима для предохранения датчика температуры и влажности воздуха от прямой солнечной радиации, порывов ветра и защиты от различных видов осадков, влияющих на процесс измерения. [7]

Контроллер (логгер) QML201 (рис. 1.14) является центральным устройством метеорологического комплекса и представляет собой единый блок, который функционально обеспечивает выполнение задач сбора и хранения данных наблюдений, управления и мониторинга оборудования и телекоммуникаций на автоматических метеорологических станциях и комплексах (кроме станций, оснащенных радиооборудованием). В них

обеспечена возможность работы датчиков, находящихся на удалении не более 25 м от контроллера.



Рисунок 1.14 – Контроллер (логгер) QML201

Замеры температуры и влажности воздуха проводятся контроллером 1 раз в мин. и вычисляется среднее значение за 10 мин. Затем данные поступают на компьютер рабочей станции, где набор данных преобразуется в таблицу (архив) данных. Пример архива данных за 31 мая 2024г. приведены на рисунке 1.15. [7]

Стоит отметить, что тестирование экспериментальных датчиков происходит методом сравнения их показаний с данными датчиков давно используемых на сети и хорошо себя зарекомендовавших (эталоны). Датчики устанавливаются на метеоплощадке в непосредственной близости друг к другу, в одинаковых условиях с учетом репрезентативности и работают синхронно в течение некоторого времени.

После сбора архива за месяц специалист приступает к их анализу. Он сравнивает показания датчиков с эталоном, анализирует расхождения между данными и составляет отчет по расчёту данных температуры и влажности (рис. 1.16).

	А	В	С	Д	Е	Ф	С	Н	Т	У	К	Л
	Дата	Температура	Влажность	Дата	температура	влажность	Дата	температура	влажность	Дата	Влажность	Температура
3	31.05.2024 18:10	19.67	83	31.05.2024 18:10	19.5	85	31.05.2024 18:30	19.3	85	01.06.2024 12:30	47.71	28.3
4	31.05.2024 18:20	19.78	85.5	31.05.2024 18:20	19.4	87	31.05.2024 18:20	19.3	86	01.06.2024 12:40	48.72	27.91
5	31.05.2024 18:30	19.91	83.9	31.05.2024 18:30	19.4	88	31.05.2024 18:30	19.3	87	01.06.2024 12:50	48.76	28
6	31.05.2024 18:40	19.89	84.5	31.05.2024 18:40	19.4	86	31.05.2024 18:40	19.3	85	01.06.2024 13:00	51.01	27.31
7	31.05.2024 18:50	19.95	83.1	31.05.2024 18:50	19.4	85	31.05.2024 18:50	19.3	85	01.06.2024 13:10	52.87	26.99
8	31.05.2024 19:00	19.93	83.7	31.05.2024 19:00	19.4	85	31.05.2024 19:00	19.3	85	01.06.2024 13:20	49.09	28.07
9	31.05.2024 19:10	19.8	84.1	31.05.2024 19:10	19.2	88	31.05.2024 19:10	19.1	87	01.06.2024 13:30	50.51	27.75
10	31.05.2024 19:20	19.63	84.3	31.05.2024 19:20	19	87	31.05.2024 19:20	18.9	86	01.06.2024 13:40	54.44	26.88
11	31.05.2024 19:30	19.47	84.6	31.05.2024 19:30	18.9	87	31.05.2024 19:30	18.7	87	01.06.2024 13:50	53.58	27.02
12	31.05.2024 19:40	19.4	84.3	31.05.2024 19:40	18.9	85	31.05.2024 19:40	18.6	86	01.06.2024 14:00	49.02	27.98
13	31.05.2024 19:50	19.35	82.6	31.05.2024 19:50	18.9	83	31.05.2024 19:50	18.7	84	01.06.2024 14:10	47.89	28.65
14	31.05.2024 20:00	19.19	82.1	31.05.2024 20:00	18.7	82	31.05.2024 20:00	18.6	82	01.06.2024 14:20	49.48	28.42
15	31.05.2024 20:10	18.99	82.9	31.05.2024 20:10	18.5	84	31.05.2024 20:10	18.4	84	01.06.2024 14:30	52.68	27.55
16	31.05.2024 20:20	18.73	84.6	31.05.2024 20:20	18.2	85	31.05.2024 20:20	18.1	85	01.06.2024 14:40	50.34	27.99
17	31.05.2024 20:30	18.48	85.9	31.05.2024 20:30	17.9	87	31.05.2024 20:30	17.8	86	01.06.2024 14:50	49.09	28.33
18	31.05.2024 20:40	18.21	86.1	31.05.2024 20:40	17.6	87	31.05.2024 20:40	17.5	86	01.06.2024 15:00	51.38	27.39
19	31.05.2024 20:50	17.92	87.9	31.05.2024 20:50	17.3	89	31.05.2024 20:50	17.2	87	01.06.2024 15:10	55.72	26.35
20	31.05.2024 21:00	17.55	89.9	31.05.2024 21:00	17	92	31.05.2024 21:00	16.9	88	01.06.2024 15:20	57.65	25.15
21	31.05.2024 21:10	17.25	91.3	31.05.2024 21:10	16.7	94	31.05.2024 21:10	16.6	90	01.06.2024 15:30	62.21	23.62
22	31.05.2024 21:20	17.1	91	31.05.2024 21:20	16.6	93	31.05.2024 21:20	16.4	91	01.06.2024 15:40	64.96	22.84
23	31.05.2024 21:30	17.01	91	31.05.2024 21:30	16.4	93	31.05.2024 21:30	16.3	90	01.06.2024 15:50	66.95	22.52
24	31.05.2024 21:40	16.86	92.1	31.05.2024 21:40	16.3	94	31.05.2024 21:40	16.2	91	01.06.2024 16:00	71.81	22.02
25	31.05.2024 21:50	16.69	92.9	31.05.2024 21:50	16.2	94	31.05.2024 21:50	16.1	91	01.06.2024 16:10	77.05	21.4
26	31.05.2024 22:00	16.6	93	31.05.2024 22:00	16.2	94	31.05.2024 22:00	16	91	01.06.2024 16:20	79.09	21.11
27	31.05.2024 22:10	16.53	93	31.05.2024 22:10	16.1	94	31.05.2024 22:10	16	91	01.06.2024 16:30	80.28	20.97
28	31.05.2024 22:20	16.49	93.2	31.05.2024 22:20	16.1	94	31.05.2024 22:20	16	91	01.06.2024 16:40	78.8	21.06
29	31.05.2024 22:30	16.34	94	31.05.2024 22:30	15.9	95	31.05.2024 22:30	15.8	91	01.06.2024 16:50	79.59	21
30	31.05.2024 22:40	16.22	94.8	31.05.2024 22:40	15.8	96	31.05.2024 22:40	15.7	92	01.06.2024 17:00	79.3	20.96
31	31.05.2024 22:50	16.1	95.3	31.05.2024 22:50	15.7	96	31.05.2024 22:50	15.6	92	01.06.2024 17:10	79.64	20.8
32	31.05.2024 23:00	16.03	96	31.05.2024 23:00	15.6	97	31.05.2024 23:00	15.5	93	01.06.2024 17:20	80.77	20.53
33	31.05.2024 23:10	15.95	96.6	31.05.2024 23:10	15.5	98	31.05.2024 23:10	15.4	93	01.06.2024 17:30	79.91	20.56
34	31.05.2024 23:20	15.85	97.3	31.05.2024 23:20	15.4	98	31.05.2024 23:20	15.4	93	01.06.2024 17:40	78.91	20.67
35	31.05.2024 23:30	15.77	98	31.05.2024 23:30	15.3	99	31.05.2024 23:30	15.3	94	01.06.2024 17:50	79.47	20.6
36	31.05.2024 23:40	15.64	98.8	31.05.2024 23:40	15.2	99	31.05.2024 23:40	15.2	94	01.06.2024 18:00	81.5	20.05
37	31.05.2024 23:50	15.5	99	31.05.2024 23:50	15.1	100	31.05.2024 23:50	15	95	01.06.2024 18:10	83.37	19.56

Рисунок 1.15 – Пример архива данных

	А	В	С	Д	Е	Ф	С	Н	Т	У	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	
	Дата	Температура	Влажность	температура	влажность	температура	влажность	температура	влажность	10 мин											
										сред	мин	макс	С	всего							
3	31.05.2024 19:40	19.4	84.3	18.9	85	18.6	86	-1	-2	-1	2.58	-5.2	14.1	2.481	2168						-8
4	31.05.2024 19:50	19.35	82.6	18.9	83	18.7	84	0	-1	-1	0				15.1						-7
5	31.05.2024 20:00	19.19	82.1	18.7	82	18.6	82	0	0	0											-6
6	31.05.2024 20:10	18.99	82.9	18.5	84	18.4	84	-1	-1	0	сред	мин	макс	С							-4
7	31.05.2024 20:20	18.73	84.6	18.2	85	18.1	85	0	0	0	4.50	-7.6	14.1	2.654					± 2%		-3
8	31.05.2024 20:30	18.48	85.9	17.9	87	17.8	86	-1	0	1									484		-3
9	31.05.2024 20:40	18.21	86.1	17.6	87	17.5	86	-1	0	1									22.11		-3
10	31.05.2024 20:50	17.92	87.9	17.3	89	17.2	87	-1	1	2	сред	мин	макс	С							-3
11	31.05.2024 21:00	17.55	89.9	17	92	16.9	88	-1	2	4	1.92	-5.0	9.0	1.938					± 5%		-3
12	31.05.2024 21:10	17.25	91.3	16.7	94	16.6	90	-1	1	4									1385		-2
13	31.05.2024 21:20	17.1	91	16.6	93	16.4	91	-1	0	2									63.88		-2
14	31.05.2024 21:30	17.01	91	16.4	93	16.3	90	-2	1	3											-2
15	31.05.2024 21:40	16.86	92.1	16.3	94	16.2	91	-1	1	3											-2
16	31.05.2024 21:50	16.69	92.9	16.2	94	16.1	91	-1	2	3											-2
17	31.05.2024 22:00	16.6	93	16.2	94	16	91	-1	2	3											-2
18	31.05.2024 22:10	16.53	93	16.1	94	16	91	-1	2	3											-2
19	31.05.2024 22:20	16.49	93.2	16.1	94	16	91	-1	2	3											-2
20	31.05.2024 22:30	16.34	94	15.9	95	15.8	91	-1	3	4											-3
21	31.05.2024 22:40	16.22	94.8	15.8	96	15.7	92	-1	3	4											-2
22	31.05.2024 22:50	16.1	95.3	15.7	96	15.6	92	-1	3	4											-2
23	31.05.2024 23:00	16.03	96	15.6	97	15.5	93	-1	3	4											-2
24	31.05.2024 23:10	15.95	96.6	15.5	98	15.4	93	-1	4	5											-2
25	31.05.2024 23:20	15.85	97.3	15.4	98	15.4	93	-1	4	5											-2
26	31.05.2024 23:30	15.77	98	15.3	99	15.3	94	-1	4	5											-2
27	31.05.2024 23:40	15.64	98.8	15.2	99	15.2	94	0	5	5											-3
28	31.05.2024 23:50	15.5	99	15.1	100	15	95	-1	4	5											-1

Рисунок 1.16 – Пример расчёта

1.5. Сравнение характеристик датчиков различных компаний

Для понимания актуальных различий датчиков температуры и влажности, предлагаемых пятью наиболее распространёнными на российском рынке производителями в 2023 году, необходимо рассмотреть основные параметры и особенности продуктов этих компаний. Эти параметры могут включать точность, диапазон измерений, технологические особенности, надёжность и дополнительные функции (табл. 1.1).

Анализируя данные таблицы 1.1 необходимо отметить, что компания «Д» выделяется своими высокоточными и надёжными датчиками, устойчивыми к экстремальным условиям, и широкой поддержкой цифровых интерфейсов, что делает их идеальными для промышленных и научных станций. Компании «А» и «Г» предлагают надёжные и точные решения для промышленного и бытового использования с поддержкой цифровых и беспроводных технологий. Компании «Б» и «В» предлагают компактные и специализированные решения, подходящие для мобильных и специфических применений, таких как медицинские и агрессивные среды.

Таблица 1.1

Сравнение экспериментальных метеодатчиков

	Компания А	Компания Б	Компания В	Компания Г	Компания Д
Температура					
Технологии	Терморезисторы, термопары	Терморезисторы, полупроводники	Инфракрасные, терморезисторы	Полупроводники, терморезисторы	Платиновые терморезисторы, полупроводники
Диапазон	От -50°C до +150°C	От -40°C до +125°C	От -50°C до +200°C	От -30°C до +150°C	От -60°C до +180°C
Точность	±0.1°C	±0.2°C	±0.15°C	±0.1°C	±0.1°C
Особенности	Цифровые интерфейсы	Компактные размеры	Бесконтактное измерение	Беспроводные технологии	Высокая надежность, цифровые интерфейсы
Влажность					
Технологии	Емкостные, резистивные	Емкостные, теплопроводные	Конденсационные, емкостные	Емкостные	Емкостные, интегрированные с температурными сенсорами
Диапазон	От 0% до 100% RH	От 0% до 100% RH	От 0% до 100% RH	От 0% до 100% RH	От 0% до 100% RH
Точность	±2% RH	±1.5% RH	±2% RH	±1.8% RH	±1% RH
Особенности	Влагозащищенные корпуса	Быстрая реакция	Надежность и долговечность	Интеграция с IoT	Высокая точность, самодиагностика

Далее рассмотрим, как тестируются метеоприборы с помощью электронных таблиц в пакете Microsoft Excel.

2. Метод расчета метеорологических датчиков с помощью электронных таблиц

2.1. Сбор и фильтрация исходных данных

Метеорологические датчики различных компаний по-разному предоставляют исходные данные. Усреднение происходит за каждые 3-5 секунд или 1, 5, 10, 20, 60 минут. Если доступ к непосредственным данным с датчиков отсутствует, а имеются только данные, полученные со станций, то они могут быть представлены в виде УМО (данные в формате электронной таблицы, созданной в ПО Microsoft Excel за время одних суток) (рис. 2.1), или ТМС (данные в формате текстового документа за месяц) данных (рис. 2.2). Исходя из этого появляются сложности в систематике сбора и обработки таких данных. Поэтому в данной главе будет описан метод работы с массивом данных в ПО Microsoft Excel. [2, с. 48]

1	Дата	температ	температура поверхности почвы				
2	01.02.2024 12:01	-26,91	-28,87				
3	01.02.2024 12:02	-26,92	-28,85				
4	01.02.2024 12:03	-26,95	-28,83				
5	01.02.2024 12:04	-26,95	-28,79				
6	01.02.2024 12:05	-26,93	-28,74				
7	01.02.2024 12:06	-26,91	-28,71				
8	01.02.2024 12:07	-26,89	-28,69				
9	01.02.2024 12:08	-26,9	-28,66				
10	01.02.2024 12:09	-26,9	-28,65				
11	01.02.2024 12:10	-26,91	-28,66				
12	01.02.2024 12:11	-26,9	-28,66				
13	01.02.2024 12:12	-26,87	-28,6				
14	01.02.2024 12:13	-26,84	-28,53				
15	01.02.2024 12:14	-26,84	-28,47				
16	01.02.2024 12:15	-26,84	-28,44				
17	01.02.2024 12:16	-26,85	-28,4				
18	01.02.2024 12:17	-26,86	-28,35				
19	01.02.2024 12:18	-26,86	-28,34				
20	01.02.2024 12:19	-26,87	-28,32				
21	01.02.2024 12:20	-26,89	-28,31				
22	01.02.2024 12:21	-26,9	-28,3				
23	01.02.2024 12:22	-26,92	-28,28				
24	01.02.2024 12:23	-26,93	-28,26				
25	01.02.2024 12:24	-26,94	-28,23				
26	01.02.2024 12:25	-26,94	-28,21				
27	01.02.2024 12:26	-26,95	-28,18				
28	01.02.2024 12:27	-26,93	-28,16				
29	01.02.2024 12:28	-26,94	-28,15				

Рисунок 2.1 — Пример УМО данных

ФГБУ "ЯКУТСКОЕ УГМС"

ТАБЛИЦА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ТМС

Станция АЛДАН	N станции 5862541	Год 2024	Месяц ЯНВАРЬ	Часовой пояс 8	Время ВСЕМИРНОЕ
К-во сроков наблюдений 8	ВЫСОТА НАД УР. МОРЯ, м станции 678	ВЫСОТА НАД ПОВЕРХ. ЗЕМЛИ, м анерумбометра 10.2	СУММАРНАЯ ПОПРАВКА НА СМАЧИВАНИЕ, мм		
Рабочий день НЕПРЕРЫВНЫЙ	барометра 679.1	флюгера с л/д флюгера с т/д	1дек. 2дек. 3дек. Мес.		
Тип участка ОТКРЫТЫЙ		гелиографа 2.3	1.1	1.3	1.3 3.7

ПРОЧИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНЦИИ И ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)
 , АЛДАНСКИЙ РАЙОН, НАЧАЛЬНИК Э.А.ПИНИГИНА, ст.техник :Е.АПОНАМОРЕНКО, ,технизи: О.В.ШАФИГУЛИНА, К.СОЛОГУБ, К.РАВЕЛЕВ,
 С.БОЛЬШАКОВ, М.ТИТОВ, М. ФЕДОРОВА, А. КОЗЛОВ, ЯРОСЛАВЦЕВА К., КАГУНЬКИНА О.
 5-ГО ПРОВЕДЕНА ОПИ ЕТИРОВКА АНЕРУМБОМЕТРА НОМЕР 173 ОТКЛОНЕНИИ НЕТ.
 ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ВИЗУАЛЬНО. ОБЪЕКТЫ: 1. ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ-50М., 2. ЗДАНИЕ АЭРОПОРТА-200М., 3. ВОДОПОПОННАЯ
 ВЫШКА-500М., 4. ОПИШКА ЛЕСА-1000М., 5. ВЕРШИНА ГОРЫ-2000М., 6. СОЛКА ОТ ГОРОДСКОЙ ГОРЫ-ЧКМ., 7. ГОРА С ДВУМА ВЕРШИНАМИ-10КМ.,
 8. ГОРА ЗА ОРОЧ ЕНСКИМ ПЕРИСКОМ-20КМ., 9. ДАЛЬНИЕ ГОРЫ-50КМ.
 1,15-ГО ПРМОМТЫ, ПРОВЕРЕНЫ НА ТЕЧЬ ВЕДРА ОСАДКОМЕРА, ИСПРАВНЫ.
 ГЕЛИОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НОМЕР 26 НА ВОСКОДЕ ЗАТЕНЯЕТСЯ ДОМОМ, НА ЗАПАДЕ- ГОРАМИ.
 11.10.23Г. УСТАНОВЛЕН МЕРЗЛОМЕР.
 07.12. 23Г ВЫШЛИ ИЗ СТРОЯ СУДОВЫЕ ЧАСЫ.
 ПОПРАВКА К НИЗКОГРАДУСНОМУ ТЕРМОМЕТРУ ЗА ЯНВАРЬ -0.5 .
 ПОПРАВКА К МИНИМАЛЬНОМУ ТЕРМОМЕТРУ ЗА ЯНВАРЬ 0.0 .
 ВЫСОТА ОБЛАЧНОСТИ ИЗМЕРЯЕТСЯ ВИЗУАЛЬНО.
 ОСОБО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НЕ БЫЛО.

Станция	Алдан	N станции	5862541	Год	2024	Месяц	1	СУТОЧНЫЕ ДАННЫЕ										стр.	7									
Мис1 до1	Температура, град.										Шари. Относ. Дефицит Атмосферное Характ. Ветер, м/с Сушл Сост. Снежный																	
	воздуха	поверхн.		почвы		сочки		вод.п.		Гдевл.		влажн.	массы	давлени.	гПа	облачн.	И шифр	И сред	на ур.	на ур.	И	из в	абс.	сутт	шифр	И ст.	высо-	
I		сред.	макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	мм.	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	гПа	
1	-15.3	-14.0	-18.4	-17	-16	-22	-20.5	1.51	81	75	0.37	0.52	927.2	1013.7	2	7	2.8	3	7	1.8					*7	10	60	
2	-16.2	-13.7	-20.3	-22	-15	-32	-21.5	1.39	79	75	0.37	0.52	926.2	1012.9	2	6	1.3	2	6	0.3					*7	10	60	
3	-21.8	-15.5	-28.7	-29	-17	-38	-30.7	0.93	81	77	0.21	0.23	927.9	1016.9	2	7	0.5	1	4	0.3					*7	10	60	
4	-22.5	-17.0	-28.9	-31	-22	-40	-31.9	0.77	73	66	0.31	0.50	926.0	1015.0	3	7	1.8	4	7						*7	10	59	
5	-23.2	-17.8	-30.8	-29	-19	-40	-33.5	0.78	78	75	0.22	0.36	935.4	1025.6	2	7	1.0	2	6	0.6					*7	10	60	
6	-28.5	-25.8	-32.2	-37	-28	-46	-33.8	0.45	75	74	0.15	0.19	939.3	1031.9	2	7	1.3	3	6	0.4					*7	10	61	
7	-29.9	-24.7	-34.4	-40	-35	-46	-36.9	0.39	74	71	0.14	0.22	929.7	1021.9	2	7	0.9	2	3	0.6					*7	10	61	
8	-25.5	-21.4	-34.4	-30	-22	-46	-37.0	0.62	76	72	0.19	0.23	926.0	1016.2	6	7	1.6	3	9	1.0					*7	10	61	
9	-29.6	-25.4	-33.0	-37	-27	-44	-36.3	0.40	75	72	0.14	0.18	929.1	1021.1	2	7	1.4	2	5	0.6					*7	10	61	
10	-25.1	-17.9	-32.5	-34	-23	-44	-34.7	0.69	77	74	0.20	0.29	920.0	1009.5	4	7	1.1	2	5	0.0					*7	10	61	
11	-21.5	-16.5	-30.4	-24	-18	-34	-33.5	0.96	80	74	0.22	0.30	928.4	1017.3	2	5	1.3	2	6	3.5					*7	10	64	
12	-26.8	-19.5	-33.7	-37	-24	-44	-36.6	0.53	72	65	0.22	0.44	931.3	1022.5	3	7	1.5	2	7	0.0					*7	10	64	
13	-22.5	-21.0	-26.8	-27	-21	-37	-28.6	0.75	74	64	0.27	0.36	929.8	1019.3	4	7	1.4	2	5	2.0					*7	10	64	
14	-25.1	-21.4	-28.8	-33	-25	-38	-31.2	0.61	75	67	0.21	0.35	934.8	1025.6	2	7	1.4	2	7	0.5					*7	10	65	
15	-21.0	-17.5	-25.2	-28	-20	-36	-26.4	0.91	78	73	0.26	0.41	931.1	1020.0	2	7	1.3	2	5	0.5					*7	10	65	
16	-14.9	-11.6	-21.0	-17	-13	-27	-22.6	1.62	82	70	0.35	0.48	927.2	1013.6	2	4	1.8	3	9	2.5					*7	10	67	
17	-22.9	-19.1	-28.8	-27	-20	-40	-31.5	0.79	78	74	0.22	0.28	936.1	1026.2	2	7	1.6	2	6	2.2					*7	10	67	
18	-30.2	-26.4	-33.0	-34	-29	-39	-36.2	0.38	74	72	0.13	0.16	944.8	1038.7	2	7	1.1	2	6	0.6					*7	10	69	
19	-33.9	-31.1	-37.8	-38	-30	-47	-41.0	0.26	71	70	0.10	0.13	952.7	1048.8	2	7	1.6	2	5	0.6					*7	10	69	
20	-29.6	-26.9	-32.6	-36	-30	-41	-34.7	0.39	73	72	0.14	0.18	953.5	1048.0	2	7	1.6	2	6	0.2					*7	10	70	
21	-27.6	-25.3	-30.1	-34	-29	-41	-32.5	0.43	75	74	0.16	0.19	949.8	1043.1	2	7	1.6	3	4	0.2					*7	10	69	
22	-17.7	-13.4	-26.2	-19	-14	-30	-27.7	1.31	82	77	0.28	0.39	942.1	1030.9	2	4	3.0	5	10	7.7					*7	10	70	
23	-15.5	-13.9	-16.5	-17	-14	-23	-18.4	1.55	85	83	0.29	0.34	942.1	1030.1	2	6	2.0	3	8	3.4					*7	10	73	
24	-11.5	-7.8	-15.8	-17	-9	-27	-17.7	1.80	72	58	0.28	1.39	937.9	1024.0	2	5	1.6	3	8	0.2					*7	10	72	
25	-15.6	-9.1	-24.8	-20	-12	-36	-25.0	1.59	83	75	0.32	0.49	942.0	1030.3	2	6	1.4	2	7	2.6					*7	10	75	
26	-19.4	-14.8	-26.6	-25	-14	-37	-27.2	1.05	77	60	0.33	0.76	940.1	1029.4	2	4	1.5	3	7	0.6					*7	10	75	
27	-26.3	-17.4	-31.0	-31	-21	-36	-34.0	0.58	77	73	0.17	0.22	946.5	1038.9	2	7	1.1	2	6	1.0					*7	10	76	
28	-34.5	-30.7	-39.6	-39	-26	-48	-43.2	0.24	71	68	0.10	0.14	954.2	1050.7	3	7	1.0	2	4	0.3					*7	10	76	
29	-35.8	-33.4	-39.6	-38	-29	-48	-42.0	0.20	70	68	0.09	0.11	951.3	1048.1	2	7	0.3	1	3	0.0					*7	10	77	
30	-33.9	-29.7	-36.3	-37	-26	-43	-39.5	0.28	71	70	0.11	0.14	947.7	1043.4	2	7	1.1	2	4	0.2					*7	10	77	
31	-29.6	-24.5	-35.8	-33	-23	-43	-38.5	0.43	73	71	0.15	0.22	945.8	1039.6	2	1	2.1	3	6	0.7					*7	10	77	
		Средние значения										Сумма																
1д	-23.8	-19.3	-29.4	-30	-22	-40	-31.7	0.79	77	73	0.23	0.33	928.7	1018.5			1.4											60
2д	-24.8	-21.1	-29.8	-30	-23	-38	-32.2	0.72	76	70	0.21	0.31	937.0	1028.0			1.5											66
3д	-24.3	-20.0	-29.3	-28	-20	-38	-31.4	0.86	76	71	0.25	0.40	945.4	1037.1			1.5											74
Мес.	-24.3	-20.1	-29.5	-30	-22	-38	-31.8	0.79	76	71	0.23	0.35	937.3	1028.2			1.4											67
		Максимальные значения																										
1д	-13.7			-15				1.66			0.52	940.6	1034.2				4			9								
2д	-11.6			-13				2.07		0.49	954.6	1050.3					3			9								
3д	-7.8			-9				2.37		1.39	954.6	1052.8					5			10								
Мес.	-7.8			-9				2.37		1.39	954.6	1052.8					5			10								

Рисунок 2.2 — Примеры данных ТМС

Дата	Температура	Влажность	>100	0
31.05.2024 18:10	19.67	83	//	4
31.05.2024 18:20	19.78	85.5		
31.05.2024 18:30	19.91	83.9		
31.05.2024 18:40	19.89	84.5		
31.05.2024 18:50	19.95	83.1		
31.05.2024 19:00	19.93	83.7		
31.05.2024 19:10	19.8	84.1		
31.05.2024 19:20	19.63	84.3		
31.05.2024 19:30	19.47	84.6		
31.05.2024 19:40	19.4	84.3		
31.05.2024 19:50	19.35	82.6		
31.05.2024 20:00	19.19	82.1		
31.05.2024 20:10	18.99	82.9		
31.05.2024 20:20	18.73	84.6		
31.05.2024 20:30	18.48	85.9		
31.05.2024 20:40	18.21	86.1		
31.05.2024 20:50	17.92	87.9		
31.05.2024 21:00	17.55	89.9		
31.05.2024 21:10	17.25	91.3		
31.05.2024 21:20	17.1	91		
31.05.2024 21:30	17.01	91		
31.05.2024 21:40	16.86	92.1		
31.05.2024 21:50	16.69	92.9		
31.05.2024 22:00	16.6	93		
31.05.2024 22:10	16.53	93		
31.05.2024 22:20	16.49	93.2		
31.05.2024 22:30	16.34	94		
31.05.2024 22:40	16.22	94.8		
31.05.2024 22:50	16.1	95.3		
31.05.2024 23:00	16.03	96		
31.05.2024 23:10	15.95	96.6		
31.05.2024 23:20	15.85	97.3		
31.05.2024 23:30	15.77	98		
31.05.2024 23:40	15.64	98.8		
31.05.2024 23:50	15.5	99		
01.06.2024 0:00	15.5	99		

Рисунок 2.4 — Готовая таблица для дальнейшей обработки (температура и влажность)

Для того, чтобы подготовить архив, например, по осадкам нужно сравнить показания датчика и техника-метеоролога, исключить из выборки ненадежные результаты и пропуски данных и отдельно рассмотреть результаты, где разница между показаниями датчика и техника-метеоролога более 1 мм.

Для того, чтобы обработать данные нужно подготовить полученный архив. Поэтому необходимо очистить массив данных от пропусков и ненадежных данных, например, значения влажности, превосходящие 100% (рис. 2.5).

03.06.2024 4:20	17.73	100	03.06.2024 4:20	17.6	100	03.06.2024 4:20	17.6	97
03.06.2024 4:30	17.95	100	03.06.2024 4:30	17.9	100	03.06.2024 4:30	//	//
03.06.2024 4:40	18.37	100	03.06.2024 4:40	18.5	98	03.06.2024 4:40	//	//
03.06.2024 4:50	18.96	98.5	03.06.2024 4:50	18.9	93	03.06.2024 4:50	//	//
03.06.2024 5:00	19.1	97.6	03.06.2024 5:00	18.9	93	03.06.2024 5:00	//	//
03.06.2024 5:10	19.16	97.3	03.06.2024 5:10	19.1	93	03.06.2024 5:10	//	//
03.06.2024 5:20	19.2	96.9	03.06.2024 5:20	19.1	92	03.06.2024 5:20	//	//
03.06.2024 5:30	19.2	97.2	03.06.2024 5:30	19.2	92	03.06.2024 5:30	//	//
03.06.2024 5:40	19.2	97.3	03.06.2024 5:40	19.2	93	03.06.2024 5:40	//	//
03.06.2024 5:50	19.24	95.5	03.06.2024 5:50	19.2	90	03.06.2024 5:50	//	//
03.06.2024 6:00	19.4	95.7	03.06.2024 6:00	19.4	91	03.06.2024 6:00	19.3	88
03.06.2024 6:10	19.44	96.9	03.06.2024 6:10	19.3	92	03.06.2024 6:10	19.3	89
03.06.2024 6:20	19.63	98.2	03.06.2024 6:20	19.4	94	03.06.2024 6:20	19.4	90

Рисунок 2.5 — Пример данных с пропусками, обозначенные символом «//»

Обработав архив, данные необходимо объединить с данными эталонного датчика. Пример подготовленного архива для расчетов температуры и влажности можно наблюдать на рисунке 2.6.

Дата	Температура	Влажность	АМК-2			АМК-3		
			Дата	температура	влажность	Дата	температура	влажность
31.05.2024 18:10	19.67	83	31.05.2024 18:10	19.5	85	31.05.2024 18:10	19.3	85
31.05.2024 18:20	19.78	85.5	31.05.2024 18:20	19.4	87	31.05.2024 18:20	19.3	86
31.05.2024 18:30	19.91	83.9	31.05.2024 18:30	19.4	88	31.05.2024 18:30	19.3	87
31.05.2024 18:40	19.89	84.5	31.05.2024 18:40	19.4	86	31.05.2024 18:40	19.3	85
31.05.2024 18:50	19.95	83.1	31.05.2024 18:50	19.4	85	31.05.2024 18:50	19.3	85
31.05.2024 19:00	19.93	83.7	31.05.2024 19:00	19.4	85	31.05.2024 19:00	19.3	85
31.05.2024 19:10	19.8	84.1	31.05.2024 19:10	19.2	88	31.05.2024 19:10	19.1	87
31.05.2024 19:20	19.63	84.3	31.05.2024 19:20	19	87	31.05.2024 19:20	18.9	86
31.05.2024 19:30	19.47	84.6	31.05.2024 19:30	18.9	87	31.05.2024 19:30	18.7	87
31.05.2024 19:40	19.4	84.3	31.05.2024 19:40	18.9	85	31.05.2024 19:40	18.6	86
31.05.2024 19:50	19.35	82.6	31.05.2024 19:50	18.9	83	31.05.2024 19:50	18.7	84
31.05.2024 20:00	19.19	82.1	31.05.2024 20:00	18.7	82	31.05.2024 20:00	18.6	82
31.05.2024 20:10	18.99	82.9	31.05.2024 20:10	18.5	84	31.05.2024 20:10	18.4	84
31.05.2024 20:20	18.73	84.6	31.05.2024 20:20	18.2	85	31.05.2024 20:20	18.1	85
31.05.2024 20:30	18.48	85.9	31.05.2024 20:30	17.9	87	31.05.2024 20:30	17.8	86
31.05.2024 20:40	18.21	86.1	31.05.2024 20:40	17.6	87	31.05.2024 20:40	17.5	86
31.05.2024 20:50	17.92	87.9	31.05.2024 20:50	17.3	89	31.05.2024 20:50	17.2	87
31.05.2024 21:00	17.55	89.9	31.05.2024 21:00	17	92	31.05.2024 21:00	16.9	88
31.05.2024 21:10	17.25	91.3	31.05.2024 21:10	16.7	94	31.05.2024 21:10	16.6	90
31.05.2024 21:20	17.1	91	31.05.2024 21:20	16.6	93	31.05.2024 21:20	16.4	91
31.05.2024 21:30	17.01	91	31.05.2024 21:30	16.4	93	31.05.2024 21:30	16.3	90
31.05.2024 21:40	16.86	92.1	31.05.2024 21:40	16.3	94	31.05.2024 21:40	16.2	91
31.05.2024 21:50	16.69	92.9	31.05.2024 21:50	16.2	94	31.05.2024 21:50	16.1	91
31.05.2024 22:00	16.6	93	31.05.2024 22:00	16.2	94	31.05.2024 22:00	16	91
31.05.2024 22:10	16.53	93	31.05.2024 22:10	16.1	94	31.05.2024 22:10	16	91

Рисунок 2.6 — Готовый архив по температуре и влажности для расчетов

2.2 Расчет и анализ обработанных данных

Собрав «чистый» архив без пропусков и ненадежных данных необходимо приступить к расчетам.

Для того, чтобы обнаружить выбросы необходимо вычислить разницу между эталонным, резервным и экспериментальным датчиками (рис. 2.7). А также выявить и отсортировать отклонения по экстремумам, построить графики расхождения.

Дата и время	День	Время	температура	АМК-2 температура	АМК-3 температура	Δt	- АМК-2 Δt	- АМК-3 Δt	Δ АМК-2 - АМК-3	Δt	- АМК-2 Δt	- АМК-3 Δt	Δ АМК-2 - АМК-3 Δt
31.05.24 18:10	31.05.24	18:10	19.67	19.5	19.3	0.17	0.37	0.2	-1.3	-1.3	-1.4	-0.5	
31.05.24 18:20		18:20	19.78	19.4	19.3	0.38	0.48	0.1	-1.3	-1.3	-1.4	-0.5	
31.05.24 18:30		18:30	19.91	19.4	19.3	0.51	0.61	0.1	-1.1	-1.1	-1.1	-0.4	
31.05.24 18:40		18:40	19.89	19.4	-	0.49	0.59	0.1	-0.9	-1.1	-1.1	-0.4	
31.05.24 18:50		18:50	19.95	19.4	19.3	0.55	0.65	0.1	-0.8	-1.1	-1.1	-0.4	
31.05.24 19:00		19:00	19.93	19.4	19.3	0.53	0.63	0.1	-0.8	-1	-1	-0.4	
31.05.24 19:10		19:10	19.8	19.2	19.1	0.6	0.7	0.1	-0.8	-1	-1	-0.4	
31.05.24 19:20		19:20	19.63	19	18.9	0.63	0.73	0.1	-0.8	-0.9	-0.9	-0.3	
31.05.24 19:30		19:30	19.47	18.9	18.7	0.57	0.77	0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.3	
31.05.24 19:40		19:40	19.4	18.9	18.6	0.5	0.8	0.3	-0.8	-0.8	-0.8	-0.3	
31.05.24 19:50		19:50	19.35	18.9	18.7	0.45	0.65	0.2	-0.7	-0.8	-0.8	-0.3	
31.05.24 20:00		20:00	19.19	18.7	18.6	0.49	0.59	0.1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 20:10		20:10	18.99	18.5	18.4	0.49	0.59	0.1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 20:20		20:20	18.73	18.2	18.1	0.53	0.63	0.1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 20:30		20:30	18.48	17.9	17.8	0.58	0.68	0.1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 20:40		20:40	18.21	17.6	17.5	0.61	0.71	0.1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 20:50		20:50	17.92	17.3	17.2	0.62	0.72	0.1	-0.6	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 21:00		21:00	17.55	17	16.9	0.55	0.65	0.1	-0.6	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 21:10		21:10	17.25	16.7	16.6	0.55	0.65	0.1	-0.6	-0.7	-0.7	-0.3	
31.05.24 21:20		21:20	17.1	16.6	16.4	0.5	0.7	0.2	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 21:30		21:30	17.01	16.4	16.3	0.61	0.71	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 21:40		21:40	16.86	16.3	16.2	0.56	0.66	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 21:50		21:50	16.69	16.2	16.1	0.49	0.59	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:00		22:00	16.6	16.2	16	0.4	0.6	0.2	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:10		22:10	16.53	16.1	16	0.43	0.53	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:20		22:20	16.49	16.1	16	0.39	0.49	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:30		22:30	16.34	15.9	15.8	0.44	0.54	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:40		22:40	16.22	15.8	15.7	0.42	0.52	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 22:50		22:50	16.1	15.7	15.6	0.4	0.5	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 23:00		23:00	16.03	15.6	15.5	0.43	0.53	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 23:10		23:10	15.95	15.5	15.4	0.45	0.55	0.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 23:20		23:20	15.85	15.4	15.4	0.45	0.45	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 23:30		23:30	15.77	15.3	15.3	0.47	0.47	0	-0.5	-0.6	-0.6	-0.3	
31.05.24 23:40		23:40	15.68	15.2	15.2	0.48	0.48	0	-0.5	-0.6	-0.6	-0.3	

Рисунок 2.7 — Расчет отклонений испытуемого от эталонного датчика по температуре

Отдельно определяется среднее, минимальное, максимальное и среднеквадратичное отклонение, смотрится разница с расчетами прошлого месяца и вычисляется количество процентов, входящие в норму отклонений.

Далее строятся графики по декадам. Первый график является зависимостью отклонений от времени, второй – температуры от времени (рис. 2.8).

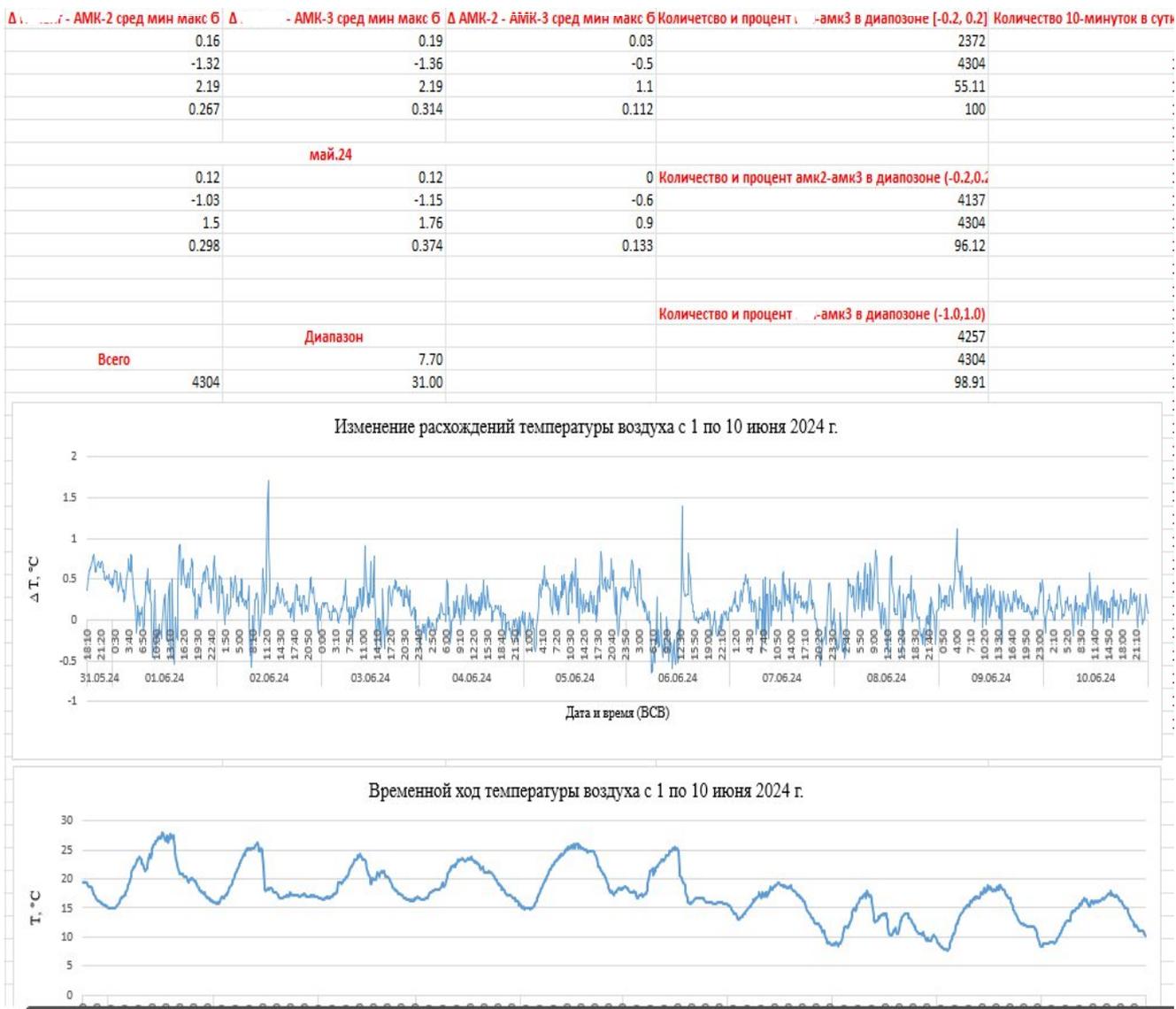


Рисунок 2.8 — График отклонений и температуры

По первому графику можно наблюдать выбросы и проанализировать их, а по второму графику можно определить влияние суточного хода или резких изменений температуры на работу испытуемого датчика. Так же мы можем получить информацию у наблюдателя на станции о явлениях, которые

происходили на время этого выброса. И уже проанализировав совокупность факторов можно выявить какие-либо неточности в работе датчика.

Для проверки целостности отфильтрованных данных посуточно проверяются количество удаленных десятиминуток и рассчитываются минимальные, максимальные значения температур по каждому из датчиков (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 — Суточные показатели по температуре

Последним действием перед тем, как переходом к расчету солнечности является поиск количества значений разности по каждому отклонению и их процентное соотношение. По полученным значениям строится график, и если значения подчиняются закону нормального распределения, то это означает, что случаи выбросов единичные и на отклонение повлиял какой-либо внешний фактор. В противном случае датчик следует проверить на сбой в работе. Пример этого можно рассмотреть на рисунке 2.10.

Δ мин (сред, мин, макс)	Δ макс (сред, мин, макс)	Числа	Δ	Δ - АМК-2 кол-во	Δ - АМК-3 кол-во	Δ АМК-2 - АМК-3 кол-во	%	-АМК2 %!	-АМК3 %!	Δ-АМК3	Диапазон	Δ - НМР155_1	Δ - НМР155_2	НМР155_1 - НМР155_2
0.13	0.07	-1.4	0	0	1	0	0	0.02	0	0	-1.6...-1.4	0	1	0
-0.3	-0.96	-1.3	2	1	1	0	0.05	0.02	0	0	-1.3...-1.1	3	4	0
1	0.65	-1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.0...-0.8	7	6	0
		-1.1	1	3	0	0.02	0.07	0	0.07	0	-0.7...-0.5	58	90	2
		-1	0	2	0	0	0.05	0	0.05	0	-0.4...-0.2	374	365	167
	Всего	-0.9	1	1	0	0.02	0.02	0	0.02	0	-0.1...0.1	1698	1498	3740
	4304	-0.8	6	3	0	0.14	0.07	0	0.14	0.07	0.2...0.4	1705	1693	374
		-0.7	6	8	0	0.14	0.19	0	0.14	0.19	0.5...0.7	372	474	14
		-0.6	16	31	0	0.37	0.72	0	0.37	0.72	0.8...1.0	72	131	6
		-0.5	36	51	2	0.84	1.18	0.05	1.18	1.18	1.1...1.3	6	22	1
		-0.4	60	75	5	1.39	1.74	0.12	1.74	1.74	1.4...1.6	6	9	0
		-0.3	86	113	34	2	2.63	0.79	1.74	1.74	1.7...1.9	2	7	0
		-0.2	228	177	128	5.3	4.11	2.97	2.97	2.97	2.0...2.2	1	4	0
		-0.1	380	323	460	8.83	7.5	10.69	10.69	10.69				
		0	584	494	2111	13.57	11.48	49.05	11.48	49.05	-1.6...-1.4	0.00	0.02	0.00
		0.1	734	681	1169	17.05	15.82	27.16	15.82	27.16	-1.3...-1.1	0.07	0.09	0.00
		0.2	708	697	269	16.45	16.19	6.25	16.19	6.25	-1.0...-0.8	0.16	0.14	0.00
		0.3	604	555	78	14.03	12.89	1.81	12.89	1.81	-0.7...-0.5	1.35	2.09	0.05
		0.4	393	441	27	9.13	10.25	0.63	10.25	0.63	-0.4...-0.2	8.69	8.48	3.88
		0.5	194	220	8	4.51	5.11	0.19	5.11	0.19	-0.1...0.1	39.45	34.80	86.90
		0.6	122	154	3	2.83	3.58	0.07	3.58	0.07	0.2...0.4	39.61	39.34	8.69
		0.7	56	100	3	1.3	2.32	0.07	2.32	0.07	0.5...0.7	8.64	11.01	0.33
		0.8	42	58	2	0.98	1.35	0.05	1.35	0.05	0.8...1.0	1.67	3.04	0.14
		0.9	27	43	3	0.63	1	0.07	1	0.07	1.1...1.3	0.14	0.51	0.02
		1	3	30	1	0.07	0.7	0.02	0.7	0.02	1.4...1.6	0.14	0.21	0.00
		1.1	5	15	1	0.12	0.35	0.02	0.35	0.02	1.7...1.9	0.05	0.16	0.00
		1.2	0	5	0	0	0	0.12	0	0	2.0...2.2	0.02	0.09	0.00
		1.3	1	2	0	0.02	0.05	0	0	0				
		1.4	2	6	0	0.05	0.14	0	0	0				
		1.5	3	1	0	0.07	0.02	0	0	0				
		1.6	1	2	0	0.02	0.05	0	0	0				
		1.7	1	3	0	0.02	0.07	0	0	0				
		1.8	1	1	0	0.02	0.02	0	0	0				
		1.9	0	3	0	0	0	0.07	0	0				
		2	0	3	0	0	0	0.07	0	0				
		2.1	0	0	0	0	0	0	0	0				
		2.2	1	1	0	0.02	0.02	0	0	0				

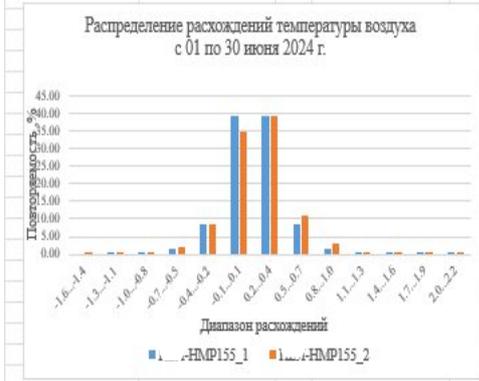


Рисунок 2.10 — Количество значений по каждому отклонению температуры

Далее рассматривается влияние на выбросы солнечной активности. Для этого анализируется прожег ленты гелиографа и полученные результаты заносятся в журнал, который впоследствии переносится в электронный вариант (рис. 2.11).

Дата	Температура	Влажность	АМК-2		АМК-3		Δ l	г - АМК-2	Δ	г - АМК-3	АМК-2 - АМК-3		Δ				10 мин	Диапазон	Δ	- АМК-3	АМК-2 - АМК-3		
			температура	влажность	температура	влажность					сред	мин	макс	Б	всего	НМР155							
31.05.2024 19:40	19.4	84.3	18.9	85	18.6	86	0.5	0.8	0.3														
31.05.2024 19:50	19.35	82.6	18.9	83	18.7	84	0.5	0.7	0.2	0.11	-1.3	1.8	0.289	2168	7.7						-1.4	-0.3	
31.05.2024 20:00	19.19	82.1	18.7	82	18.6	82	0.5	0.6	0.1					15.1	26.8						-1.1	-0.3	
31.05.2024 20:10	18.99	82.9	18.5	84	18.4	84	0.5	0.6	0.1													-0.9	-0.3
31.05.2024 20:20	18.73	84.6	18.2	85	18.1	85	0.5	0.6	0.1	сред												-0.8	-0.3
31.05.2024 20:30	18.48	85.9	17.9	87	17.8	86	0.6	0.7	0.1	0.18	-1.4	2.0	0.346									-0.8	-0.2
31.05.2024 20:40	18.21	86.1	17.6	87	17.5	86	0.6	0.7	0.1													-0.7	-0.2
31.05.2024 20:50	17.92	87.9	17.3	89	17.2	87	0.6	0.7	0.1													-0.7	-0.2
31.05.2024 21:00	17.55	89.9	17	92	16.9	88	0.6	0.7	0.1	сред												-0.7	-0.2
31.05.2024 21:10	17.25	91.3	16.7	94	16.6	90	0.6	0.6	0.1	0.07	-0.3	1.1	0.109									-0.7	-0.2
31.05.2024 21:20	17.1	91	16.6	93	16.4	91	0.5	0.7	0.2													-0.7	-0.2
31.05.2024 21:30	17.01	91	16.4	93	16.3	90	0.6	0.7	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 21:40	16.86	92.1	16.3	94	16.2	91	0.6	0.7	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 21:50	16.69	92.9	16.2	94	16.1	91	0.5	0.6	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:00	16.6	93	16.2	94	16	91	0.4	0.6	0.2													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:10	16.53	93	16.1	94	16	91	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:20	16.49	93.2	16.1	94	16	91	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:30	16.34	94	15.9	95	15.8	91	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:40	16.22	94.8	15.8	96	15.7	92	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 22:50	16.1	95.3	15.7	96	15.6	92	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:00	16.03	96	15.6	97	15.5	93	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:10	15.95	96.6	15.5	98	15.4	93	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:20	15.85	97.3	15.4	98	15.4	93	0.4	0.4	0.0													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:30	15.77	98	15.3	99	15.3	94	0.5	0.5	0.0													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:40	15.64	98.8	15.2	99	15.2	94	0.4	0.4	0.0													-0.6	-0.2
31.05.2024 23:50	15.5	99	15.1	100	15	95	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
01.06.2024 0:00	15.5	99	15.2	100	15.1	95	0.3	0.4	0.1													-0.6	-0.2
01.06.2024 0:10	15.55	99	15.2	100	15.1	95	0.4	0.5	0.1													-0.6	-0.2
01.06.2024 0:20	15.6	99	15.1	100	15	96	0.5	0.6	0.1													-0.5	-0.1
01.06.2024 0:30	15.51	99	15	100	14.9	96	0.5	0.6	0.1													-0.5	-0.1
01.06.2024 0:40	15.5	99	15	100	14.9	96	0.5	0.6	0.1													-0.5	-0.1

Рисунок 2.13 — Расчеты, основанные на данных, полученных ночью и в пасмурную погоду

Далее производятся аналогичные операции для показаний влажности (рис. 2.14-2.18).

Дата и время	День	Время	г влажность	АМК-2 влажность	АМК-3 влажность	Δ l	г - АМК-2	Δ l	г - АМК-3	Δ АМК-2 - АМК-3	Δ	г - АМК-2 сорт	Δ	г - АМК-3 сорт	Δ АМК-2 - АМК-3 сорт
31.05.24 18:10	31.05.24	18:10	83	85	85	0.5	-2	-2	0			-5		-8	-5
31.05.24 18:20		18:20	85.5	87	86	0.5	-1.5	-0.5	1			-4		-7	-4
31.05.24 18:30		18:30	83.9	88	87	0.5	-4.1	-3.1	1			-4		-6	-4
31.05.24 18:40		18:40	84.5	86	85	0.5	-1.5	-0.5	1			-4		-4	-3
31.05.24 18:50		18:50	83.1	85	85	0.5	-1.9	-1.9	0			-4		-4	-3
31.05.24 19:00		19:00	83.7	85	85	0.5	-1.3	-1.3	0			-4		-4	-3
31.05.24 19:10		19:10	84.1	88	87	0.5	-3.9	-2.9	1			-4		-4	-3
31.05.24 19:20		19:20	84.3	87	86	0.5	-2.7	-1.7	1			-3		-4	-3
31.05.24 19:30		19:30	84.6	87	87	0.5	-2.4	-2.4	0			-3		-3	-3
31.05.24 19:40		19:40	84.3	85	86	0.5	-0.7	-1.7	-1			-3		-3	-2
31.05.24 19:50		19:50	82.6	83	84	0.5	-0.4	-1.4	-1			-3		-3	-2
31.05.24 20:00		20:00	82.1	82	82	0.5	0.1	0.1	0			-3		-3	-2
31.05.24 20:10		20:10	82.9	84	84	0.5	-1.1	-1.1	0			-3		-3	-2
31.05.24 20:20		20:20	84.6	85	85	0.5	-0.4	-0.4	0			-3		-3	-2
31.05.24 20:30		20:30	85.9	87	86	0.5	-1.1	-1.1	1			-3		-3	-2
31.05.24 20:40		20:40	86.1	87	86	0.5	-0.9	0.1	1			-3		-3	-2
31.05.24 20:50		20:50	87.9	89	87	0.5	-1.1	0.9	2			-3		-3	-2
31.05.24 21:00		21:00	89.9	92	88	0.5	-2.1	1.9	4			-3		-3	-2
31.05.24 21:10		21:10	91.3	94	90	0.5	-2.7	1.3	4			-3		-3	-2
31.05.24 21:20		21:20	91	93	91	0.5	-2	0	2			-3		-3	-2
31.05.24 21:30		21:30	91	93	90	0.5	-2	1	3			-2		-3	-2
31.05.24 21:40		21:40	92.1	94	91	0.5	-1.9	1.1	3			-2		-3	-2
31.05.24 21:50		21:50	92.9	94	91	0.5	-1.1	1.9	3			-2		-3	-1
31.05.24 22:00		22:00	93	94	91	0.5	-1	2	3			-2		-3	-1
31.05.24 22:10		22:10	93	94	91	0.5	-1	2	3			-2		-2	-1
31.05.24 22:20		22:20	93.2	94	91	0.5	-0.8	2.2	3			-2		-2	-1
31.05.24 22:30		22:30	94	95	91	0.5	-1	3	4			-2		-2	-1
31.05.24 22:40		22:40	94.8	96	92	0.5	-1.2	2.8	4			-2		-2	-1
31.05.24 22:50		22:50	95.3	96	92	0.5	-0.7	3.3	4			-2		-2	-1
31.05.24 23:00		23:00	96	97	93	0.5	-1	3	4			-2		-2	-1
31.05.24 23:10		23:10	96.6	98	93	0.5	-1.4	3.6	5			-2		-2	-1
31.05.24 23:20		23:20	97.3	98	93	0.5	-0.7	4.3	5			-2		-2	-1
31.05.24 23:30		23:30	98	99	94	0.5	-1	4	5			-2		-2	-1
31.05.24 23:40		23:40	98.8	99	94	0.5	-0.2	4.8	5			-2		-2	-1

Рисунок 2.14 — Расчет отклонений испытуемого от эталонного датчика по значениям влажности

Δt	г - АМК-2 сред мин макс Б	Δt	г - АМК-3 сред мин макс Б	Δ АМК-2 - АМК-3 сред мин макс Б	Количество и процент	г-амк3 в диапазоне [-2,0, 2,0]	Колпч	
	2.23		3.43	1.2			1764	
	-5.2		-7.6	-5			4304	
	14.1		14.1	9			40.99	
	2.123		2.498	1.655			100	
июн.24								
	1.65		2.24	0.59	Количество и процент	г-амк3 в диапазоне [-5,0, 5,0]	3415	
	-7.8		-6.8	-4			4304	
	12.1		13.1	9			79.34	
	1.819		2.067	1.293				
10 мин	Диапазон						Количество и процент амк2-амк3 в диапазоне [-2,0, 2,0]	3465
Всего	НМР155						Количество и процент амк2-амк3 в диапазоне [-5,0, 5,0]	4304
	4304		27				80.51	
	29.89		99					
	Диапазон						Количество и процент амк2-амк3 в диапазоне [-5,0, 5,0]	4249
			28.4				4304	
			100				98.72	



Рисунок 2.15 — График отклонений влажности



Рисунок 2.16 — Количество значений по каждому отклонению влажности

Дата	АМК-2		АМК-3		Δ t	г - АМК-2	Δ t	г - АМК-3	АМК-2 - АМК-3	Δ t, г - АМК-2				10 мин	Δ t	г - АМК-3
	Температура	Влажность	температура	влажность						температура	влажность	сред	мин			
31.05.2024 18:10	19.67	83	19.5	85	19.3	85	-2	-2	0	1.86	-4.2	9.1	1.603	2136	-4	-4
31.05.2024 18:20	19.78	85.5	19.4	87	19.3	86	-2	-1	1					14.8	-4	-4
31.05.2024 18:30	19.91	83.9	19.4	88	19.3	87	-4	-3	1						-4	-4
31.05.2024 18:40	19.89	84.5	19.4	86	19.3	85	-2	-1	1	сред	Δ t	г - АМК-3			-4	-4
31.05.2024 18:50	19.95	83.1	19.4	85	19.3	85	-2	-2	0	2.34	-3.7	10.1	1.751		± 2%	-3
31.05.2024 19:00	19.93	83.7	19.4	85	19.3	85	-1	-1	0					1202	-3	-3
31.05.2024 19:10	19.8	84.1	19.2	88	19.1	87	-4	-3	1					56.27	-3	-3
31.05.2024 19:20	19.63	84.3	19	87	18.9	86	-3	-2	1	сред	АМК-2 - АМК-3				-3	-3
31.05.2024 19:30	19.47	84.6	18.9	87	18.7	87	-2	-2	0	0.48	-3.0	7.0	0.813		± 5%	-3
01.06.2024 4:40	19.65	84.2	19.4	81	19.2	81	3	3	0					2030	-3	-3
01.06.2024 4:50	19.86	83.7	19.8	80	19.6	80	4	4	0					95.04	-3	-3
01.06.2024 5:00	20.19	82.8	20.1	79	19.9	78	4	5	1						-3	-3
01.06.2024 5:10	20.58	80.1	20.5	76	20.4	76	4	4	0						-3	-3
01.06.2024 5:20	21.05	77.4	21.1	73	21.1	72	4	5	1						-3	-3
01.06.2024 5:30	21.44	74.8	21.6	70	21.6	70	5	5	0						-3	-3
01.06.2024 5:40	21.94	71.8	21.9	69	21.9	68	3	4	1						-3	-3
01.06.2024 5:50	22.17	71.8	22	69	22	69	3	3	0						-2	-2
01.06.2024 6:00	22.29	71.2	22.2	68	22.2	69	3	2	-1						-2	-2
01.06.2024 6:10	22.43	71.6	22.5	68	22.5	67	4	5	1						-2	-2
01.06.2024 6:20	22.78	70.6	22.7	66	22.7	66	5	5	0						-2	-2
01.06.2024 6:30	23.07	69.7	23.1	66	23	66	4	4	0						-2	-2
01.06.2024 6:40	23.35	67.6	23.2	65	23.2	65	3	3	0						-2	-2
01.06.2024 6:50	23.38	65.2	23.3	64	23.3	63	1	2	-1						-2	-2
01.06.2024 7:00	23.58	68.2	23.7	65	23.7	64	3	4	1						-2	-2
01.06.2024 7:10	23.74	66.2	23.7	64	23.8	63	2	3	1						-2	-2
01.06.2024 7:20	23.78	64.2	23.5	62	23.6	62	2	2	0						-2	-2
01.06.2024 7:30	23.52	67.9	23.2	67	23.2	66	1	2	1						-2	-2
01.06.2024 7:40	23.17	69.8	22.7	68	22.7	68	2	2	0						-2	-2
01.06.2024 7:50	23.14	68.1	22.8	66	22.7	65	2	3	1						-2	-2
01.06.2024 8:00	22.72	70.1	22.1	69	22.1	69	1	1	0						-2	-2
01.06.2024 8:10	22.28	72.2	21.9	71	21.9	70	1	2	1						-2	-2
01.06.2024 8:20	22.03	73.1	21.7	71	21.7	71	2	2	0						-2	-2

Рисунок 2.17 — Расчеты, основанные на данных, полученных во время солнечной активности по влажности

Дата	АМК-2		АМК-3		Δ t	г - АМК-2	Δ t	г - АМК-3	АМК-2 - АМК-3	Δ t, г - АМК-2				10 мин	Δ t	г - АМК-3
	Температура	Влажность	температура	влажность						температура	влажность	сред	мин			
31.05.2024 19:40	19.4	84.3	18.9	85	18.6	86	-1	-2	-1	2.58	-5.2	14.1	2.481	2168	-8	-8
31.05.2024 19:50	19.35	82.6	18.9	83	18.7	84	0	-1	-1					15.1	-7	-7
31.05.2024 20:00	19.19	82.1	18.7	82	18.6	82	0	0	0						-6	-6
31.05.2024 20:10	18.99	82.9	18.5	84	18.4	84	-1	-1	0	сред	Δ t	г - АМК-3			-4	-4
31.05.2024 20:20	18.73	84.6	18.2	85	18.1	85	0	0	0	4.50	-7.6	14.1	2.654		± 2%	-3
31.05.2024 20:30	18.48	85.9	17.9	87	17.8	86	-1	0	1					484	-3	-3
31.05.2024 20:40	18.21	86.1	17.6	87	17.5	86	-1	0	1					22.32	-3	-3
31.05.2024 20:50	17.92	87.9	17.3	89	17.2	87	-1	1	2	сред	АМК-2 - АМК-3				-3	-3
31.05.2024 21:00	17.55	89.9	17	92	16.9	88	-2	2	4	1.92	-5.0	9.0	1.938		± 5%	-3
31.05.2024 21:10	17.25	91.3	16.7	94	16.6	90	-3	1	4					1385	-2	-2
31.05.2024 21:20	17.1	91	16.6	93	16.4	91	-2	0	2					63.88	-2	-2
31.05.2024 21:30	17.01	91	16.4	93	16.3	90	-2	1	3						-2	-2
31.05.2024 21:40	16.86	92.1	16.3	94	16.2	91	-2	1	3						-2	-2
31.05.2024 21:50	16.69	92.9	16.2	94	16.1	91	-1	2	3						-2	-2
31.05.2024 22:00	16.6	93	16.2	94	16	91	-1	2	3						-2	-2
31.05.2024 22:10	16.53	93	16.1	94	16	91	-1	2	3						-2	-2
31.05.2024 22:20	16.49	93.2	16.1	94	16	91	-1	2	3						-2	-2
31.05.2024 22:30	16.34	94	15.9	95	15.8	91	-1	3	4						-2	-2
31.05.2024 22:40	16.22	94.8	15.8	96	15.7	92	-1	3	4						-2	-2
31.05.2024 22:50	16.1	95.3	15.7	96	15.6	92	-1	3	4						-2	-2
31.05.2024 23:00	16.03	96	15.6	97	15.5	93	-1	3	4						-2	-2
31.05.2024 23:10	15.95	96.6	15.5	98	15.4	93	-1	4	5						-2	-2
31.05.2024 23:20	15.85	97.3	15.4	98	15.4	93	-1	4	5						-2	-2
31.05.2024 23:30	15.77	98	15.3	99	15.3	94	-1	4	5						-2	-2
31.05.2024 23:40	15.64	98.8	15.2	99	15.2	94	0	5	5						-2	-2
31.05.2024 23:50	15.5	99	15.1	100	15	95	-1	4	5						-1	-1
01.06.2024 0:00	15.5	99	15.2	100	15.1	95	-1	4	5						-1	-1
01.06.2024 0:10	15.55	99	15.2	100	15.1	95	-1	4	5						-1	-1
01.06.2024 0:20	15.6	99	15.1	100	15	96	-1	3	4						-1	-1
01.06.2024 0:30	15.51	99	15	100	14.9	96	-1	3	4						-1	-1
01.06.2024 0:40	15.5	99	15	100	14.9	96	-1	3	4						-1	-1
01.06.2024 0:50	15.5	99	15	100	14.9	96	-1	3	4						-1	-1

Рисунок 2.18 — Расчеты, основанные на данных, полученных ночью и в пасмурную погоду по влажности

Исходя из расчетов и построенных графиков, можно сделать выводы о качестве экспериментального датчика. Данный сформированный вывод (рис. 2.19) отправляется производителю.

Выводы:

Натурные испытания датчика _____ проводились на полигоне ВМО Воейково (ГТО) с 23 сентября по 23 октября 2023 г. в температурном диапазоне от -3,5 до +24,4 °С. Архив синхронных измерений включает в себя 4226 10-минутных значений температуры воздуха. Для анализа сопоставимости значений температуры воздуха, полученных по

датчику _____, использовались значения температуры, полученные по датчикам HMP155 (зав. № S3840672 и зав. № 0520526) в радиационной защите DTR13.

Средние отклонения ΔT ($\Delta T = T_{\text{ин}} - T_{\text{HMP155}}$) 10-минутных значений составляют 0,1 °С при $\sigma = \pm 0,2$ °С. В диапазоне отклонений $\pm 0,2$ °С для датчика _____ находится **82,6% данных измерений.**

Минимальная суточная температура в среднем систематически выше на 0,2 °С по сравнению со сетевыми СИ при разбросе расхождений от -0,0 до 0,6 °С. Максимальная суточная температура в среднем совпадает со значениями датчика T_{HMP155} (расхождение 0,0 °С) при разбросе расхождений от -0,6 до 0,4 °С.

Наибольшая повторяемость имеет диапазон расхождений -0,1...0,1 °С.

При наличии солнечного сияния для _____ 100 % 10-минутных значений расхождений находятся в диапазоне $\pm 1,0$ °С, в то время как в этот же диапазон для той же выборки попадает 100 % отклонений между двумя датчиками HMP155 в радиационной защите DTR13. При отсутствии солнечного сияния для _____ 95,1% 10-минутных значений расхождений находятся в диапазоне $\pm 0,4$ °С, в то время как в этот же диапазон для той же выборки попадает 100 % отклонений между двумя датчиками HMP155 в радиационной защите DTR13.

По результатам проведенной серии испытаний температура воздуха, измеряемая датчиком _____, будет относительно сопоставима с данными сетевых СИ независимо от наличия или отсутствия солнечного сияния. Рекомендуется продолжить испытания датчика при других погодных условиях.

Рисунок 2.19 — Пример вывода

сохраняются данные, в которых отсутствовали показания с датчика при наличии показаний наблюдателя.

Данный сформированный архив необходимо отсортировать по температуре для дальнейшего разделения на твердые и жидкие/смешанные осадки (рис. 2.21).

Дата	Pluvio в 2-ой защите	O-1 изм	O-1 смач	O-1 кор	Усп, м/с	Тсп, С	Δ (PI-O1изм)	Δ (PI-O1смач)	Δ (PI-O1кор)	сумма	436.5	469.0	519.5	565.4	-0.06930	-0.15977	-0.22798
08.01.2023 15:00	0	0	0	0.2	1	-31.2	0	0	-0.2	среднее							
07.01.2023 15:00	0.2	0.3	0.4	0.7	3	-29.85	-0.1	-0.2	-0.5	макс					1.3	0.9	1.0
27.11.2023 15:00	0	0	0	0.1	0	-28.9	0	0	-0.1	мин					-9.6	-9.8	-9.9
21.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-26.85	0	0	-0.1								
22.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1	-23.55	-0.1	-0.2	-0.3								
02.03.2023 15:00	0	0.7	0.8	1	2	-21.4	-0.7	-0.8	-1								
26.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1.5	-20.9	-0.1	-0.2	-0.3								
05.01.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	2.4	5	-20.55	-1.2	-1.4	-2.2								
26.11.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.2	1	-20.3	0.1	0	0								
06.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-19.55	0	0	-0.1								
01.03.2023 15:00	0	0	0	0.1	2.5	-19.45	0	0	-0.1								
06.01.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.5	2	-19.1	0	-0.1	-0.2								
13.12.2023 15:00	0.6	0.5	0.6	0.7	2	-19.1	0.1	0	-0.1								
04.01.2023 15:00	0.9	1.6	1.8	2.3	4	-18.6	-0.7	-0.9	-1.4								
04.12.2023 15:00	0	0.6	0.8	0.9	3	-18.5	-0.6	-0.8	-0.9								
22.11.2023 15:00	0	0.2	0.4	0.4	1	-18.3	-0.2	-0.4	-0.4								
06.03.2023 15:00	0	0.2	0.3	0.4	2	-18.15	-0.2	-0.3	-0.4								
29.12.2023 15:00	0	0.3	0.4	0.5	3	-18	-0.3	-0.4	-0.5								
11.12.2023 15:00	0	0	0	0.2	4.5	-17.85	0	0	-0.2								
25.02.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	1.6	1.5	-17.35	-1.2	-1.4	-1.4								
23.11.2023 15:00	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	-15.7	-0.1	-0.2	-0.2								
17.11.2023 15:00	2.5	2.5	2.6	2.7	0	-15.5	0	-0.1	-0.2								
09.01.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.7	3.5	-15.4	0	-0.1	-0.4								
22.12.2023 15:00	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	-15.2	-0.1	-0.2	-0.2								
12.12.2023 15:00	0.1	0.3	0.5	0.8	2.5	-14.85	-0.2	-0.4	-0.7								
25.03.2023 15:00	0.1	0.2	0.3	0.4	3	-14.75	-0.1	-0.2	-0.3								
04.03.2023 15:00	0	0.7	0.9	1	1.5	-14.5	-0.7	-0.9	-1								
23.12.2023 15:00	0	0	0	0.1	2	-14.05	0	0	-0.1								
11.01.2023 15:00	0.6	1	1.1	1.3	3.5	-14	-0.4	-0.5	-0.7								
28.03.2023 15:00	0	0	0	0.2	2	-13.85	0	0	-0.2								
03.03.2023 15:00	0.3	0.7	0.9	1	1.5	-13.75	-0.4	-0.6	-0.7								
03.12.2023 15:00	0.5	0.7	0.9	1	2	-13.65	-0.2	-0.4	-0.5								

Рисунок 2.21 — Отсортированный архив по температуре

Далее исходный архив осадков сортируется по ветру для того, чтобы исключить влияние другого атмосферного явления (рис. 2.21).

Дата	Рливіо в 2-ой защите	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Всп, м/с	Тсп, С	Δ (Р1-О1изм)	Δ (Р1-О1смач)	Δ (Р1-О1кор)	сумма	436.5	469.0	519.5	565.4	-0.06930	-0.15977	-0.22798
17.11.2023 15:00	2.5	2.5	2.6	2.7	0	-15.5	0	-0.1	-0.2	среднее					-0.127	-0.324	-0.504
27.11.2023 15:00	0	0	0	0.1	0	-28.9	0	0	-0.1	макс					1.3	0.9	1.0
03.04.2023 15:00	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	-9.6	0.1	0	0	мин					-9.6	-9.8	-9.9
16.07.2023 15:00	0	0	0.1	0.3	0.5	18.3	0	-0.1	-0.3								
24.07.2023 15:00	3.3	3.2	3.4	3.4	0.5	16.45	0.1	-0.1	-0.1								
20.11.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	-10.7	0	-0.1	-0.1								
23.11.2023 15:00	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	-15.7	-0.1	-0.2	-0.2								
01.12.2023 15:00	0.7	0.7	0.8	0.1	0.5	-8.2	0	-0.1	0.6								
22.12.2023 15:00	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	-15.2	-0.1	-0.2	-0.2								
08.01.2023 15:00	0	0	0	0.2	1	-31.2	0	0	-0.2								
06.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-19.55	0	0	-0.1								
21.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-26.85	0	0	-0.1								
22.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1	-23.55	-0.1	-0.2	-0.3								
25.07.2023 15:00	0.6	0.5	0.7	0.7	1	17.2	0.1	-0.1	-0.1								
26.07.2023 15:00	2.1	1.8	2	1.9	1	19.7	0.3	0.1	0.2								
27.07.2023 15:00	0	0	0.1	0.2	1	19.45	0	-0.1	-0.2								
16.08.2023 15:00	2.1	1.8	2	2	1	18.45	0.3	0.1	0.1								
14.10.2023 15:00	1	0.9	1.3	1.1	1	1.1	0.1	-0.3	-0.1								
26.10.2023 15:00	0.4	0.2	0.4	0.2	1	-4	0.2	0	0.2								
15.11.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.2	1	-7.35	0.1	0	0								
22.11.2023 15:00	0	0.2	0.4	0.4	1	-18.3	-0.2	-0.4	-0.4								
26.11.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.2	1	-20.3	0.1	0	0								
04.02.2023 15:00	0.3	0.5	0.7	0.6	1.5	-6.2	-0.2	-0.4	-0.3								
25.02.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	1.6	1.5	-17.35	-1.2	-1.4	-1.4								
26.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1.5	-20.9	-0.1	-0.2	-0.3								
03.03.2023 15:00	0.3	0.7	0.9	1	1.5	-13.75	-0.4	-0.6	-0.7								
04.03.2023 15:00	0	0.7	0.9	1	1.5	-14.5	-0.7	-0.9	-1								
05.03.2023 15:00	1.3	1.4	1.6	1.6	1.5	-7.9	-0.1	-0.3	-0.3								
06.04.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.5	1.5	-12.3	-0.1	-0.2	-0.5								
17.04.2023 15:00	0	0	0	0.2	1.5	-3.1	0	0	-0.2								
01.06.2023 15:00	5.2	4.9	5.3	5.4	1.5	12.2	0.3	-0.1	-0.2								
24.06.2023 15:00	0.2	0	0.2	0.4	1.5	10.1	0.2	0	-0.2								
29.06.2023 15:00	0	0	0	0.2	1.5	11.8	0	0	-0.2								
13.08.2023 15:00	5.7	5.5	5.7	5.7	1.5	19.25	0.2	0	0								
17.08.2023 15:00	0.3	0.2	0.4	0.4	1.5	18.35	0.1	-0.1	-0.1								
21.08.2023 15:00	4.1	3.9	4.3	4.2	1.5	8.1	0.2	-0.2	-0.1								

Рисунок 2.21 — Отсортированная таблица по ветру

Сформированный архив твердых осадков необходимо отсортировать по ветру и удалить те значения, которые меньше 0,2 мм по измеренному наблюдателем (рис. 2.22, 2.23).

Дата	Рливіо в 2-ой защите	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Всп, м/с	Тсп, С	Δ (Р1-О1изм)	Δ (Р1-О1смач)	Δ (Р1-О1кор)	сумма	87.1	111.7	127.2	154.0	-0.22023	-0.31525	-0.43442
08.01.2023 15:00	0	0	0	0.2	1	-31.2	0	0	-0.2	среднее					-0.210	-0.343	-0.572
07.01.2023 15:00	0.2	0.3	0.4	0.7	3	-29.85	-0.1	-0.2	-0.5	макс					0.4	0.2	0.6
27.11.2023 15:00	0	0	0	0.1	0	-28.9	0	0	-0.1	мин					-2.8	-3.1	-4.3
21.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-26.85	0	0	-0.1								
22.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1	-23.55	-0.1	-0.2	-0.3								
02.03.2023 15:00	0	0.7	0.8	1	2	-21.4	-0.7	-0.8	-1								
26.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	1.5	-20.9	-0.1	-0.2	-0.3								
05.01.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	2.4	5	-20.55	-1.2	-1.4	-2.2								
26.11.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.2	1	-20.3	0.1	0	0								
06.02.2023 15:00	0	0	0	0.1	1	-19.55	0	0	-0.1								
01.03.2023 15:00	0	0	0	0.1	2.5	-19.45	0	0	-0.1								
06.01.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.5	2	-19.1	0	-0.1	-0.2								
13.12.2023 15:00	0.6	0.5	0.6	0.7	2	-19.1	0.1	0	-0.1								
04.01.2023 15:00	0.9	1.6	1.8	2.3	4	-18.6	-0.7	-0.9	-1.4								
04.12.2023 15:00	0	0.6	0.8	0.9	3	-18.5	-0.6	-0.8	-0.9								
22.11.2023 15:00	0	0.2	0.4	0.4	1	-18.3	-0.2	-0.4	-0.4								
06.03.2023 15:00	0	0.2	0.3	0.4	2	-18.15	-0.2	-0.3	-0.4								
29.12.2023 15:00	0	0.3	0.4	0.5	3	-18	-0.3	-0.4	-0.5								
11.12.2023 15:00	0	0	0	0.2	4.5	-17.85	0	0	-0.2								
25.02.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	1.6	1.5	-17.35	-1.2	-1.4	-1.4								
23.11.2023 15:00	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	-15.7	-0.1	-0.2	-0.2								
17.11.2023 15:00	2.5	2.5	2.6	2.7	0	-15.5	0	-0.1	-0.2								
09.01.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.7	3.5	-15.4	0	-0.1	-0.4								
22.12.2023 15:00	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	-15.2	-0.1	-0.2	-0.2								
12.12.2023 15:00	0.1	0.3	0.5	0.8	2.5	-14.85	-0.2	-0.4	-0.7								
25.03.2023 15:00	0.1	0.2	0.3	0.4	3	-14.75	-0.1	-0.2	-0.3								
04.03.2023 15:00	0	0.7	0.9	1	1.5	-14.5	-0.7	-0.9	-1								
23.12.2023 15:00	0	0	0	0.1	2	-14.05	0	0	-0.1								
11.01.2023 15:00	0.6	1	1.1	1.3	3.5	-14	-0.4	-0.5	-0.7								
28.03.2023 15:00	0	0	0	0.2	2	-13.85	0	0	-0.2								
03.03.2023 15:00	0.3	0.7	0.9	1	1.5	-13.75	-0.4	-0.6	-0.7								
03.12.2023 15:00	0.5	0.7	0.9	1	2	-13.65	-0.2	-0.4	-0.5								
14.12.2023 15:00	1	1.1	1.3	1.5	2.5	-13.15	-0.1	-0.3	-0.5								
17.12.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.5	4.5	-13.1	0.1	0	-0.3								
30.12.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	4.5	-13.05	-0.1	-0.2	-0.3								
06.04.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.5	1.5	-12.3	-0.1	-0.2	-0.5								

Рисунок 2.22 — Таблица твердых осадков

Дата	Рнвю в 2-ой защите	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Уср, м/с	Тср, С	Δ (Р1-О1изм)	Δ (Р1-О1смач)	Δ (Р1-О1кор)	сумма	84.6	108.8	121.6	144.7		-0.22243	-0.30428	-0.41534
17.11.2023 15:00	2.5	2.5	2.6	2.7	0	-15.5	0	-0.1	-0.2	среднее						-0.323	-0.493	-0.801
22.12.2023 15:00	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	-15.2	-0.1	-0.2	-0.2	макс						0.4	0.2	0.6
20.11.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	-10.7	0	-0.1	-0.1	мин						-2.8	-3.1	-4.3
03.04.2023 15:00	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	-9.6	0.1	0	0									
01.12.2023 15:00	0.7	0.7	0.8	0.1	0.5	-8.2	0	-0.1	0.6									
25.02.2023 15:00	0.2	1.4	1.6	1.6	1.5	-17.35	-1.2	-1.4	-1.4									
04.03.2023 15:00	0	0.7	0.9	1	1.5	-14.5	-0.7	-0.9	-1									
03.03.2023 15:00	0.3	0.7	0.9	1	1.5	-13.75	-0.4	-0.6	-0.7									
30.11.2023 15:00	3.3	3.1	3.3	3.5	1.5	-10.55	0.2	0	-0.2									
18.11.2023 15:00	1	1.2	1.4	1.4	1.5	-8.2	-0.2	-0.4	-0.4									
05.03.2023 15:00	1.3	1.4	1.6	1.6	1.5	-7.9	-0.1	-0.3	-0.3									
04.02.2023 15:00	0.3	0.5	0.7	0.6	1.5	-6.2	-0.2	-0.4	-0.3									
12.11.2023 15:00	0.7	0.3	0.7	0.1	1.5	-5.4	0.4	0	0.6									
02.03.2023 15:00	0	0.7	0.8	1	2	-21.4	-0.7	-0.8	-1									
06.01.2023 15:00	0.3	0.3	0.4	0.5	2	-19.1	0	-0.1	-0.2									
13.12.2023 15:00	0.6	0.5	0.6	0.7	2	-19.1	0.1	0	-0.1									
03.12.2023 15:00	0.5	0.7	0.9	1	2	-13.65	-0.2	-0.4	-0.5									
05.02.2023 15:00	0.5	0.9	1.1	1.1	2	-7.7	-0.4	-0.6	-0.6									
17.03.2023 15:00	0.7	0.7	0.8	1.1	2	-7.25	0	-0.1	-0.4									
19.11.2023 15:00	4.4	4.2	4.3	4.2	2	-6.95	0.2	0.1	0.2									
12.12.2023 15:00	0.1	0.3	0.5	0.8	2.5	-14.85	-0.2	-0.4	-0.7									
14.12.2023 15:00	1	1.1	1.3	1.5	2.5	-13.15	-0.1	-0.3	-0.5									
23.02.2023 15:00	1.1	1	1.2	1.4	2.5	-10.4	0.1	-0.1	-0.3									
24.02.2023 15:00	3	3.2	3.4	3.8	2.5	-9.2	-0.2	-0.4	-0.8									
14.02.2023 15:00	2.5	3.9	4.1	4.9	2.5	-9.1	-1.4	-1.6	-2.4									
02.12.2023 15:00	3.8	3.5	3.7	3.9	2.5	-6.95	0.3	0.1	-0.1									
28.01.2023 15:00	0.7	1.6	1.7	1.9	2.5	-6.5	-0.9	-1	-1.2									
20.12.2023 15:00	1.7	1.4	1.5	1.6	2.5	-5.85	0.3	0.2	0.1									
24.10.2023 15:00	0.4	0.8	1	0.7	2.5	-4.7	-0.4	-0.6	-0.3									
07.01.2023 15:00	0.2	0.3	0.4	0.7	3	-29.85	-0.1	-0.2	-0.5									
04.12.2023 15:00	0	0.6	0.8	0.9	3	-18.5	-0.6	-0.8	-0.9									
29.12.2023 15:00	0	0.3	0.4	0.5	3	-18	-0.3	-0.4	-0.5									
24.11.2023 15:00	0.5	0.4	0.5	0.5	3	-11.5	0.1	0	0									
10.03.2023 15:00	0.4	0.9	1	1.3	3	-10.2	-0.5	-0.6	-0.9									
02.11.2023 15:00	0.7	0.8	0.9	1.1	3	-7.6	-0.1	-0.2	-0.4									
14.11.2023 15:00	1.2	1.1	1.3	1.5	3	-7	0.1	-0.1	-0.3									

Рисунок 2.23 — Таблица твердых осадков (отсортированная)

Аналогично с предыдущим — сформированный архив жидких/смешанных осадков необходимо отсортировать по ветру и удалить те значения, которые меньше 0,2 мм по измеренному наблюдателем (рис. 2.24, 2.25).

Дата	Рнвю в 2-ой защите	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Уср, м/с	Тср, С	Δ (Р1-О1изм)	Δ (Р1-О1смач)	Δ (Р1-О1кор)	сумма	349.4	357.3	392.3	411.4		-0.02211	-0.10936	-0.15070
12.10.2023 15:00	1.8	2	2.2	2.9	4.5	-1.75	-0.2	-0.4	-1.1	среднее						-0.057	-0.309	-0.446
15.01.2023 15:00	4.4	5.9	6.1	6.8	3.5	-1.65	-1.5	-1.7	-2.4	макс						1.3	0.9	1.0
01.02.2023 15:00	0.6	0.8	1	1.3	4.5	-1.65	-0.2	-0.4	-0.7	мин						-9.6	-9.8	-9.9
27.04.2023 15:00	0	0	0	0.2	5	-1.6	0	0	-0.2									
21.10.2023 15:00	6.5	8.6	9	10.7	4	-1.2	-2.1	-2.5	-4.2									
09.04.2023 15:00	0.7	0.3	0.7	0.4	5	-1.1	0.4	0	0.3									
11.10.2023 15:00	0	0	0	0.1	1.5	-0.85	0	0	-0.1									
22.10.2023 15:00	3.2	2.8	3.1	3.4	4.5	-0.8	0.4	0.1	-0.2									
09.02.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.4	7	-0.75	-0.1	-0.2	-0.4									
31.03.2023 15:00	2.8	3.5	3.7	4.4	4	-0.7	-0.7	-0.9	-1.6									
10.02.2023 15:00	0.1	0.7	1.1	1.1	4.5	-0.6	-0.6	-1	-1									
15.04.2023 15:00	0.2	0.1	0.2	0.4	3	-0.6	0.1	0	-0.2									
20.01.2023 15:00	0.1	0.1	0.3	0.3	5.5	-0.55	0	-0.2	-0.2									
05.05.2023 15:00	0	0	0	0.4	5.5	-0.55	0	0	-0.4									
20.10.2023 15:00	2.9	3	3.4	3.5	4	-0.55	-0.1	-0.5	-0.6									
09.11.2023 15:00	2.2	1.8	2.2	1.7	1.5	-0.45	0.4	0	0.5									
08.02.2023 15:00	1.2	1.3	1.5	1.7	6.5	-0.4	-0.1	-0.3	-0.5									
16.01.2023 15:00	0	0.1	0.2	0.3	4.5	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3									
22.04.2023 15:00	1	1.4	1.8	1.4	2.5	-0.2	-0.4	-0.8	-0.4									
29.09.2023 15:00	0	0	0	0.1	2.5	-0.1	0	0	-0.1									
07.11.2023 15:00	0.6	0.6	0.8	0.8	2	-0.1	0	0	-0.2									
13.03.2023 15:00	2.1	2.4	2.8	3.1	5	-0.05	-0.3	-0.7	-1									
18.10.2023 15:00	7.7	10.1	10.5	14.9	6.5	-0.05	-2.4	-2.8	-7.2									
15.03.2023 15:00	0	0	0	0.2	4.5	0.15	0	0	-0.2									
08.10.2023 15:00	0.1	0.1	0.3	0.3	2	0.4	0	0	-0.2									
21.04.2023 15:00	0	0.5	0.9	0.6	2	0.55	-0.5	-0.9	-0.6									
16.03.2023 15:00	0.3	0	0.1	0.5	5	0.75	0.3	0.2	-0.2									
11.04.2023 15:00	2	1.3	1.7	1.4	3.5	0.75	0.7	0.3	0.6									
10.05.2023 15:00	0.1	0	0.1	0.1	3.5	0.75	0.1	0	0									
08.11.2023 15:00	6.6	6.1	6.5	6.3	1.5	0.9	0.5	0.1	0.3									
15.10.2023 15:00	2.4	3	3.4	3.4	3	0.95	-0.6	-1	-1									
19.10.2023 15:00	1.7	1.4	1.7	1.5	5.5	0.95	0.3	0	0.2									
20.04.2023 15:00	1.4	1.5	1.9	1.9	4	1	-0.1	-0.5	-0.5									
13.10.2023 15:00	2.9	3.2	3.6	3.5	2.5	1.1	-0.3	-0.7	-0.6									
14.10.2023 15:00	1	0.9	1.3	1.1	1	1.1	0.1	-0.3	-0.1									

Рисунок 2.24 — Таблица жидких и смешанных осадков

Из предыдущей сводной таблицы берутся значения, которые суммируются и записываются в сводную таблицу за год (рис. 2.27).

УГМС	Станция	широта	долгота	Период		Число дней с		$\sum P$, мм	$\sum O$ -изм, мм	$\sum O$ - 1смач,	$\sum O$ -1кор, мм	Недоуче т по O-	Диапазон t, °C		Ср. ветер
				от	до	0.0	0.1						от	до	
Дальневосточное	Гвасюги	47.7	136.2	01.11.2022	30.10.2023	163	150	707.3	723.9	758.1	773.5	-8.5585	-44.9	31.2	5
Дальневосточное	Елабуга	48.8	135.9	01.09.2022	30.09.2023	148	132	552	640.7	670.4	698.8	-21.0074	-37.7	29.5	9
Дальневосточное	Ленинское	48	132.6	01.07.2022	30.09.2023	169	148	768.1	821.2	854.7	888.8	-13.5801	-37.7	30.6	9
Дальневосточное	Комсомольск на Амуре	51	137.0	01.08.2022	30.06.2023	132	117	486.6	528.4	553.5	602.5	-19.2365	-43	29.3	10
Дальневосточное	Хабаровск	48.5	135.1	01.08.2022	30.09.2023	194	150	899.6	962	997.1	1035	-13.0821	-35.9	29.5	8

Рисунок 2.27 — Сводная таблица за год

Исходя из всего вышеприведенного важно отметить, что довольно простые действия занимают огромное количество времени. Фактор большого объёма данных влияет на эффективность и качество работы. Также при тестировании появляется возможность упустить важные детали как при сборке архивов, так и при его анализе.

Подытожив, рекомендуется рассмотреть другой метод тестирования, который использует разработанную программу, способную решать эти задачи без участия пользователя. В данной исследовательской работе демонстрируется программа, которая эффективно решает вышеперечисленные трудности.

3 Метеорологическая программа на языке Python

3.1. Программный код

Для автоматизации сбора готовых данных с датчиков, таких как температуры, влажности, солнечной активности, скорости и направления ветра, давления и др., предоставляемые в разном формате, и последующей их обработки было реализовано приложение с графическим пользовательским интерфейсом. Программный код для этого приложения был написан на популярном, универсальном, современном и высокоуровневом языке программирования – «Python» версии 3.13. Визуальный интерфейс взаимодействия пользователя с программой был реализован с помощью «Qt Designer» – кроссплатформенной среды разработки настольных интерфейсов (GUI) (рис. 3.1) и «PySide6» – библиотеки для «Python».

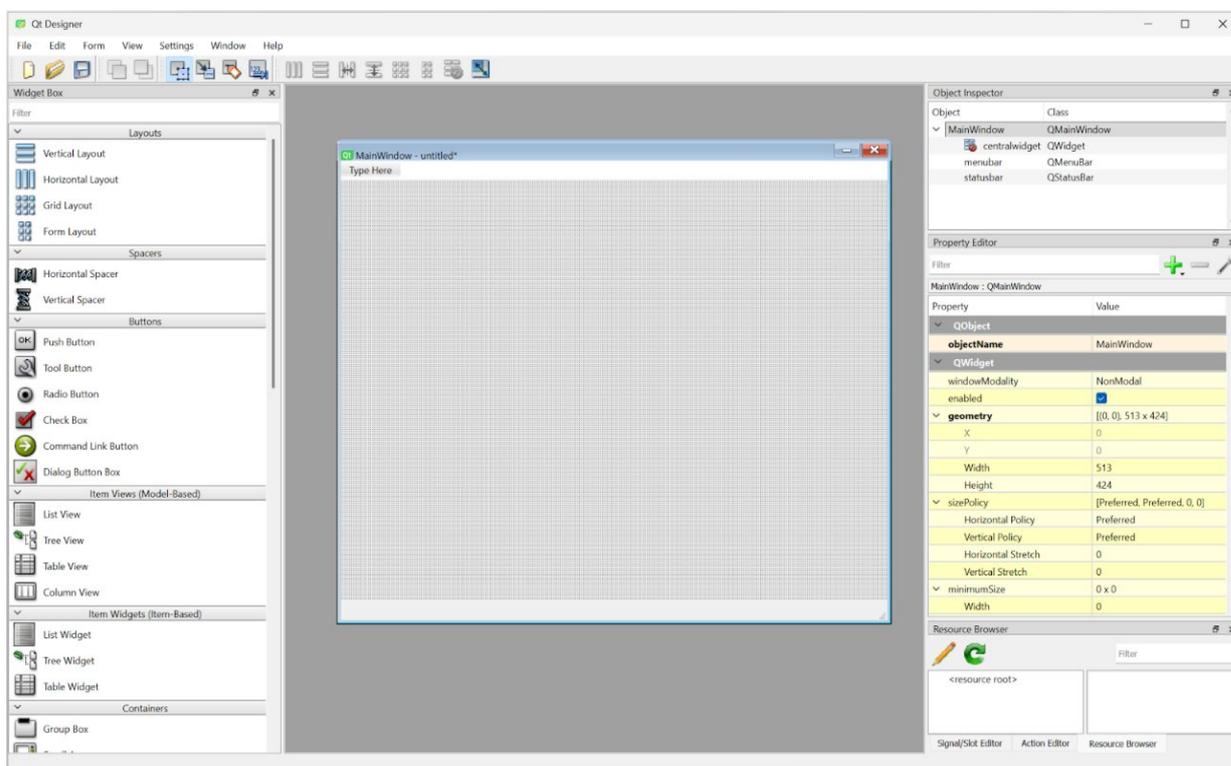


Рисунок 3.1 — Рабочая среда приложения Qt Designer

В качестве основной библиотеки, использованной в программе для обработки и анализа данных, представленных в табличном формате со столбцами с разными типами, например, как в электронной таблице Excel, была выбрана библиотека «Pandas». Она упрощает взаимодействие с информацией, позволяя осуществлять импорт и экспорт данных разных форматов, фильтрацию, объединение, суммирование, преобразование одного в другой тип данных и многое другое. В дополнении к этому была использована библиотека «NumPy» для наиболее эффективной работы с числами разного типа и одномерными массивами.

Ниже приведены некоторые фрагменты из программного кода.

Просмотр содержимых файлов указанной директории в отсортированном порядке:

```
for root, dirs, files in sorted(os.walk(input_folder_path)):
    for file in files:
```

Считывание программой таблиц форматов .csv и .xlsx:

```
df_source = pd.read_excel(input_file_name_path)
df_source = pd.read_csv(input_file_name_path, sep=';',
                        encoding='cp1251')
```

Считывание программой данных из текстового документа датчика температуры:

```
list_date_time_TEMP = []
list_date_TEMP = []
list_time_TEMP = []
list_temp_TEMP = []
count_line_TEMP = 0
with open(path, 'r') as f:
    for line in f:
        line = line.replace('\n', '')
        if count_line_TEMP == 0:
            list_date_TEMP.append(line[0:10])
        if count_line_TEMP > 1:
            list_date_time_TEMP.append(list_date_TEMP[0] + '' + line[0:8])
            list_time_TEMP.append(line[0:8])
            list_temp_TEMP.append(line[12:17])
```

```
count_line_TEMP += 1
```

Преобразование столбца «Дата-время» в желаемый формат даты и времени (дд.мм.гггг чч.мм) или (гггг-мм-дд чч-мм-сс):

```
df['Дата-время'] = df['Дата-время'].dt.strftime('%d.%m.%Y %H:%M')
df['Дата-время'] = df['Дата_время'].dt.strftime('%Y-%m-%d
%H-%M-%S')
```

Фильтрация данных по температуре и влажности (удаление пропусков и выбросов по влажности):

```
df_nan = df.loc[df['Темп_возд'].astype(str).str.contains('/')
| df['Темп_возд'].astype(str).str.contains('nan')
| df['Влаж_возд'].astype(str).str.contains('/') |
df['Влаж_возд'].astype(str).str.contains('nan') ]
df = df[ ~df.isin(df_nan) ].dropna()
df_overhum = df.loc[ df['Влаж_возд'] > 100 ]
df_nan_overhum = pd.concat([df_nan, df_overhum], axis=0)
df = df[ ~df.isin(df_overhum) ].dropna()
```

Усреднение данных по температуре и влажности за 10 мин в одну строчку:

```
df_out_temphum =
df_in_temphum.groupby([df_in_temphum['Дата_время'].dt.ceil(freq='10min')][['Темп_возд','Влаж_возд']].count().reset_index()
```

Расчет среднего, минимального, максимального и среднего квадратического отклонения по столбцу разницы температур испытуемого и эталонного датчиков с округлением итоговых значений до сотых:

```
df.loc[0, 'Δ (sensor_name_1 - sensor_name_2) сред'] = round(df['Δ (sensor_name_1 -
sensor_name_2)'].mean(), 2)
df.loc[0, 'Δ (sensor_name_1 - sensor_name_2) мин'] = round(df['Δ (sensor_name_1 -
sensor_name_2)'].min(), 2)
df.loc[0, 'Δ (sensor_name_1 - sensor_name_2) макс'] = round(df['Δ (sensor_name_1 -
sensor_name_2)'].max(), 2)
df.loc[0, 'Δ (sensor_name_1 - sensor_name_2) ско'] = round(df['Δ (sensor_name_1 -
sensor_name_2)'].std(), 2)
```

Сохранение данных в таблицу формата .csv и .xlsx:

```
df_out_temphum.to_csv(out_folder_path + out_file_name + '.csv',  
decimal=',', sep=';', index=False, encoding='cp1251', na_rep='')  
df_out_temphum.to_excel(out_folder_path + out_file_name + '.xlsx',  
index=False)
```

3.2 Описание приложения

Первой вкладкой созданного приложения является «АРХИВ», на которой можно формировать архивы – объединенные данные с нескольких датчиков. На рисунке 3.2 представлено формирование «чистого» и «грязного» 10-минутных архивов температуры и влажности на основе испытуемого, эталонного и резервного датчиков температуры и влажности. В «чистый», другими словами – отфильтрованный, архив не сохраняются пропущенные данные (пустые ячейки и ячейки с символом «/») или выбросы (значения относительной влажности воздуха, большие 100 %).

The screenshot shows a software window titled "Метеорологические расчеты" (Meteorological calculations). The interface has a menu bar with "АРХИВ" (Archive), "РАСЧЕТ" (Calculation), "ПРОЧЕЕ" (Other), and "ЖУРНАЛ" (Journal). Below the menu bar, there are sub-tabs: "ТЕМП И ВЛАЖНОСТЬ" (Temp and Humidity), "СОЛНЕЧН И ОБЛАЧН" (Sunny and Cloudy), "ОСАДКИ" (Precipitation), and "ВЕТЕР" (Wind). The "ТЕМП И ВЛАЖНОСТЬ" sub-tab is active. The main area contains several input fields and buttons:

- Three rows, each with a label "Выберите 10-минутный архив" (Select 10-minute archive) and a "ВЫБРАТЬ" (Select) button.
- A field "Выберите папку, в которую сохраняются архивы" (Select folder where archives are saved) with a "ВЫБРАТЬ" button.
- Three fields for sensor names: "Введите название испытуемого датчика" (Enter name of test sensor), "Введите название эталонного датчика" (Enter name of reference sensor), and "Введите название резервного датчика" (Enter name of backup sensor).
- A field "Введите название для чистого архива" (Enter name for clean archive) with a help icon.
- A checkbox "сохранить грязный архив в отдельный файл" (save dirty archive in separate file) and a field "Введите название для грязного архива" (Enter name for dirty archive).
- A large green "НАЧАТЬ ОБРАБОТКУ" (Start processing) button.

Рисунок 3.2 — Вкладка создания архива температуры и влажности

Результат работы данной вкладки можно наблюдать на рисунке 3.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Датчик_1			Датчик_2			Датчик_3		
2	Дата	Температура	Влажность	Дата	Температура	Влажность	Дата	Температура	Влажность
3	31.07.2024 18:10	17,76	87,7	31.07.2024 18:10	17,6	81	31.07.2024 18:10	17,5	81
4	31.07.2024 18:20	17,53	89,7	31.07.2024 18:20	17,4	82	31.07.2024 18:20	17,3	82
5	31.07.2024 18:30	17,41	91,2	31.07.2024 18:30	17,4	83	31.07.2024 18:30	17,4	82
6	31.07.2024 18:40	17,19	93,8	31.07.2024 18:40	17,1	86	31.07.2024 18:40	17	85
7	31.07.2024 18:50	16,92	95,8	31.07.2024 18:50	16,7	88	31.07.2024 18:50	16,6	87
8	31.07.2024 19:00	16,6	97,7	31.07.2024 19:00	16,5	91	31.07.2024 19:00	16,4	88
9	31.07.2024 19:10	16,37	98,9	31.07.2024 19:10	16,3	92	31.07.2024 19:10	16,2	89
10	31.07.2024 19:20	16,3	99	31.07.2024 19:20	16,3	92	31.07.2024 19:20	16,3	89
11	31.07.2024 19:30	16,16	99	31.07.2024 19:30	16,2	93	31.07.2024 19:30	16,1	89
12	31.07.2024 19:40	16	99	31.07.2024 19:40	15,9	95	31.07.2024 19:40	15,9	91
13	31.07.2024 19:50	15,81	99	31.07.2024 19:50	15,7	96	31.07.2024 19:50	15,7	91
14	31.07.2024 20:00	15,59	100	31.07.2024 20:00	15,3	98	31.07.2024 20:00	15,3	93
...									
186	31.08.2024 15:00	15,86	100	31.08.2024 15:00	15,7	100	31.08.2024 15:00	15,7	95
187	31.08.2024 15:10	15,8	100	31.08.2024 15:10	15,8	99	31.08.2024 15:10	15,8	93
188	31.08.2024 15:30	15,74	100	31.08.2024 15:30	15,6	100	31.08.2024 15:30	15,5	96
189	31.08.2024 15:40	15,7	100	31.08.2024 15:40	15,6	100	31.08.2024 15:40	15,5	97
190	31.08.2024 15:50	15,7	100	31.08.2024 15:50	15,6	100	31.08.2024 15:50	15,5	97
191	31.08.2024 16:00	15,7	100	31.08.2024 16:00	15,6	100	31.08.2024 16:00	15,6	98
192	31.08.2024 16:20	15,53	100	31.08.2024 16:20	15,4	100	31.08.2024 16:20	15,4	98
193	31.08.2024 16:30	15,44	100	31.08.2024 16:30	15,3	100	31.08.2024 16:30	15,3	98
194	31.08.2024 16:40	15,4	100	31.08.2024 16:40	15,3	100	31.08.2024 16:40	15,3	98
195	31.08.2024 16:50	15,45	100	31.08.2024 16:50	15,4	100	31.08.2024 16:50	15,4	98
196	31.08.2024 17:00	15,51	100	31.08.2024 17:00	15,5	100	31.08.2024 17:00	15,4	98
197	31.08.2024 17:20	15,59	100	31.08.2024 17:20	15,5	100	31.08.2024 17:20	15,5	98
198	31.08.2024 17:30	15,5	100	31.08.2024 17:30	15,4	100	31.08.2024 17:30	15,4	99
199	31.08.2024 17:40	15,5	100	31.08.2024 17:40	15,4	100	31.08.2024 17:40	15,4	99
200	31.08.2024 17:50	15,5	100	31.08.2024 17:50	15,4	100	31.08.2024 17:50	15,3	99
201									

Рисунок 3.3 — «Чистый» архив температуры и влажности

Также в первой вкладке можно провести операцию по разделению чистого архива на солнечные и пасмурные/ночные дни (рис. 3.4). Это нужно для того, чтобы в дальнейшем определить влияние солнечной активности на элементы датчика. Для этого в программу загружаются данные солнечного сияния, которые представлены в виде текстового файла (рис. 3.5) и чистый архив. Полученный результат можно наблюдать на рисунке 3.6.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Датчик_1 температура	Датчик_1 влажность	Датчик_2 температура	Датчик_2 влажность	Датчик_3 температура	Датчик_3 влажность
2	01.08.2024 08:10	18,41	94,8	18,3	85	18,5	83
3	01.08.2024 08:20	19,04	91,1	18,3	83	18,4	82
4	01.08.2024 08:30	18,81	92,8	18,1	85	18,1	83
5	01.08.2024 08:40	19,03	90,2	18,5	83	18,5	81
6	01.08.2024 08:50	18,84	89,6	18,3	82	18,3	80
				...			
466	31.08.2024 11:40	27,98	53,9	27,8	52	27,8	52
467	31.08.2024 11:50	27,27	53,2	26,7	52	26,7	52
468	31.08.2024 12:00	24,64	70,9	22,6	72	22,6	72
469	31.08.2024 12:10	22,01	81	21	78	20,9	78
470	31.08.2024 12:20	20,9	83,3	20,5	77	20,5	77
471							

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Датчик_1 температура	Датчик_1 влажность	Датчик_2 температура	Датчик_2 влажность	Датчик_3 температура	Датчик_3 влажность
2	31.07.2024 18:40	17,19	93,8	17,1	86	17	85
3	31.07.2024 18:50	16,92	95,8	16,7	88	16,6	87
4	31.07.2024 19:30	16,16	99	16,2	93	16,1	89
5	31.07.2024 19:40	16	99	15,9	95	15,9	91
6	31.07.2024 19:50	15,81	99	15,7	96	15,7	91
				...			
3710	31.08.2024 17:00	15,51	100	15,5	100	15,4	98
3711	31.08.2024 17:20	15,59	100	15,5	100	15,5	98
3712	31.08.2024 17:30	15,5	100	15,4	100	15,4	99
3713	31.08.2024 17:40	15,5	100	15,4	100	15,4	99
3714	31.08.2024 17:50	15,5	100	15,4	100	15,3	99
3715							

Рисунок 3.6 — Итоговый архив солнечности (сверху) и облачности (снизу)

Второй вкладкой созданного приложения является «РАСЧЕТ» (рис. 3.7), в котором можно, посредством базовых вычислений увидеть отклонения от нормы на всем массиве данных, точное время, когда было зафиксировано отклонение, повторяемость и др. показатели, за время, не превышающее одной минуты. Для этого всего лишь нужно загрузить один файл чистого десятиминутного архива.

Пример готового расчета можно увидеть на рисунках 3.8-3.10.

Метеорологические расчеты

АРХИВ РАСЧЕТ ПРОЧЕЕ ЖУРНАЛ

ТЕМП И ВЛАЖНОСТЬ ОСАДКИ СОЛНЕЧНОСТЬ

Выберите 10-минутный чистый архив

Выберите папку, в которую сохраняются расчеты

Введите название итогового файла

Рисунок 3.7 — Вкладка создания расчетов по температуре и влажности

1	Дата и время	День	Время	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 3	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 1	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 3	Датчик 3	Датчик 1	Датчик 1
2	30.09.24 18:10	30.09.24	18:10	4,1	2,61	1,38	1,49	2,72	1,23	-1,3	-9,4	-9,7	-0,2	5,01	5,21	120			
3	30.09.24 18:20		18:20	4	3,3	1,15	0,7	2,85	2,15	-1,3	-9,4	-9,7	-1,28	-9,39	-9,69	4464			
4	30.09.24 18:30		18:30	4,11	3,58	0,99	0,53	3,12	2,59	-1,2	-9,3	-9,7	1,49	20,85	20,95	2,69			
5	30.09.24 18:40		18:40	4,03	3,64	0,77	0,39	3,26	2,87	-1,1	-9,2	-9,6	0,218	4,83	4,85	100			
6	30.09.24 18:50		18:50	3,8	3,72	0,77	0,08	3,03	2,95	-1	-9,2	-9,6							
7	30.09.24 19:00		19:00	3,94	3,82	0,75	0,12	3,19	3,07	-1	-9,1	-9,4							
8	30.09.24 19:10		19:10	3,87	3,85	0,77	0,02	3,1	3,08	-1	-9	-9,4							
9	30.09.24 19:20		19:20	3,82	3,75	0,88	0,07	2,94	2,87	-1	-8,9	-9,2							
10	30.09.24 19:30		19:30	3,7	3,68	0,99	0,02	2,71	2,69	-1	-8,8	-9,1							
11	30.09.24 19:40		19:40	3,76	3,89	1,02	-0,13	2,74	2,87	-1	-8,6	-9							
12	30.09.24 19:50		19:50	3,79	3,94	1,05	-0,15	2,74	2,89	-0,9	-8,6	-8,9							
13	30.09.24 20:00		20:00	3,66	3,77	1,29	-0,11	2,37	2,48	-0,9	-8,5	-8,8							
14	30.09.24 20:10		20:10	3,53	3,63	1,56	-0,1	1,97	2,07	-0,8	-8,4	-8,8							
15	30.09.24 20:20		20:20	3,5	3,62	1,66	-0,12	1,84	1,96	-0,8	-8,3	-8,7							
16	30.09.24 20:30		20:30	3,45	3,62	1,87	-0,17	1,58	1,75	-0,8	-8,2	-8,6							
17	30.09.24 20:40		20:40	3,39	3,51	1,87	-0,12	1,52	1,64	-0,6	-8,2	-8,4							
18	30.09.24 20:50		20:50	3,41	3,45	1,9	-0,04	1,51	1,55	-0,6	-8,1	-8,3							
19	30.09.24 21:00		21:00	3,33	3,41	1,88	-0,08	1,45	1,53	-0,6	-7,9	-8,2							
20	30.09.24 21:10		21:10	3,35	3,29	1,73	0,06	1,62	1,56	-0,6	-7,9	-8,1							
21	30.09.24 21:20		21:20	3,24	3,17	1,63	0,07	1,61	1,54	-0,6	-7,8	-8							
22	30.09.24 21:30		21:30	3,22	3,12	1,49	0,1	1,73	1,63	-0,5	-7,7	-8							
23	30.09.24 21:40		21:40	3,22	3,11	1,31	0,11	1,91	1,8	-0,5	-7,6	-8							
24	30.09.24 21:50		21:50	3,29	3,16	1,13	0,13	2,16	2,03	-0,5	-7,6	-7,9							
25	30.09.24 22:00		22:00	3,4	3,09	0,93	0,31	2,47	2,16	-0,5	-7,6	-7,9							
26	30.09.24 22:10		22:10	3,33	3	0,78	0,33	2,55	2,22	-0,5	-7,5	-7,7							
27	30.09.24 22:20		22:20	3,28	2,99	0,66	0,29	2,62	2,33	-0,5	-7,5	-7,6							
28	30.09.24 22:30		22:30	3,2	3,13	0,59	0,07	2,61	2,54	-0,5	-7,3	-7,6							
29	30.09.24 22:40		22:40	3,02	3,42	0,51	-0,4	2,51	2,91	-0,5	-7,2	-7,4							
30	30.09.24 22:50		22:50	2,5	2,98	0,42	-0,48	2,08	2,56	-0,5	-7	-7,3							
31	30.09.24 23:00		23:00	2,21	2,52	0,37	-0,31	1,84	2,15	-0,5	-6,9	-7,3							
32	30.09.24 23:10		23:10	2,04	2,27	0,34	-0,23	1,7	1,93	-0,5	-6,9	-7,3							
33	30.09.24 23:20		23:20	1,99	2,11	0,3	-0,12	1,69	1,81	-0,4	-6,8	-7,2							
34	30.09.24 23:30		23:30	2,28	2,18	0,29	0,1	1,99	1,89	-0,4	-6,8	-7,2							
35	30.09.24 23:40		23:40	2,37	2,27	0,28	0,1	2,09	1,99	-0,4	-6,8	-7,1							
36	30.09.24 23:50		23:50	2,66	2,36	0,24	0,3	2,42	2,12	-0,4	-6,7	-7,1							
37	01.10.24 00:00	01.10.24	00:00	2,72	2,5	0,23	0,22	2,49	2,27	-0,4	-6,7	-7,1							
38	01.10.24 00:10		00:10	2,55	2,71	0,21	-0,16	2,34	2,5	-0,4	-6,7	-7,1							

Рисунок 3.8 — Итоговая таблица с расчетами по температуре и влажности

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
10-минут	Дата	Сред	Мин	Макс	Б1	Б2	Датчик_1	Датчик_2	Датчик_3	Датчик_3	мин тем	макс тем	сред. мин	сред. макс
35	30.09.24	2,29	1,45	3,26	0,56	1,73	1,99	4,11	0,24	1,9	1,75	2,21	3,93	6,19
144	01.10.24	6,04	0,99	10,18	2,83	3,21	0,78	10,54	-3,55	0,68	4,33	9,86	-4,62	-3,67
144	02.10.24	8,09	6,84	9,87	0,69	7,4	4,08	9,04	-4,46	1,55	8,54	7,49	17,12	14,37
144	03.10.24	8,08	6,7	11,04	1,2	6,88	6,8	9,4	-2,46	0,54	9,26	8,86		
144	04.10.24	7,38	3,97	10,66	1,72	5,66	1,47	8,56	-3,07	1,22	4,54	7,34		
144	05.10.24	8,45	4,55	12,43	2,43	6,02	2,12	13,08	-6,32	1,74	8,44	11,34		
144	06.10.24	4,23	0,29	7,99	2,16	2,07	5,14	12,45	0,35	4,89	4,79	7,56		
144	07.10.24	2,43	-1,83	9,07	3,09	-0,66	3,08	14,19	3,98	5,72	-0,9	8,47		
144	08.10.24	-1,38	-6,86	2,77	3,47	-4,85	0,51	6,74	3,37	8,15	-2,86	-1,41		
144	09.10.24	-3,6	-9,39	2,34	2,97	-6,57	-0,42	5,3	0,57	8,97	-0,99	-3,67		
144	10.10.24	9,51	2,59	16,97	4,42	5,09	2,98	12,1	-5,15	0,4	8,13	11,7		
144	11.10.24	15,49	10,08	20,85	3,12	12,37	9,63	13,92	-7,49	-0,45	17,12	14,37		
144	12.10.24	5,98	1,55	9,97	2,87	3,11	4,08	11,53	-0,42	3,8	4,5	7,73		
144	13.10.24	2,16	-1,46	4,36	1,57	0,59	1,63	7,69	2,36	4,99	-0,73	2,7		
144	14.10.24	3,39	1,16	6,97	1,74	1,65	6,01	8,02	-0,5	5,37	6,51	2,65		
144	15.10.24	3,85	-1,43	9,73	3,78	0,07	4,12	7,18	-2,98	7,1	7,1	0,08		
144	16.10.24	-0,92	-5,85	3,67	2,43	-3,35	1,24	8,97	3,87	9,34	-2,63	-0,37		
144	17.10.24	3,08	-0,66	6,53	1,78	1,3	3,61	12,02	2,63	6,46	0,98	5,56		
144	18.10.24	5,23	-0,64	12,9	4,15	1,08	3,58	13,98	0,69	4,51	2,89	9,47		
144	19.10.24	5,14	1,17	11,24	3,07	2,07	1,21	13,03	0,04	2,2	1,17	10,83		
144	20.10.24	5,66	0,37	12,38	3,82	1,84	1,22	12,37	-0,52	2,76	1,74	9,61		
144	21.10.24	6,97	0	12,67	4,2	2,77	2,5	10,91	-1,88	2,64	4,38	8,27		
144	22.10.24	11,38	8,79	13,31	1,41	9,97	9,12	12,96	-1,93	1,43	11,05	11,53		
144	23.10.24	10,98	8,97	13,34	0,97	10,01	7,83	10,14	-3,83	0,22	11,66	9,92		
144	24.10.24	8,55	4,83	10,85	1,43	7,12	4,07	10,58	-1,98	2,3	6,05	8,28		
144	25.10.24	6,6	3,65	9	1,4	5,2	3,67	10,06	-1,15	3,79	4,82	6,27		
144	26.10.24	4,72	3,31	5,68	0,66	4,06	6,76	10,08	3,32	4,99	3,44	5,09		
144	27.10.24	3,53	2,23	6,51	1,16	2,37	5,91	10,24	3,09	4,48	2,82	5,76		
144	28.10.24	3,98	2,14	6,37	1,15	2,83	5,18	9,94	2,82	3,88	2,36	6,06		
144	29.10.24	0,51	-1,66	2,82	1,26	-0,75	1,77	6,36	2,22	3,87	-0,45	2,49		
144	30.10.24	1,86	-3,28	5,65	2,59	-0,73	2,59	8,9	1,94	6,06	0,65	2,84		
109	31.10.24	-3,39	-5,08	-0,56	1,16	-4,55	0,36	5,1	4,98	6,01	-4,62	-0,91		

Рисунок 3.9 — Итоговая таблица с расчетами по температуре и влажности (продолжение)

AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
Числа	1 - Датчик	1 - Датчик	2 - Датчик	1 - Датчик	1 - Датчик	2 - Датчик	Диапазон	1 - Датчик	1 - Датчик	2 - Датчик	1 - Датчик	1 - Датчик	2 - Датчик	3 %
-9,7	0	0	3	0	0	0,07	-9,9...-9,7	0	0	3	0	0	0,07	
-9,6	0	0	2	0	0	0,04	-9,6...-9,4	0	2	4	0	0,04	0,09	
-9,5	0	0	0	0	0	0	-9,3...-9,1	0	4	2	0	0,09	0,04	
-9,4	0	2	2	0	0,04	0,04	-9,0...-8,8	0	3	4	0	0,07	0,09	
-9,3	0	1	0	0	0,02	0	-8,7...-8,5	0	3	2	0	0,07	0,04	
-9,2	0	2	1	0	0,04	0,02	-8,4...-8,2	0	4	3	0	0,09	0,07	
-9,1	0	1	1	0	0,02	0,02	-8,1...-7,9	0	3	6	0	0,07	0,13	
-9	0	1	1	0	0,02	0,02	-7,8...-7,6	0	5	3	0	0,11	0,07	
-8,9	0	1	1	0	0,02	0,02	-7,5...-7,3	0	3	4	0	0,07	0,09	
-8,8	0	1	2	0	0,02	0,04	-7,2...-7,0	0	2	11	0	0,04	0,25	
-8,7	0	0	1	0	0	0,02	-6,9...-6,7	0	8	6	0	0,18	0,13	
-8,6	0	2	1	0	0,04	0,02	-6,6...-6,4	0	9	14	0	0,2	0,31	
-8,5	0	1	0	0	0,02	0	-6,3...-6,1	0	18	14	0	0,4	0,31	
-8,4	0	1	1	0	0,02	0,02	-6,0...-5,8	0	15	2	0	0,34	0,04	
-8,3	0	1	1	0	0,02	0,02	-5,7...-5,5	0	9	8	0	0,2	0,18	
-8,2	0	2	1	0	0,04	0,02	-5,4...-5,2	0	9	8	0	0,2	0,18	
-8,1	0	1	1	0	0,02	0,02	-5,1...-4,9	0	11	6	0	0,25	0,13	
-8	0	0	3	0	0	0,07	-4,8...-4,6	0	17	5	0	0,38	0,11	
-7,9	0	2	2	0	0,04	0,04	-4,5...-4,3	0	19	20	0	0,43	0,45	
-7,8	0	1	0	0	0,02	0	-4,2...-4,0	0	18	20	0	0,4	0,45	
-7,7	0	1	1	0	0,02	0,02	-3,9...-3,7	0	28	19	0	0,63	0,43	
-7,6	0	3	2	0	0,07	0,04	-3,6...-3,4	0	23	25	0	0,52	0,56	
-7,5	0	2	0	0	0,04	0	-3,3...-3,1	0	23	25	0	0,52	0,56	
-7,4	0	0	1	0	0	0,02	-3,0...-2,8	0	10	18	0	0,22	0,4	
-7,3	0	1	3	0	0,02	0,07	-2,7...-2,5	0	10	14	0	0,22	0,31	
-7,2	0	1	2	0	0,02	0,04	-2,4...-2,2	0	16	11	0	0,36	0,25	
-7,1	0	0	6	0	0	0,13	-2,1...-1,9	0	21	21	0	0,47	0,47	
-7	0	1	3	0	0,02	0,07	-1,8...-1,6	0	33	28	0	0,74	0,63	
-6,9	0	2	1	0	0,04	0,02	-1,5...-1,3	2	57	25	0,04	1,28	0,56	
-6,8	0	3	3	0	0,07	0,07	-1,2...-1,0	8	43	73	0,18	0,96	1,64	
-6,7	0	3	2	0	0,07	0,04	-0,9...-0,7	116	49	32	2,6	1,1	0,72	
-6,6	0	2	3	0	0,04	0,07	-0,6...-0,4	745	83	51	16,69	1,86	1,14	
-6,5	0	4	4	0	0,09	0,09	-0,3...-0,1	3069	75	83	68,75	1,68	1,86	
-6,4	0	3	7	0	0,07	0,16	-0,0...-0,2	381	75	68	8,53	1,68	1,52	

Рисунок 3.10 — Итоговая таблица с расчетами по температуре и влажности (продолжение)

На третьей вкладке «ПРОЧЕЕ» были реализованы различные задачи, такие как подготовка к архивации, усреднение, расчет характеристик по КРАМСу (рис. 3.11).

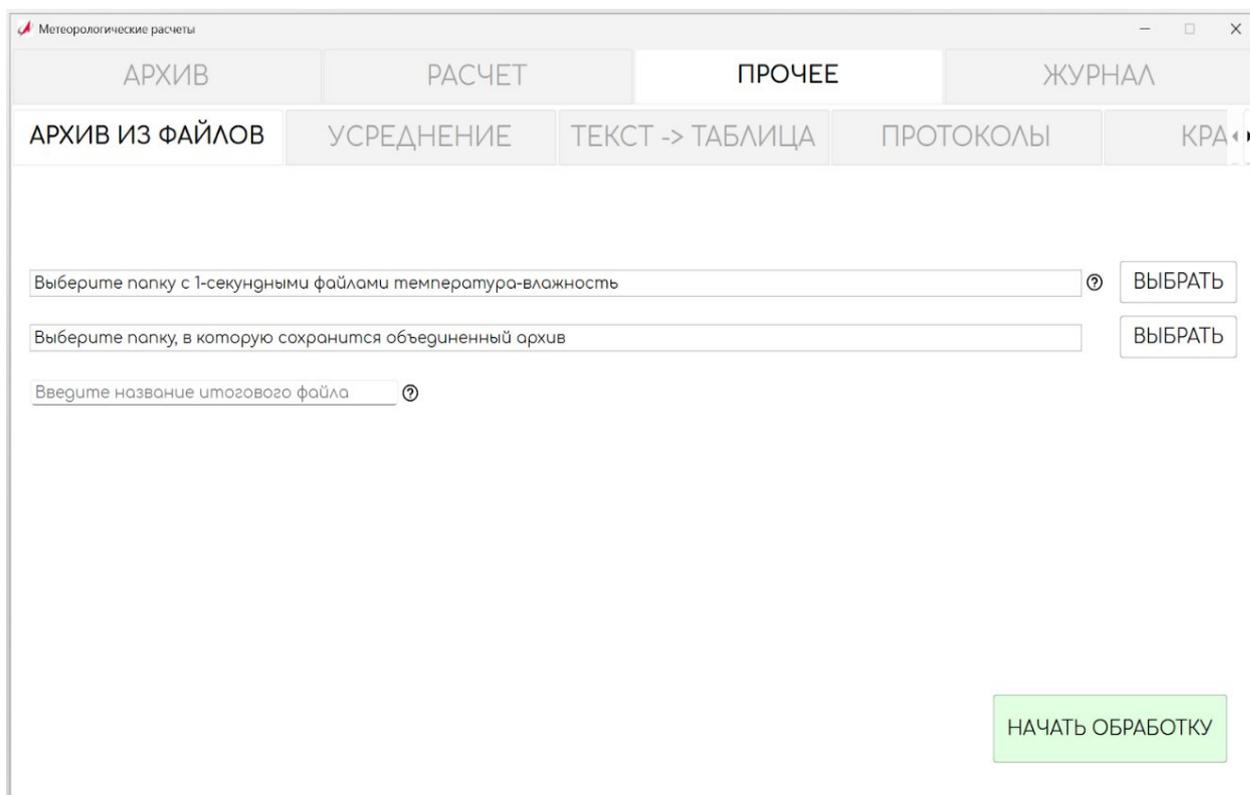


Рисунок 3.11 — Вкладка формирование архива из набора файлов

К примеру, датчик выдает показания в секундах и эти данные находятся в нескольких файлах. Если объединять вручную, то специалист вынужден тратить огромное количество времени, на довольно простые и монотонные операции. Пример в приложении можно увидеть на первой странице вкладки прочее (рис. 3.12-3.13).

report_2024-10-01_day.csv	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
report_2024-10-02_day.csv	1	Дата/время	Атм. давл, гПа	МДВ, м	Напр. ветра, °	Скор. ветра, м/с	Темп. воздух, °С	Отн. вл. возд., %	К-во атм. осадков, мм	К-во ледяных отложений, мм
report_2024-10-03_day.csv	2	30.09.2024 18:00:01			356	0				
report_2024-10-04_day.csv	3	30.09.2024 18:00:02			356	0				
report_2024-10-05_day.csv	4	30.09.2024 18:00:03			356	0				
report_2024-10-06_day.csv	5	30.09.2024 18:00:04			356	0				
report_2024-10-07_day.csv	6	30.09.2024 18:00:05			356	0				
report_2024-10-08_day.csv	7	30.09.2024 18:00:06			356	0				
report_2024-10-09_day.csv							...			
report_2024-10-10_day.csv	59	30.09.2024 18:00:58			356	0				
report_2024-10-11_day.csv	60	30.09.2024 18:00:59			356	0				
report_2024-10-12_day.csv	61	30.09.2024 18:01:00	1023,64	10000	356	0	2,3	100		5
report_2024-10-13_day.csv	62	30.09.2024 18:01:01			356	0				
report_2024-10-14_day.csv	63	30.09.2024 18:01:02			356	0				
report_2024-10-15_day.csv							...			
report_2024-10-16_day.csv	86397	01.10.2024 17:59:56			8	0				
report_2024-10-17_day.csv	86398	01.10.2024 17:59:57			6	0				
report_2024-10-18_day.csv	86399	01.10.2024 17:59:58			6	0				
report_2024-10-19_day.csv	86400	01.10.2024 17:59:59			12	0				
report_2024-10-20_day.csv	86401	01.10.2024 18:00:00	1014,76	10000	25	0	6,5	98,1	0	6,4
report_2024-10-21_day.csv										
report_2024-10-22_day.csv										
report_2024-10-23_day.csv										
report_2024-10-24_day.csv										
report_2024-10-25_day.csv										
report_2024-10-26_day.csv										
report_2024-10-27_day.csv										
report_2024-10-28_day.csv										
report_2024-10-29_day.csv										
report_2024-10-30_day.csv										
report_2024-10-31_day.csv										

Рисунок 3.12 — Набор 1-секундных архивов (слева) и содержание одного из них (справа)

	A	B	C
1	Дата	Температура_воздуха	Относительная_влажность_воздуха
2	30.09.2024 18:01	2,3	100
3	30.09.2024 18:02	2,34	100
4	30.09.2024 18:03	2,39	100
5	30.09.2024 18:04	2,45	100
6	30.09.2024 18:05	2,53	100
7	30.09.2024 18:06	2,63	100
8	30.09.2024 18:07	2,74	100
9	30.09.2024 18:08	2,84	100
10	30.09.2024 18:09	2,92	100
11	30.09.2024 18:10	3	100
12	30.09.2024 18:11	3,07	100
13	30.09.2024 18:12	3,13	100
14	30.09.2024 18:13	3,18	100
15	30.09.2024 18:14	3,23	100
16	30.09.2024 18:15	3,28	100
17	30.09.2024 18:16	3,32	100
18	30.09.2024 18:17	3,37	100
19	30.09.2024 18:18	3,42	100
20	30.09.2024 18:19	3,46	100
21	30.09.2024 18:20	3,49	100
		...	
44629	31.10.2024 17:48	1,74	100
44630	31.10.2024 17:49	1,74	100
44631	31.10.2024 17:50	1,74	100
44632	31.10.2024 17:51	1,75	100
44633	31.10.2024 17:52	1,76	100
44634	31.10.2024 17:53	1,76	100
44635	31.10.2024 17:54	1,76	100
44636	31.10.2024 17:55	1,76	100
44637	31.10.2024 17:56	1,76	100
44638	31.10.2024 17:57	1,76	100
44639	31.10.2024 17:58	1,75	100
44640	31.10.2024 17:59	1,74	100
44641	31.10.2024 18:00	1,73	100
44642			

Рисунок 3.13 — Итоговый 1-минутный архив в виде одной таблице

На второй странице вкладки «ПРОЧЕЕ» реализовано усреднение данных по выбору потребителя в зависимости от запроса: 10 мин, 1 час, 1 день (рис. 3.14-3.15). Для этого необходимо загрузить «грязный» архив по температуре и влажности и выбрать интервал усреднения из предоставленного списка.

Метеорологические расчеты

АРХИВ РАСЧЕТ **ПРОЧЕЕ** ЖУРНАЛ

АРХИВ ИЗ ФАЙЛОВ **УСРЕДНЕНИЕ** ТЕКСТ -> ТАБЛИЦА ПРОТОКОЛЫ КРА

Выберите архив температура-влажность для усреднения

Выберите папку, в которую сохранится файл

Введите название итогового файла

Выберите интервал усреднения: 10 мин
10 мин
1 час
1 день

Рисунок 3.14 — Вкладка создания усредненного архива по температуре и влажности

А	В	С
1	Дата	Температура_воздуха
2	30.09.2024 18:10	2,61
3	30.09.2024 18:20	3,3
4	30.09.2024 18:30	3,58
5	30.09.2024 18:40	3,64
6	30.09.2024 18:50	3,72
7	30.09.2024 19:00	3,82
8	30.09.2024 19:10	3,85
9	30.09.2024 19:20	3,75
10	30.09.2024 19:30	3,68
11	30.09.2024 19:40	3,89
12	30.09.2024 19:50	3,94
13	30.09.2024 20:00	3,77
14	30.09.2024 20:10	3,63
15	30.09.2024 20:20	3,62
16	30.09.2024 20:30	3,62
17	30.09.2024 20:40	3,51
18	30.09.2024 20:50	3,45
19	30.09.2024 21:00	3,41
...		
4447	31.10.2024 15:00	2,6
4448	31.10.2024 15:10	2,52
4449	31.10.2024 15:20	2,39
4450	31.10.2024 15:30	2,17
4451	31.10.2024 15:40	1,92
4452	31.10.2024 15:50	1,72
4453	31.10.2024 16:00	1,55
4454	31.10.2024 16:10	1,43
4455	31.10.2024 16:20	1,33
4456	31.10.2024 16:30	1,28
4457	31.10.2024 16:40	1,23
4458	31.10.2024 16:50	1,06
4459	31.10.2024 17:00	0,86
4460	31.10.2024 17:10	0,82
4461	31.10.2024 17:20	1,11
4462	31.10.2024 17:30	1,47
4463	31.10.2024 17:40	1,67
4464	31.10.2024 17:50	1,74
4465	31.10.2024 18:00	1,75

А	В	С
1	Дата	Температура_воздуха
2	30.09.2024 19:00	3,45
3	30.09.2024 20:00	3,81
4	30.09.2024 21:00	3,54
5	30.09.2024 22:00	3,16
6	30.09.2024 23:00	3,01
7	01.10.2024 0:00	2,28
8	01.10.2024 1:00	2,46
9	01.10.2024 2:00	1,45
10	01.10.2024 3:00	1,44
11	01.10.2024 4:00	1,29
12	01.10.2024 5:00	1,62
13	01.10.2024 6:00	1,85
14	01.10.2024 7:00	3,69
15	01.10.2024 8:00	5,28
16	01.10.2024 9:00	7,9
17	01.10.2024 10:00	10,36
18	01.10.2024 11:00	10,93
19	01.10.2024 12:00	11,37
...		
727	31.10.2024 0:00	3,09
728	31.10.2024 1:00	2,83
729	31.10.2024 2:00	2,3
730	31.10.2024 3:00	1,81
731	31.10.2024 4:00	1,38
732	31.10.2024 5:00	1,06
733	31.10.2024 6:00	1,02
734	31.10.2024 7:00	1,47
735	31.10.2024 8:00	2,77
736	31.10.2024 9:00	4,19
737	31.10.2024 10:00	5,09
738	31.10.2024 11:00	4,6
739	31.10.2024 12:00	2,73
740	31.10.2024 13:00	2,79
741	31.10.2024 14:00	2,36
742	31.10.2024 15:00	2,41
743	31.10.2024 16:00	2,05
744	31.10.2024 17:00	1,2
745	31.10.2024 18:00	1,43

А	В	С
1	Дата	Температура_воздуха
2	01.10.2024	3,21
3	02.10.2024	5,91
4	03.10.2024	7,21
5	04.10.2024	7,83
6	05.10.2024	6,46
7	06.10.2024	7,49
8	07.10.2024	8,1
9	08.10.2024	7,71
10	09.10.2024	4,66
11	10.10.2024	2,55
12	11.10.2024	7,32
13	12.10.2024	12,52
14	13.10.2024	7,84
15	14.10.2024	5,83
16	15.10.2024	6,87
17	16.10.2024	6,05
18	17.10.2024	6,84
19	18.10.2024	7,82
20	19.10.2024	7,84
21	20.10.2024	6,53
22	21.10.2024	6,67
23	22.10.2024	7,61
24	23.10.2024	11,42
25	24.10.2024	9,32
26	25.10.2024	8,27
27	26.10.2024	8,14
28	27.10.2024	8,93
29	28.10.2024	7,41
30	29.10.2024	7,62
31	30.10.2024	3,95
32	31.10.2024	5,85
33	01.11.2024	2,41
34		

а)

б)

в)

Рисунок 3.15 — Итоговые усредненные архивы по температуре и влажности

а) за 10 мин; б) за 1 час; в) за 1 день

Многие данные со станций приходят в текстовых файлах (рис. 3.16). Обработать массив данных, представленных в таком виде, не представляется возможным.

Поэтому для дальнейшей работы необходимо перенести его в табличный вид, что очень затруднительно и занимает достаточно много времени, поэтому третья страница вкладки прочее (рис. 3.17) поможет решить эту проблему специалисту. Результат можно наблюдать на рисунке 3.18.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R				
1	адков за	адками	падками	пков	измедков	с попура	воздухь	ветра	Ура	воздухь	ветра	атура	воздоь	ветра	ература	пература	корость	вература	пература	корость	ветра	12
2	0,7	26	21	0,6	1,1	-16,4	4	-15,4	2	-15,9	3	-25	3,4	5	-27,6	4,9	5					
3	0,2			0,1	0,3	-17,6	2	-18,3	2	-17,95	2											
4	0,3			0,2	0,5	-18,6	1	-7,5	5	-13,05	3											
5	1			0,9	1,3	-0,7	5	1,7	5	0,5	5											
6	6,4			6,3	7,6	-7,9	2	-9	2	-8,45	2											
7	0,7			0,5	0,9	-13,6	3	-18,5	2	-16,05	2,5											
8	0,5			0,4	0,8	-17	3	-17,5	1	-17,25	2											
9	0,3			0,2	0,3	-21,8	0	-12,6	4	-17,2	2											
10	0			0	0,2	-11,7	3	-8,4	3	-10,05	3											
11	0			0	0,5	-6,9	5	-6,9	1	-6,9	3											
12	10,4			10,2	11,6	-14,7	3	-17,7	2	-16,2	2,5											
13	1,6			1,5	1,9	-21,4	1	-22,2	1	-21,8	1											
14						-14,2	3	-11,4	4	-12,8	3,5											
15						-17,5	0	-9,8	1	-13,65	0,5											
16	0,5			0,4	0,8	-14,5	2	-13	2	-13,75	2											
17	3,7			3,5	4	-13,4	2	-10,8	1	-12,1	1,5											
18	5,4			5,2	5,7	-9,7	2	-8,1	1	-8,9	1,5											
19	5,9			5,7	6,8	-5,3	3	-1,5	5	-3,4	4											
20	3,8			3,6	4,4	-1,2	4	-15,3	1	-8,25	2,5											
21	2,9			2,7	3,1	-2,1	3	-12,4	2	-7,25	2,5											
22	3,5			3,3	3,9	-21,9	2	-26,5	0	-24,2	1											
23	0			0	0	-25	1	-27,6	1	-26,3	1											
24	0			0	0	-20,8	1	-10,5	4	-15,65	2,5											
25	0,4			0,3	0,9	-11,3	3	-8,5	1	-9,9	2											
26						-9,3	3	-5,9	3	-7,6	3											
27	0,3			0,2	0,7	-9,9	3	-10,2	1	-10,05	2											
28						-5,8	4	-2,2	4	-4	4											
29	0			0	0,5	0,3	4	2,1	3	1,2	3,5											
30	17,4			17,2	19,6	-3,7	2	-7,4	2	-5,55	2											
31	0,2			0,1	0,2	-9,3	4	1,6	5	-3,85	4,5											
32						3,4	1	4,9	5	4,15	3											
33	0,6	20	11	0,5	0,7	-7,2	2	-13,7	1	-10,45	1,5	-16,8	4,3	7	-19,4	3	5					
34	1,1			1	1,2	-16,8	2	-19,4	1	-18,1	1,5											
35	11,6			11,5	12,6	-16	3	-13,2	2	-14,6	2,5											
36	5,3			5,1	6,1	-9,9	3	-5,9	3	-7,9	3											

Рисунок 3.18 — Текстовые данные, преобразованные в табличный формат

Завершающей страницей вкладки прочее являются расчеты по комплексной радиотехнической аэродромной метеорологической станции, установленной во многих аэропортах РФ.

Некоторых потребителей не устраивает вид журнала АВ6, который предложен программным обеспечением. Поэтому специально под этот запрос была выполнена работа и разработан специальный вид журнала. Под этот запрос необходимо загрузить электронный журнал АВ6, папку с датчиками и шаблон нужного конечного вида. Пример этого показан на рисунках 3.19-3.22.

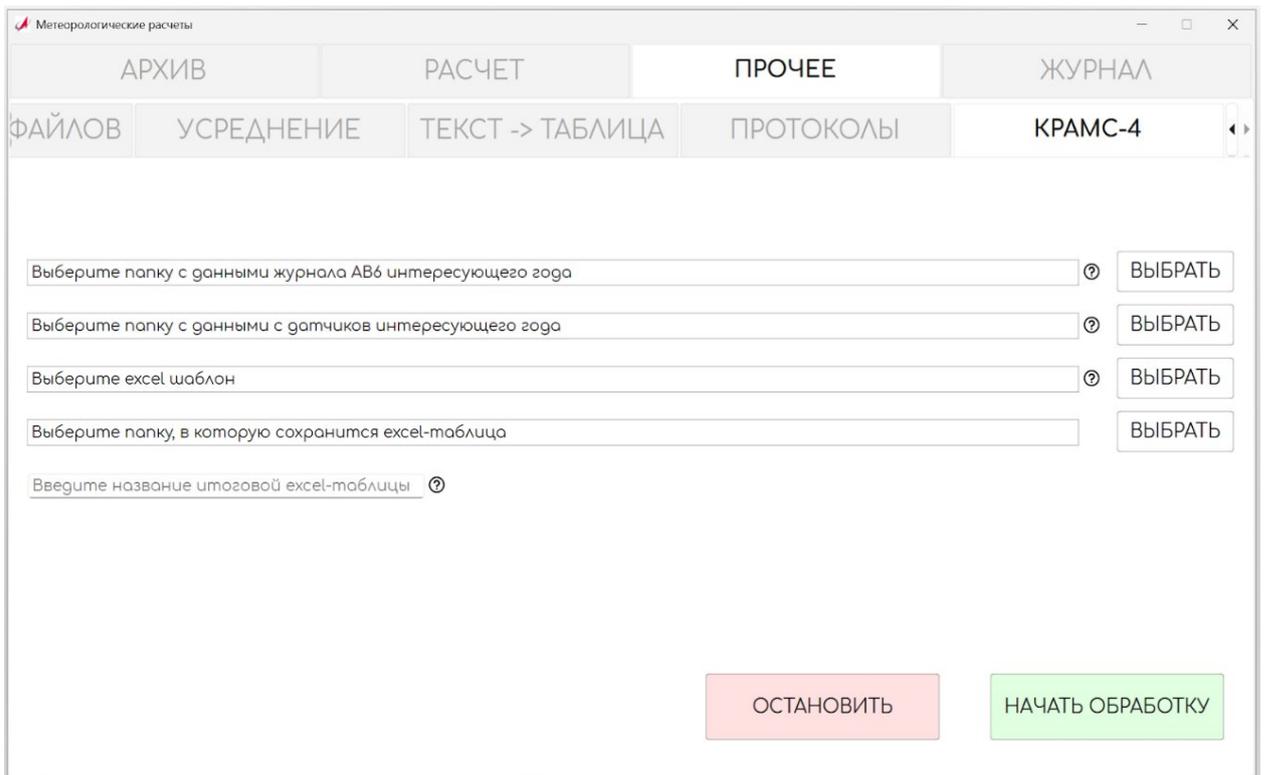


Рисунок 3.19 — Расчеты по КРАМС

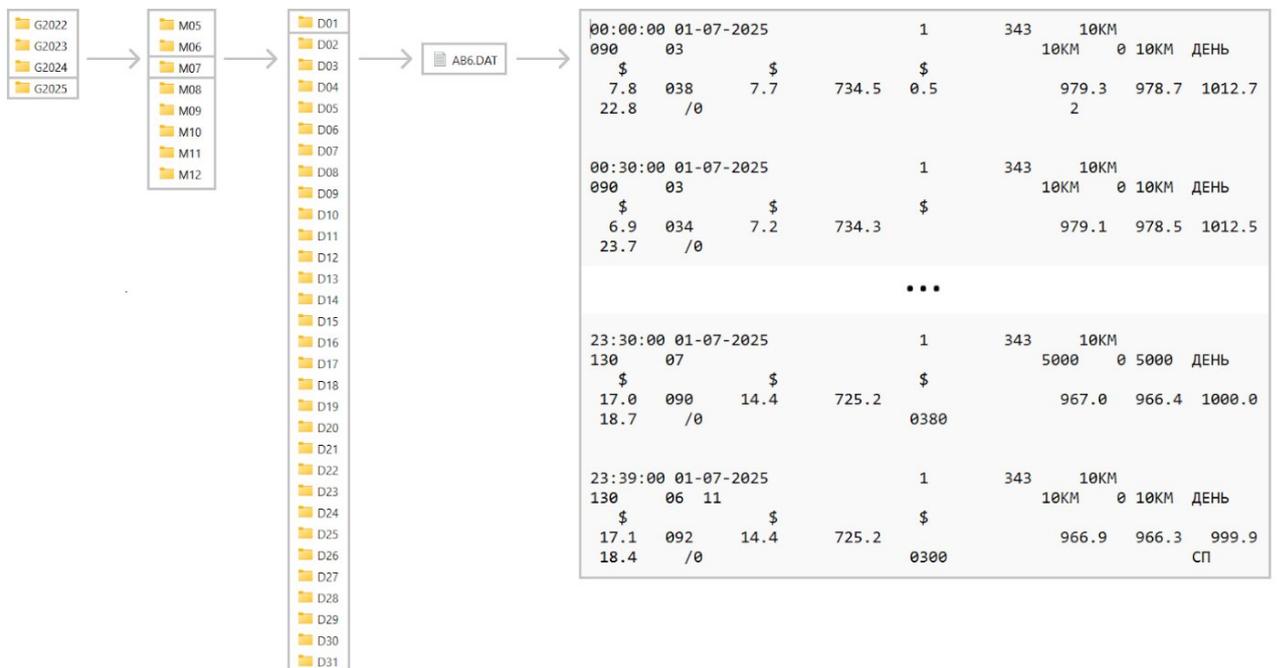


Рисунок 3.20 — Исходные данные журнала АВ6, представленные за год в текстовом формате

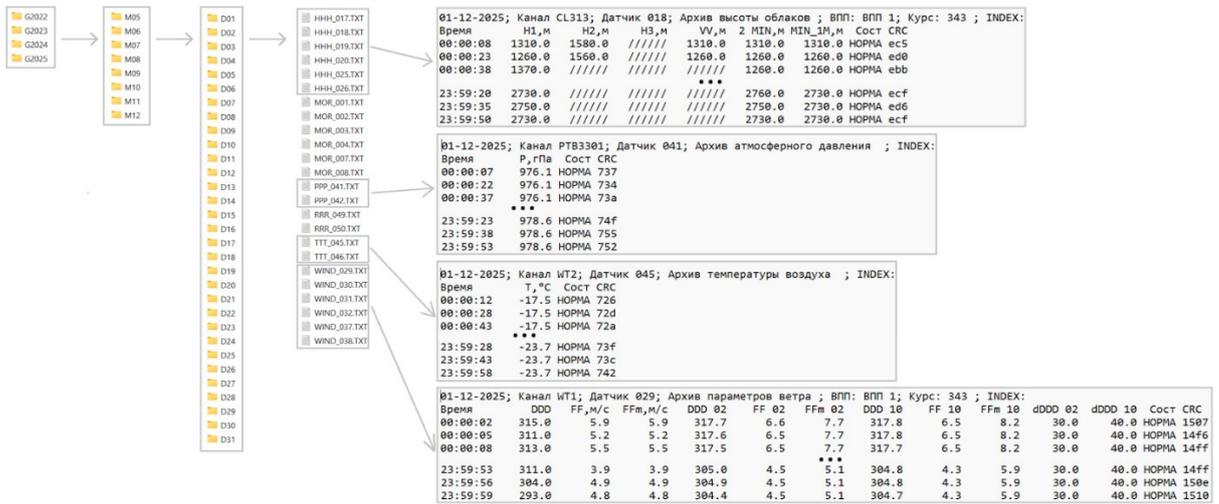


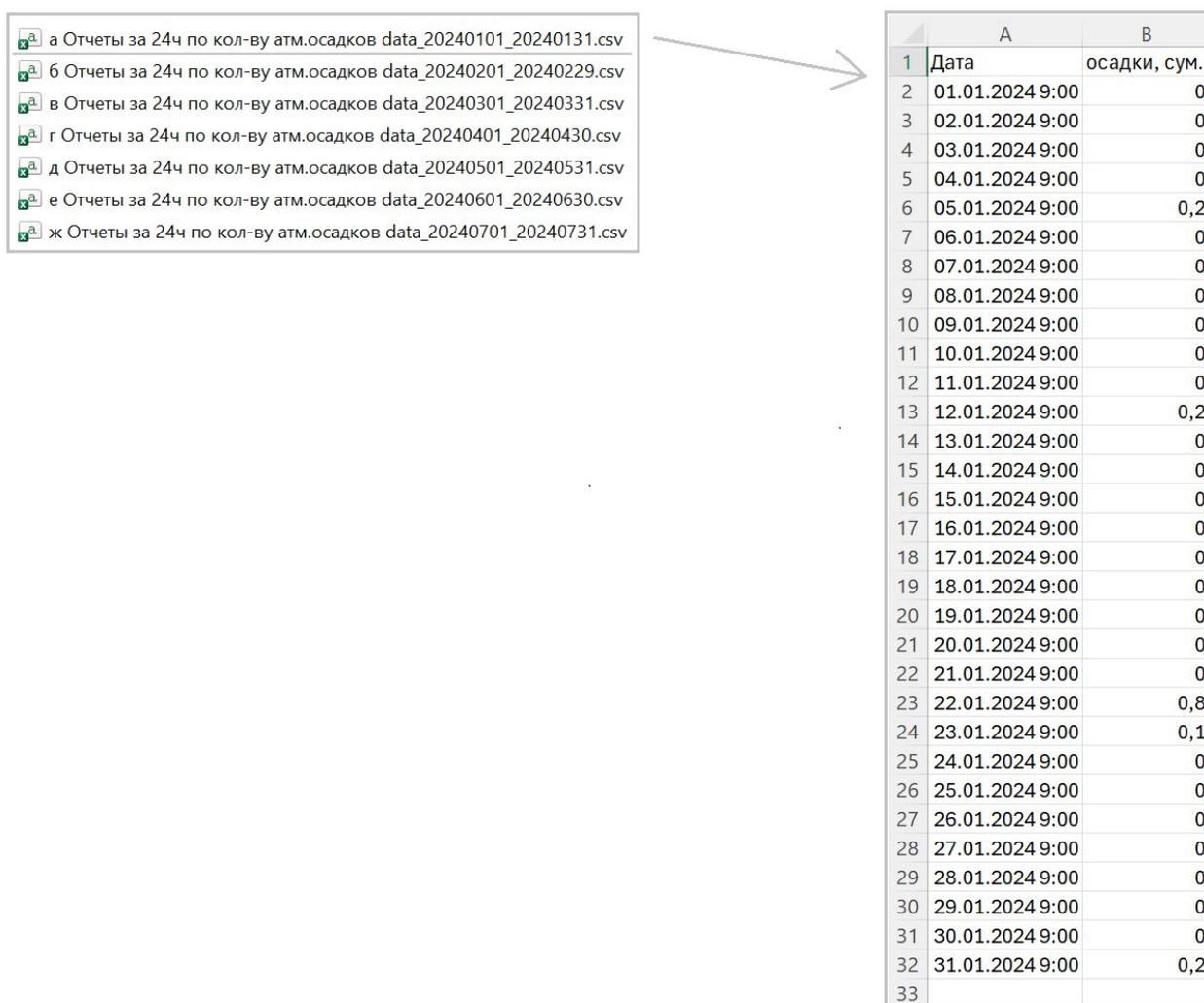
Рисунок 3.21 — Исходные данные с датчиков, представленные за год в текстовом формате

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG					
2	дата	ВРЕМЯ местное	кол-во, баллы	кол-во, баллы	форма	ВНГО	способ определения направления, градусы	средняя скорость, м/с	Максимальная скорость, м/с	горизонтальная скорость, м/с	температура воздуха, °C	температура точки росы, °C	относительная влажность	мм рт.ст.	мм (Па)	характер барической температура полюс, °C	макс	мин	ср																			
3		0				2730	и 316	5	7	5	-15.9	-19.0	77	733.0	976.7	0.1																						
4		1				2070	и 320.2	5	7	10	-16.2	-19.1	78	732.8	976.4	-0.3																						
5		2				2450	и 316	5	7	7	-16.1	-19.2	77	732.7	976.3	-0.5																						
6		3				2660	и 318.7	6	8	7	-16.0	-19.1	77	732.8	976.4	-0.3																						
7		4				1210	и 313.3	6	9	4	-16.2	-19.1	78	732.7	976.2	-0.2																						
8		5				2400	и 319.1	6	8	5	-16.5	-19.6	77	732.6	976.1	-0.2																						
9		6				2060	и 315.7	7	9	6	-16.9	-20.1	76	732.4	975.9	-0.5																						
10		7				1610	и 311.1	6	9	4	-17.1	-20.5	75	732.4	975.9	-0.3																						
11		8				2230	и 321	7	10	4.4	-17.3	-20.8	74	732.5	976.0	-0.1																						
12		9				1330	и 325.5	7	9	6	-17.5	-21.3	72	732.6	976.1	0.2																						
13		10				6500	и 327	6	8	4	-17.6	-21.0	75	732.5	976.0	0.1																						
14		11				6500	и 330	7	10	4.9	-17.6	-21.4	72	732.5	976.0	0.0																						
15		12				6500	и 323.5	8	9	4.8	-17.3	-21.3	71	732.4	975.8	-0.3																						
16		13				2550	и 330.2	5	10	10	-17.2	-21.5	69	732.4	975.8	-0.2																						
17		14				2230	и 321.3	6	8	10	-17.3	-21.8	68	732.6	976.1	0.1																						
18		15				2250	и 312.9	8	10	10	-17.7	-22.3	67	732.7	976.3	0.5																						
19		16				2250	и 313.8	5	8	10	-18.0	-22.1	70	733.2	976.9	1.1																						
20		17				2090	и 311	4	6	7	-18.3	-21.8	74	733.6	977.4	1.3																						
21		18				2290	и 317.2	4	8	8	-18.6	-22.2	73	733.6	977.5	1.2																						
22		19				2360	и 316.4	6	8	7	-18.9	-22.5	73	733.7	977.6	0.7																						
23		20				2420	и 320	5	7	5	-19.1	-22.7	73	733.9	977.8	0.4																						
24		21				2930	и 312.2	6	7	10	-19.4	-23.2	72	733.9	977.8	0.3																						
25		22				3100	и 311.5	6	8	10	-19.7	-23.9	69	733.9	977.9	0.3																						
26		23				2370	и 320.4	5	8	10	-20.1	-24.8	66	733.9	977.8	0.0																						
27		0				3300	и 314.4	4	7	10	-20.6	-26.3	60	733.9	977.9	0.1																						
28		1				4160	и 314.9	4	7	10	-21.0	-27.1	58	734.0	978.0	0.1																						
29		2				309	и 309	4	7	10	-21.7	-27.6	59	734.0	978.0	0.2																						
30		3				3820	и 305.1	5	7	10	-22.0	-27.8	59	734.2	978.2	0.3																						
31		4				3790	и 309.7	5	6	10	-22.4	-28.0	60	734.2	978.2	0.2																						
32		5				3640	и 309	4	6	10	-22.7	-28.3	60	734.1	978.1	0.1																						
33		6				3350	и 317.7	5	6	10	-22.9	-28.3	61	734.0	977.9	-0.3																						
34		7				3270	и 315.7	4	7	10	-22.9	-28.3	61	734.1	978.1	-0.1																						
35		8				3000	и 312.2	4	6	10	-23.4	-28.8	61	734.3	978.4	0.3																						
36		9				2870	и 304.2	4	6	10	-23.7	-29.1	61	734.5	978.6	0.7																						
37		10				2870	и 312.8	4	6	10	-23.1	-28.9	59	734.6	978.8	0.7																						
38		11				2660	и 316.7	5	6	10	-22.4	-28.0	60	734.8	979.0	0.6																						
39		12				1980	и 302.8	4	6	10	-22.4	-27.9	61	734.9	979.1	0.7																						
40		13				2440	и 284.4	4	5	10	-21.9	-27.6	60	734.8	979.0	0.5																						
41		14				1700	и 299.6	4	5	10	-21.7	-27.2	61	734.8	979.0	0.0																						
42		15				1180	и 292.9	4	6	10	-21.6	-26.6	64	734.9	979.2	0.1																						
43		16				2839	и 30																															

Рисунок 3.22 — Заполненный шаблон итоговыми расчетами по КРАМС

Последним функционалом программы, не вошедшим в интерфейс пользователя, но реализованном отдельно, является расчет (или создание архива осадков) на основе представленных данных по количеству атмосферных осадков.

В качестве входных данных служат УМО (рис. 3.23) и ТМС по количеству атмосферных осадков, полученные из текстового формата ранее.



The image shows a file explorer window on the left with six CSV files listed, each with a file icon and a letter label (a-z). An arrow points from the first file to a data table on the right. The table has two columns: 'A' (Date) and 'B' (Precipitation sum). The data rows show dates from 01.01.2024 9:00 to 31.01.2024 9:00 with corresponding precipitation values.

	A	B
1	Дата	осадки, сум.
2	01.01.2024 9:00	0
3	02.01.2024 9:00	0
4	03.01.2024 9:00	0
5	04.01.2024 9:00	0
6	05.01.2024 9:00	0,2
7	06.01.2024 9:00	0
8	07.01.2024 9:00	0
9	08.01.2024 9:00	0
10	09.01.2024 9:00	0
11	10.01.2024 9:00	0
12	11.01.2024 9:00	0
13	12.01.2024 9:00	0,2
14	13.01.2024 9:00	0
15	14.01.2024 9:00	0
16	15.01.2024 9:00	0
17	16.01.2024 9:00	0
18	17.01.2024 9:00	0
19	18.01.2024 9:00	0
20	19.01.2024 9:00	0
21	20.01.2024 9:00	0
22	21.01.2024 9:00	0
23	22.01.2024 9:00	0,8
24	23.01.2024 9:00	0,1
25	24.01.2024 9:00	0
26	25.01.2024 9:00	0
27	26.01.2024 9:00	0
28	27.01.2024 9:00	0
29	28.01.2024 9:00	0
30	29.01.2024 9:00	0
31	30.01.2024 9:00	0
32	31.01.2024 9:00	0,2
33		

Рисунок 3.23 — УМО данные (входные) по осадкам

На рисунке 3.24 можно заметить, что программа самостоятельно находит недостоверные данные (отмеченные красным цветом), на основании

разницы между датчиком и наблюдателем, которой не должна превышать 0,5 мм. И также отдельно сохраняет данные, в которых отсутствовали показания с датчика при наличии показаний наблюдателя и данные, в которых отсутствовали показания наблюдателя при наличии показаний датчика.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1	Дата	Датчик_1	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Вср, м/с	Тср, С	Δ (PI-O1изм)	Δ (PI-O1смач)	Δ (PI-O1кор)	Дата	Датчик_1	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Вср, м/с	Тср, С	Дата	Датчик_1	О-1 изм	О-1 смач	О-1 кор	Вср, м/с	Тср, С	
2	01.06.2022 09:00	5,6	6,3	6,7	7	6	11,3	-0,7	-1,1	-1,4	18.08.2022 09:00	0,1				2,5	20,9	06.2022	124,8	133,1	137,4	140			
3	02.06.2022 09:00	1,5	1,4	1,6	1,5	3,5	14	0,1	-0,1	0	04.09.2022 09:00	0,1				2,5	17,45	07.2022	144,2	148,4	152,6	159,3			
4	03.06.2022 09:00	2,1	2,3	2,5	2,4	1	14,65	-0,2	-0,4	-0,3	26.09.2022 09:00	0,1				2,5	14,35	08.2022	125,5	127,5	131	133			
5	05.06.2022 09:00	17,8	19,3	19,7	19,7	1	9,75	-1,5	-1,9	-1,9	28.09.2022 09:00	0,1				3	16,55	09.2022	79,1	96,2	98,8	100,7			
6	06.06.2022 09:00	4,6	5	5,2	5,1	2,5	13,4	-0,4	-0,6	-0,5	10.03.2023 09:00	0,1				1,5	-1,35	10.2022	55,6	71	72,2	87,3			
7	15.06.2022 09:00	0,1	0	0	0,2	4	13,55	0,1	0,1	-0,1	11.03.2023 09:00	0,2				3,5	2,45	11.2022	11,3	30,5	32,3	41,8			
8	17.06.2022 09:00	0,1	0	0,1	0,2	5,5	18,3	0,1	0	-0,1	30.03.2023 09:00	0,1				3	4,5	12.2023	18,5	25,9	26,5	38,9			
9	19.06.2022 09:00	0,1	0	0,1	0,2	4	20,65	0,1	0	-0,1	02.04.2023 09:00	0,1				4,5	5,9	01.2023	0,5	0,2	0,4	1,7			
10	20.06.2022 09:00	0,3	0,3	0,5	0,5	3,5	21,85	0	-0,2	-0,2	03.04.2023 09:00	0,2				5	6,8	02.2023	1,7	1,8	2,1	3,1			
11	21.06.2022 09:00	0,0	0	0	0,2	4,5	17,95	0	0	-0,2	02.06.2023 09:00	0,1				2	15,5	03.2023	5,7	15,9	16,6	25,6			
12	22.06.2022 09:00	1,1	1	1,2	1,2	4,5	19,65	0,1	-0,1	-0,1	13.06.2023 09:00	0,1				2,5	17,8	04.2023	46,7	47,5	50	52,5			
13	23.06.2022 09:00	3,7	3,6	3,8	3,8	3	18,1	0,1	-0,1	-0,1	04.08.2023 09:00	0,1				4	23,7	05.2023	31,1	30,5	32,7	33,8			
14	24.06.2022 09:00	19,8	20,6	21	20,9	0,5	19,6	-0,8	-1,2	-1,1	27.09.2023 09:00	0,1				4	17,5	06.2023	96,3	97,9	102,3	105,6			
15	25.06.2022 09:00	28,7	31,9	32,2	32,7	2,5	19,05	-3,2	-3,5	-4	24.10.2023 09:00	0,4				4,5	8,75	07.2023	86,8	90,6	94,1	100,3			
16	26.06.2022 09:00	0,6	0,6	0,8	0,9	2	20,95	0	-0,2	-0,3	25.10.2023 09:00	0,7				3	7,4	08.2023	305,7	318,5	324,4	337			
17	28.06.2022 09:00	25,4	27,9	28,3	29,6	2	20,1	-2,5	-2,9	-4,2	30.10.2023 09:00	0,1				4,5	8,05	09.2023	25,1	24,7	25,8	27			
18	29.06.2022 09:00	1,4	1	1,4	1,5	4	19,95	0,4	0	-0,1	08.11.2023 09:00	0,2				0,5	-6,4	10.2023	6,8	5,8	6,8	7,8			
19	30.06.2022 09:00	11,9	11,9	12,3	12,4	3	19,75	0	-0,4	-0,5	21.11.2023 09:00	0,1				2,5	0,55	11.2023	57,1	92,5	96,1	132,6			
20	02.07.2022 09:00	6,7	6,1	6,3	6,6	3	20,05	0,6	0,4	0,1	08.12.2023 09:00	0,1				4	-5,9	12.2024	3,2	3,8	4,6	7,2			
21	03.07.2022 09:00	1,4	2	2,3	2,3	2,5	23,85	-0,6	-0,9	-0,9	18.02.2024 09:00	0,1				5	2,6	01.2024	1,5	5,1	5,7	12,2			
22	04.07.2022 09:00	0,5	0,3	0,5	0,5	2,5	23,45	0,2	0	0	24.03.2024 09:00	0,2				4,5	-0,2	02.2024	6,3	10,9	11,6	16,1			
23	08.07.2022 09:00	18,2	18,4	18,8	18,9	2,5	20,45	-0,2	-0,6	-0,7	06.04.2024 09:00	0,3				6,5	6,25	03.2024	2,7	9,6	11,2	13,4			
24	09.07.2022 09:00	4,7	4,8	5	5	2,5	21,85	-0,1	-0,3	-0,3	11.04.2024 09:00	0,5				4,5	8,4	04.2024	23,7	27,6	29,5	30,4			
25	10.07.2022 09:00	0,2	0,1	0,3	0,2	2,5	22,45	0,1	-0,1	0	12.04.2024 09:00	0,6				6,5	8,95	05.2024	79,7	90,8	94,4	98,1			
26	11.07.2022 09:00	1,9	1,3	1,7	1,7	2,5	21,4	0,6	0,2	0,2	13.04.2024 09:00	0,2				5	12,8	06.2024	172,6	180,7	186,6	189,9			
27	14.07.2022 09:00	21,7	22,2	22,6	23,3	3,5	20,8	-0,5	-0,9	-1,6	14.04.2024 09:00	0,2				4,5	15,4	07.2024	104,3	105,8	109,8	111,5			
28	15.07.2022 09:00	30,7	32,1	32,5	35,8	9,5	20,15	-1,4	-1,8	-5,1	18.04.2024 09:00	0,1				3	6,8								
29	16.07.2022 09:00	5,1	4,9	5,1	5,8	8,5	21,75	0,2	0	-0,7	22.04.2024 09:00	0,1				3,5	8,6								
30	17.07.2022 09:00	2,9	3,1	3,3	3,3	1	20,25	-0,2	-0,4	-0,4	05.05.2024 09:00	0,1				4,5	12,1								
31	18.07.2022 09:00	9,5	10	10,3	10,4	3	20,4	-0,5	-0,8	-0,9	26.06.2024 09:00	0,1				2,5	18,5								
32	19.07.2022 09:00	0,0	0	0	0,2	3	21,15	0	0	-0,2	08.07.2024 09:00	0,1				4,5	21,75								
33	22.07.2022 09:00	1,3	0,8	1	1	4	22,3	0,5	0,3	0,3	14.07.2024 09:00	0,1				2	21,05								
34	23.07.2022 09:00	0,3	0,3	0,5	0,5	2	21,95	0	-0,2	-0,2	15.07.2024 09:00	0,1				2,5	22,95								
35	24.07.2022 09:00	0,0	0	0	0,2	2,5	19	0	0	-0,2	20.07.2024 09:00	0,1				4	24,9								
36	25.07.2022 09:00	2,7	3,3	3,5	3,4	3	20,8	-0,6	-0,8	-0,7	23.07.2024 09:00	0,3				0,5	24,35								
37	30.07.2022 09:00	36,4	38,7	38,9	40,2	3,5	23,3	-2,3	-2,5	-3,8	24.07.2024 09:00	0,1				4	23,8								
38	01.08.2022 09:00	9,4	6,5	6,7	6,7	1,5	21,85	2,9	2,7	2,7	12.03.2024 09:00	//				0,7	0,8	1,1	1,5	-2,85					
39	02.08.2022 09:00	0,6	4,2	4,4	4,3	2,5	25,1	-3,6	-3,8	-3,7	29.03.2024 09:00	//				6,2	6,6	6,8	2	1,9					
40	07.08.2022 09:00	1,7	2	2,2	2,2	3,5	23,15	-0,3	-0,5	-0,5	30.03.2024 09:00	//				0,6	0,8	0,8	3,5	0,65					
41	08.08.2022 09:00	13,0	12,9	13,3	13,4	1	25,2	0,1	-0,3	-0,4	04.04.2024 09:00	//				0,2	0,4	0,4	2	1,4					
42	12.08.2022 09:00	0,8	0,9	1,1	1,1	3	21,05	-0,1	-0,3	-0,3	12.05.2024 09:00	//				0	0,1	0,1	2,5	9,8					
43	15.08.2022 09:00	0,1	0	0,1	0,2	3,5	20,3	0,1	0	-0,1															
44	19.08.2022 09:00	32,0	31,8	32	33	4	21,9	0,2	0	-1															
45	21.08.2022 09:00	0,4	0,2	0,4	0,4	3,5	16,15	0,2	0	0															
46	22.08.2022 09:00	13,3	14,1	14,5	14,9	4,5	17,6	-0,8	-1,2	-1,6															
47	23.08.2022 09:00	4,7	5,2	5,4	5,5	3,5	17,65	-0,5	-0,7	-0,8															
48	25.08.2022 09:00	7,4	7,9	8,1	8,4	5	15,35	-0,5	-0,7	-1															
49	26.08.2022 09:00	0,5	0,6	0,8	0,7	2,5	16,05	-0,1	-0,3	-0,2															
50	27.08.2022 09:00	41,0	40,6	41	41,3	3,5	12,9	0,4	0	-0,3															
51	28.08.2022 09:00	0,2	0,1	0,3	0,2	2	17,3	0,1	-0,1	0															
52	29.08.2022 09:00	0,4	0,5	0,7	0,7	3	15,9	-0,1	-0,3	-0,3															
53	01.09.2022 09:00	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	17,3	-0,1	-0,3	-0,5															
54	05.09.2022 09:00	0,0	14,2	14,4	14,6	2,5	15,5	-14,2	-14,4	-14,6															
55	06.09.2022 09:00	30,7	31,3	31,7	32,4	1,5	15,6	-0,6	-1	-1,7															

Рисунок 3.24 — Результат программы по осадкам

Таким образом, применение двух разных методов обработки данных тестируемого датчика привело к одинаковым результатам.

4 Сравнительный анализ обработки метеорологических данных в ПО Microsoft Excel и программе на языке Python

На основе всего вышеперечисленного возникает логичный вопрос: "Какой метод обработки выбрать специалисту?".

Рассмотрим оба представленных метода. Сравним и проанализируем их, ведь выбор инструмента для этой работы определяет эффективность, глубину анализа и потенциал для прогнозирования. Два принципиально разных подхода — использование универсального Microsoft Excel и применение специализированного программного обеспечения с использованием языка программирования Python.

1. Обработка данных в Microsoft Excel: доступность и оперативность.

Преимущества:

- ~ Низкий порог входа и интуитивность: Excel не требует знаний программирования. Интерфейс с ячейками, формулами и графиками интуитивно понятен. Метеоролог или исследователь может сразу приступить к вводу данных, простейшим расчетам (усреднение, суммирование, поиск отклонения и др.) и построению базовых графиков (линейные, столбчатые и др.). Это идеально для быстрого, разового анализа или рутинного составления отчетов на малых объемах данных;
- ~ Взаимодействие с другими офисными продуктами: Данные и графики из Excel легко переносятся в отчеты Word или презентации PowerPoint. Существуют готовые программные комплексы (например, AMIS.Utils для аэродромной метеослужбы), которые используют Excel в качестве движка для автоматизированного формирования отчетов и диаграмм, таких как "роза ветров». Это обеспечивает целостность документации;

- ~ Встроенные инструменты анализа: Использование макросов позволяют проводить регрессионный анализ, проверку гипотез, что может быть полезно для элементарной статистической обработки климатических рядов.

Недостатки:

- ~ Неоднородность входных данных. Нет возможности адаптировать excel под различные начальные форматы.
- ~ Ограничения по объему и производительности: Excel становится крайне медленным и нестабильным при работе с десятками и сотнями тысяч строк данных, типичных для многолетних метеонаблюдений с высокой периодичностью. Риск "зависаний" и потери данных высок.
- ~ Сложность воспроизводимости и автоматизации: Каждый анализ — это уникальная последовательность ручных действий (кликов, перетаскиваний). Повторить его на новых данных или проверить корректность расчетов сторонним специалистом крайне сложно. Автоматизация через макросы уступает современным языкам программирования в надежности и возможностях.
- ~ Примитивность анализа: Excel не подходит для сложной предобработки данных (очистка от шумов, интерполяция пропусков в нерегулярных рядах), продвинутой статистики и, тем более, для задач машинного обучения, которые становятся стандартом в современной метеорологии.
- ~ Ограниченные возможности визуализации: Стандартные графики Excel не годятся для создания специализированных карт погоды, наложения слоев данных (например, изобар на карту рельефа) или интерактивных панелей мониторинга. [12]

Таким образом, Excel — это инструмент для конечной стадии работы (подготовка отчета для печати) или для очень небольших, локальных задач. Для полноценной научной и оперативной работы его возможностей недостаточно.

2. Обработка данных с помощью программы на Python: мощьность и гибкость

Преимущества:

- ~ Неограниченная масштабируемость и производительность: Библиотеки Python, например Pandas и NumPy, оптимизированы для работы с огромными массивами данных (миллионы и миллиарды записей), что критически важно для обработки спутниковых снимков, данных сетевых наблюдений или выходных данных глобальных климатических моделей, и, что особенно важно для моей работы - данных экспериментальных метеорологических датчиков. Обработка всего вышеупомянутого выполняется быстро и эффективно.
- ~ Автоматизация, воспроизводимость и контроль версий: Написанный скрипт является точной, документированной инструкцией по обработке. Его можно легко запустить на новых данных.
- ~ Мощные специализированные библиотеки: Экосистема Python предоставляет инструменты для каждого этапа работы:
- ~ Загрузка и предобработка: Pandas для табличных данных, хатгау для сеточных (Grid) данных и запросы погодных условий, например, с сервиса OpenWeatherMap.
- ~ Научные вычисления и статистика: NumPy, SciPy, statsmodels.
- ~ Визуализация: Matplotlib для сложных научных графиков, Cartopy и Basemap для картографирования.
- ~ Интеграция и кроссплатформенность: Python-скрипты легко взаимодействуют с базами данных (Oracle, PostgreSQL), облачными хранилищами, веб-сервисами. Код, написанный на одной операционной системе (Windows, Linux), практически всегда работает на другой.
- ~ Глубина анализа: Возможность реализовать любые, даже самые сложные алгоритмы обработки сигналов, пространственного анализа,

статистического моделирования, что открывает путь к исследованиям и созданию инновационных прогностических продуктов.

Недостатки:

- ~ Высокий порог входа: требуется обучение программированию.
- ~ Время на разработку и отладку: Создание надежного, хорошо документированного кода занимает значительно больше времени, чем построение таблицы в Excel. Необходимы навыки тестирования и отладки.
- ~ Сложность в обеспечении "коробочного" решения: для пользователя-непрограммиста (например, оператора метеостанции) запуск скрипта из командной строки может быть барьером. Создание удобного графического интерфейса — отдельная трудоемкая задача, хотя для этого существуют библиотеки, такие как PyQt или Tkinter. [13]

3. Сравнительная таблица и практические рекомендации

Для наглядности ключевые различия сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Ключевые различия методов обработки данных

Критерий	Excel	Python
Объем данных	Малый и средний (до ~100-500 тыс. строк)	Любой (ограничен только ресурсами ПК/сервера)
Автоматизация	Ограниченная (макросы VBA)	Полная и гибкая
Воспроизводимость	Низкая (ручные операции)	Идеальная (код как документация)
Сложность анализа	Базовая статистика,	Любая: от фильтрации до

Критерий	Excel	Python
	простые графики	нейросетевых моделей
Визуализация	Стандартные статические графики	Специализированные, интерактивные, картографические
Порог входа	Низкий	Высокий (требуется навыки программирования)
Кроссплатформенность	Ограничена (преимущественно Windows)	Полная
Интеграция	С офисным пакетом	С любыми внешними системами, БД, API

Исходя из сравнительного анализа можно сделать вывод, что для современной метеорологии, где данные становятся "большими", Python и созданные на его основе программы являются безальтернативным решением. Будущее за гибридными подходами, где мощные Python-бэкенды занимаются сбором, очисткой, анализом и моделированием данных, а результаты в удобной форме доставляются пользователям через интерфейсы, использующие, в том числе, и знакомые Excel-отчеты для финального представления.

Заключение

В данной работе были изучены руководящие документы по метеорологическим приборам и учебные пособия по методам и средствам гидрометеорологических измерений. На основе полученных знаний был выявлен метод для обработки данных.

Для того, чтобы начать обрабатывать данные были собраны и проанализированы множество архивов. Был создан единый шаблон в электронной таблице Excel, который позволяет выявлять неравномерность работы датчиков и облегчает анализ для специалистов.

В процессе работы в ПО Microsoft Excel были выявлены сложности метода, а именно: непостоянство входных данных (разный формат и качество исходных данных) и неудобство их обработки. Вследствие чего специалисты вынуждены тратить очень много времени на выполнение монотонных операций, нежели на качественный анализ полученных результатов.

Исходя из того, что метод был отягощен сложностями было принято решение о создании программы, которая облегчит специалисту подготовку, обработку и анализ экспериментальных данных метеорологических датчиков.

Данная программа успешно была использована некоторыми моими работодателями. Хотя программа обрабатывает еще не все метеопараметры, но с каждым месяцем я с коллегой дорабатываем её. На данном этапе приложение решает следующие задачи:

1. Перенос данных из текстового в табличный формат;
2. Усреднение данных;
3. Очистка архива;
4. Расчет метеорологических параметров;
5. Формирование архива из множества файлов в один;
6. Формирование журнала АВб.

Были не задействовано в программе, но реализованы следующие задачи:

1. Протоколы испытаний экспериментальных датчиков (по запросу);

2. Подготовка к архиву и обработка такого метеопараметра, как осадки.

Был проведен сравнительный анализ двух методов и сделан вывод, что для тестирования экспериментальных метеодатчиков в современной гидрометеорологии следует использовать такое программное обеспечение, которое позволит адаптироваться под разные входные условия и запросы потребителей, в том числе и данную разработанную программу.

Список используемых источников

1. Н.О. Григоров, А.Г. Саенко, К.Л. Восканян. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012 – 306 с.
2. Восканян, К.Л. и др. Автоматические метеорологические станции: в 2 т. / К.Л. Восканян, А.Д. Кузнецов, О.С. Сероухова. — Ч. 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие. — СПб.: изд. РГГМУ, 2016. — 170 с.
3. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. Практикум. — СПб.: РГГМУ, 2015. — 99 с.
4. Моргунов В. К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: Учебник/В. К. Моргунов. — Ростов/Д. : Феникс — Новосибирск: Сибирское соглашение, 2005. — 331 с. — с ил. (Высшее образование).
5. Метеорологические методы и приборы наблюдений: Учебное пособие. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013 — 189 с.
6. Метеорологические датчики (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://meteorologist.ru/>
7. Профессиональное метеорологическое оборудование НПФ РАЙМЕТ (ООО НПФ РАЙМЕТ) (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://raimet.ru/>
8. Профессиональное метеорологическое оборудование МЕРАПРИБОР (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://merapribor.ru/>
9. Датчики и контрольно-измерительное оборудование (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://datchiki.com/>
10. Метеорологическое оборудование. (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://td-automatika.ru/>

11. ИРАМ (Институт радарной метеорологии). (Электронный ресурс).
Режим доступа: <https://iram.ru/>
12. Обзор Excel. (Электронный ресурс). Режим доступа:
<https://support.microsoft.com/ru-ru/excel>
13. Обзор Python. (Электронный ресурс). Режим доступа:
<https://www.python.org/>