



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

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Изменчивость температуры и влажности воздуха на аэродроме Елизово»

Исполнитель Кондратьев Артем Евгеньевич

(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)

доктор физико-математических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Кузнецов Анатолий Дмитриевич

(фамилия, имя, отчество)

«__» июня 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Оглавление	
Список условных обозначений.....	3
Введение.....	4
1 КРАМС-4.....	6
1.1 Структура, функции и задачи	6
1.2 Измерительный канал температуры и влажности воздуха.....	8
1.3 Кодирование данных	10
2 Описание аэродрома Елизово	16
2.1 Краткое физико-географическое описание	16
2.2 Сведения о пункте наблюдения.....	19
2.3 Состав и размещение метеоборудования	21
3 Общие сведения о климате аэродрома.....	26
4. Изменчивость температуры и влажности на аэродроме Елизово.....	35
4.1 Изменчивость температуры и влажности в зимний период.....	35
4.2 Изменчивость температуры и влажности воздуха в летний период	39
Заключение	44
Список использованных источников	46

Список условных обозначений

КРАМС-	комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция.
ИКАО-	международная организация гражданской авиации
METAR/SPECI-	международный авиационный код для передачи регулярных и специальных сообщений о погоде на аэродроме
МРЛ-	метеорологическая радиолокационная станция
АМРК-	автоматические метеорологические радиолокационные комплексы
ВПП-	взлетно-посадочная полоса
ИВПП-	искусственная взлетно-посадочная полоса
КТА-	контрольная точка аэродрома
БПРМ-	ближний приводной радиомаркерный пункт
ВНГО-	высота нижней границы облачности

Введение

Температура воздуха является важным параметром для всех сфер жизни человека. Сельское хозяйство, транспорт, военный сектор, туризм и многие другие области жизнедеятельности тесно взаимосвязаны с погодными условиями, в том числе и с температурой.

В современном мире авиация тоже зависит от изменений в окружающей среде. Так достаточно высокие или низкие температуры могут поставить под угрозу выполнение полётов. Температура влияет на обледенение, если это зимний период времени и температуры низкие. В случае обледенения необходимо обрабатывать самолеты реагентами. Влажность влияет на появление явлений на аэродроме (туман, дымка и др.).

При метеорологическом обеспечении аэронавигации используются данные о температуре воздуха, температуре точки росы и иногда – относительной влажности воздуха.[1]

Я проходил производственную практику летом 2019 года на Камчатке, на аэродроме Петропавловск-Камчатский в городе Елизово. Поэтому свою выпускную квалификационную работу решил посвятить исследованию изменчивости метеорологических параметров, полученных станцией КРАМС-4, установленной на аэродроме Елизово.

Больше всего меня заинтересовало как меняется температура и влажность воздуха на аэродроме.

Цель работы:

Исследовать изменчивость температуры и влажности воздуха на аэродроме Елизово

В работе поставлены следующие задачи:

Подготовить климатическое описание района аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово).

Изучить систему метеорологического обеспечения полетов на аэродроме.

Сформировать базу данных, измеренных на аэродроме информационно-измерительной системой КРАМС-4.

Исследовать изменчивость температуры и влажности воздуха на аэродроме Елизово.

1 КРАМС-4

1.1 Структура, функции и задачи

Изменчивость температуры и влажности воздуха можно оценить по показаниям метеорологической станции КРАМС-4. КРАМС-4 – это комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция. Она предназначена для измерения и сбора метеорологической информации об основных параметрах атмосферы на аэродромах, обработки этой информации, формирования метеорологических сообщений, отображения, регистрации и распространения информации по каналам связи для обеспечения взлета и посадки воздушных судов.[1,3] Структурная схема станции КРАМС-4 приведена на рисунке 1.1.

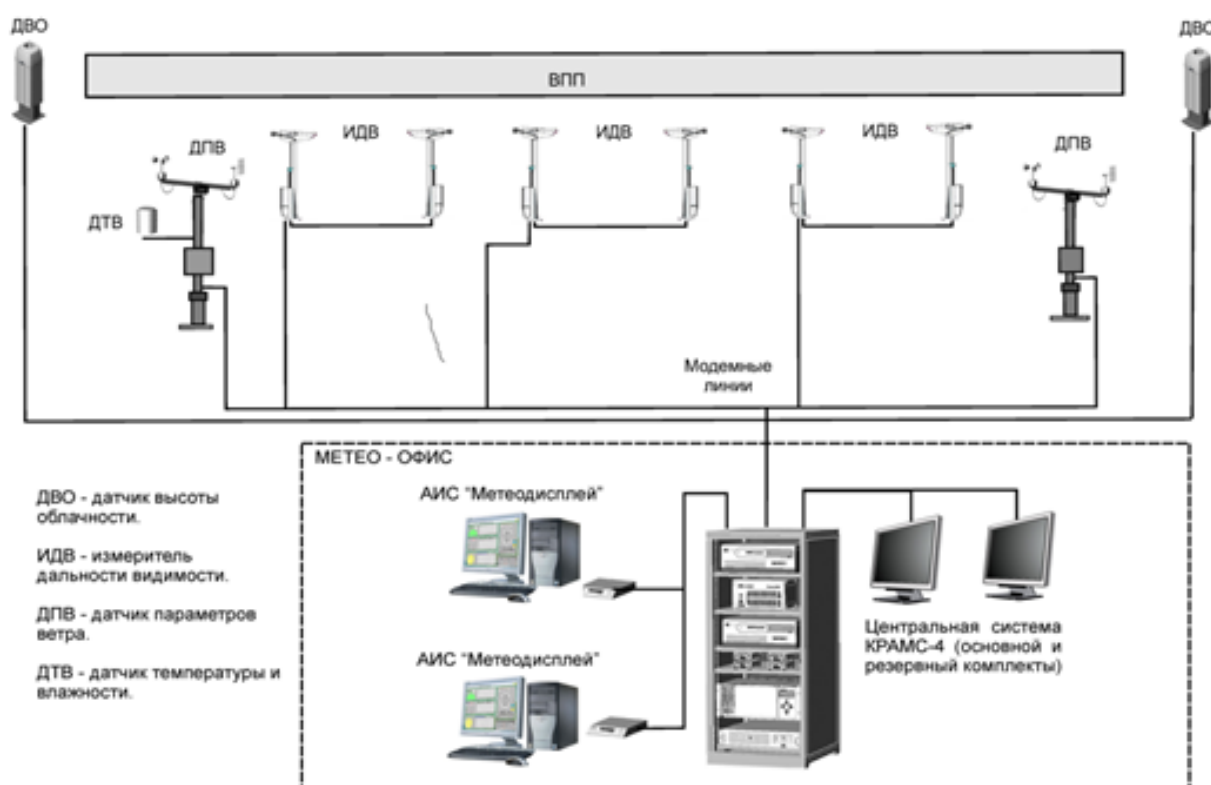


Рисунок 1.1 – Структурная схема станции КРАМС-4

Данные от датчиков и первичных измерительных преобразователей, входящих в состав станции КРАМС-4 поступают на вход центрального устройства и обрабатываются. Одновременно техник метеоролог производит ручной ввод значений метеорологических величин, не измеряемых автоматически, а также другой информации, необходимой для обеспечения взлета и посадки воздушных судов.[1,3]

Центральное устройство станции КРАМС-4 (рисунок 1.2), кроме обработки измерительных сигналов, проводит вычисление производных метеорологических величин по заданным алгоритмам, формирует информацию, предназначенную для службы руководства и управления полетами, консультации летного состава и передачи в линии связи.[1,3]



Рисунок 1.2 – Центральное устройство станции КРАМС-4

Станция КРАМС-4 имеет пять основных измерительных каналов: параметров ветра, видимости, облачности, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха.[1,3]

В зависимости от комплектации станции датчиками количество измерительных каналов может быть расширено.[3,4]

1.2 Измерительный канал температуры и влажности воздуха

Измерительный канал температуры и влажности воздуха производит вычисление температуры точки росы по измеренной температуре и относительной влажности воздуха, которые поступают на вход этого измерительного сигнала в цифровом коде. Одновременно производится вычисление парциального давления водяного пара.[1]

При комплектации КРАМС-4 датчиком температуры и влажности, который входил в состав КРАМС-2 и который выдавал измерительные сигналы, содержащие температуру сухого и смоченного термометров (психрометрический метод измерения влажности воздуха), расчет характеристик влажности производится по психрометрической формуле.[1]

Таким образом, на вход измерительного канала температуры и влажности воздуха поступают:

- а) измерительные сигналы, содержащие текущие непрерывные значения температуры ($^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности воздуха (%) от датчиков HMP45D (рисунок 1.3);



Рисунок 1.3 – Измеритель температуры и влажности HMP45D

- б) измерительные сигналы, содержащие значения температуры сухого и смоченного термометров (при температуре воздуха выше $^{\circ}\text{C}$), температуры сухого термометра (температуры воздуха) и относительной влажности воздуха (при температуре

воздуха ниже °С) от датчика температуры и влажности воздуха
КРАМС-2.[1]

Максимальное парциальное давление E (гПа) вычисляется по формуле:

$$E = E_0 \exp\left(\frac{\alpha_w \cdot t}{\beta_w + t}\right), \quad (1.1)$$

где $E_0 = 6,1121$ гПа.[1]

Преобразование измеренных значений температуры сухого термометра (температуры воздуха) и температуры смоченного термометра производится по известной психрометрической формуле. [1]

На выходе измерительного канала температуры и влажности воздуха выдаются следующие метеовеличины:

- температура воздуха в целых градусах Цельсия (°С) по Международной температурной шкале (МТШ);
- температура точки росы в целых градусах Цельсия;
- относительная влажность воздуха (%);
- парциальное давление водяного пара (гПа);
- дефицит насыщения водяного пара (гПа);
- температура воздуха в десятых долях градуса Цельсия.[1]

При метеорологическом обеспечении аэронавигации используются данные о температуре воздуха, температуре точки росы и иногда - относительной влажности воздуха. При этом в сводках погоды, распространяемых на аэродроме (дисплеи, индикаторы), а также в коде METAR/SPECI, при округлении значений температуры, измеренных с точностью до десятых долей градуса Цельсия, округление до целых единиц производится в сторону более высокого значения температуры, например, 2,5°С округляются до 3 °С, а минус 2,5 °С – до минус 2 °С.[1]

1.3 Кодирование данных

В измерительном канале температуры и влажности воздуха КРАМС-4 обеспечено кодирование признаков значений температуры символом Т, температуры точки росы –ТD, а при значениях ниже 0 °С перед значениями Т и ТD дается символ MS.[1]

Автоматическое кодирование в коде METAR/SPECI мороси (DZ), дождя (RA), снега (SN), снежных зерен (SG), ледяных кристаллов (1C), ледяной крупы (PE), града (GR), дождя со снегом (SNRA), тумана (FG), дымки (BR) и мглы (HZ) в КРАМС-4 производится по измерительным сигналам, поступающим на вход вычислительного компонента (центральной системы) КРАМС-4 от идентификатора FD12P, который обеспечивает достаточно достоверное автоматическое распознавание этих атмосферных явлений.[1]

При кодировании перечисленных атмосферных явлений по измерительным сигналам, поступающим от идентификатора FD12P, учитываются следующие положения:

- несмотря на то, что идентификатор FD12P обеспечивает определение интенсивности атмосферных явлений, интенсивность осадков в соответствии с п. 7.4 кода METAR/SPECI не кодируется;
- если наблюдаются осадки в виде нескольких форм, то соответствующие буквенные обозначения их объединяются в единую группу с доминирующим типом осадков;
- в интервале температур от -5 °С до +8 °С идентификатор FD12P иногда не может определить тип осадков или соотношение между интенсивностью осадков разных типов; в этом случае идентификатор FD12P выдает сообщение в виде «тип осадков не известен», кодируемое сокращение UP.[1]

Автоматическое кодирование ливневых осадков в КРАМС-4 производится не только по измерительным сигналам, поступающим от идентификатора FD12P в виде RA (дождь), SN (снег), GR (град), GS (ледяная или снежная крупа), но и по радиолокационным сигналам, поступающим от МРЛ или АМРК. Как известно, радиолокационный метод обнаружения ливневых осадков с учетом местных критериев радиолокационной отражаемости облаков и/или осадков является наиболее надежным методом автоматического распознавания и оценки интенсивности ливневых осадков. [1]

В результате обработки указанной информации, содержащейся в измерительных сигналах, поступающих от идентификатора FD12P, МРЛ или АМРК, КРАМС-4 обеспечивает автоматическое кодирование ливневых осадков в виде:

- а) SHRA (слабый), SHRA (умеренный), +SHRA (сильный) ливневый дождь;
- б) SHSN (слабый), SHSN (умеренный), + SHSN (сильный) ливневый снег;
- в) SHRASN (слабый), SHRASN (умеренный), + SHRASN (сильный) ливневый дождь со снегом;
- г) SHGR (слабый), SHGR (умеренный), + SHGR (сильный) град;
- д) SHGRRA (слабый), SHGRRA (умеренный), + SHGRRA (сильный) град с дождем;
- е) SHGS (слабая), SHGS (умеренная), + SHGS (сильная) ливневая ледяная или снежная крупа. [1]

Используя радиолокационную информацию о местоположении кучево-дождевых облаков и ливневых осадков, КРАМС-4 обеспечивает автоматическое кодирование ливневых осадков, находящихся вблизи, в пределах 8 км от периметра аэродрома, т. е. с использованием кодового обозначения VC, например, VCSHA (ливневый дождь вблизи аэродрома).[1]

При наличии датчиков метеорологической оптической дальности, установленных у ВПП, в КРАМС-4 не представляет трудностей автоматическое кодирование атмосферных явлений, ухудшающих дальность видимости. [1]

Дымка автоматически распознается по ухудшению видимости в пределах от 1 до 5 км, что успешно осуществляется с помощью информации от датчиков метеорологической оптической дальности. Кроме того, от идентификатора FD12P на вход вычислительного компонента поступает сигнал BR (дымка) в коде METAR/SPECI, который автоматически включается в сообщения, распространяемые на аэродроме (дисплеи или блоки индикации АИУ) и в сводки, распространяемые за пределы аэродрома (в коде METAR/SPECI).[1]

Туман, так же как дымка, надежно автоматически распознается по измерительным сигналам, получаемым от датчиков метеорологической оптической дальности при ее значении 1 км и менее и датчику влажности воздуха (температуре точки росы, близкой температуре воздуха). При наличии в составе КРАМС-4 идентификатора FD12P на вход вычислительного компонента КРАМС-4 поступает сигнал FG (туман) в коде METAR/SPECI. КРАМС-4 обеспечивает включение обозначения FG (туман) в сводки, распространяемые на аэродроме (дисплеи или блоки индикации АИУ), и в сводки, распространяемые за пределы аэродрома (METAR/SPECI).[1]

Автоматическое кодирование в КРАМС-4 тумана указателями MI (тонкий), BC (обрывки, клочья), PR (частичный, покрывающий часть аэродрома), VC (вблизи аэродрома, в пределах 8 км) возможно только при наличии информации о метеорологической оптической дальности, охватывающей территорию в пределах 8 км от периметра аэродрома, что требует установки дополнительных датчиков метеорологической оптической дальности.[1]

Таким образом, КРАМС-4 обеспечивает автоматическое кодирование FG (тумана) без указаний его характеристик (тонкий, обрывки; клочья, частичный, покрывающий часть аэродрома, вблизи аэродрома) и автоматическую передачу сообщений, распространяемых на аэродроме (дисплеи или блоки индикации АИУ) и за пределы аэродрома (в коде METAR/SPECI с указанием сокращения NDV). [1]

Дым, вулканический пепел, мгла, пыль (обложная) автоматически между собой не распознаются вследствие отсутствия соответствующих датчиков. В «Руководстве по эксплуатации FD12P» указывается, что мгла, ухудшающая дальность видимости до 5 км и меньше, кодируется обозначением MIST, а дым, пыль или песок – кодом 05.

В целом следует отметить, что указанные атмосферные явления, распознаваемые в КРАМС-4 по сигналам датчиков метеорологической оптической дальности видимости (ухудшение дальности видимости) и датчиков относительной влажности (пониженная), дают возможность только сделать вывод о том, что наблюдаемое понижение дальности видимости до 5 км и ниже вызвано не туманом или дымкой. Поэтому в соответствии с рекомендациями ИКАО в КРАМС-4 все атмосферные явления, ухудшающие видимость, кроме дымки и тумана, автоматически кодируются буквенным выражением UP.[1]

Воронкообразные облака, смерчи (торнадо или водяные смерчи) кодируемые одним буквенным обозначением: FC. По рекомендации ИКАО шквалы являются дополнительной информацией и кодируются буквенным обозначением SQ. Информация о шквалах должна передаваться при их обнаружении, как в срок формирования сводок, так и в период между установленными сроками измерений (наблюдений) метеовеличин.[1]

Основными средствами автоматического обнаружения торнадо, смерчей и шквалов являются метеорологические радиолокаторы и/или автоматизированные метеорологические радиолокационные комплексы. Поэтому при поступлении данных, содержащих радиолокационную

информацию о торнадо или водяных смерчах (FC) и шквалах (SQ), обеспечивается автоматическое кодирование этих атмосферных явлений и автоматическая передача информации о них в сводках, распространяемых как на аэродроме, так и за его пределами (в коде METAR/SPECI).[1]

Песчаную бурю (SS) и пыльную бурю (DS) автоматически (приборами) распознавать между собой очень трудно. По этой причине для целей метеорологического обеспечения аэронавигации искать различия между песчаной бурей (SS) и пыльной бурей (DS) не рационально. Как песчаная буря (SS), так и пыльная буря (DS) представляют опасность для аэронавигации тем, что приводят к понижению дальности видимости и возникают при сильном ветре, который затрудняет, а иногда и вообще исключает взлет и посадку воздушных судов.[1]

Автоматическое распознавание пыльной (песчаной) бури при наличии информации о дальности видимости, скорости приземного ветра и относительной влажности не представляет трудности. В КРАМС-4, укомплектованной датчиками метеорологической оптической дальности, параметров ветра и влажности воздуха, обеспечено автоматическое распознавание, кодирование и передача информации о пыльной (песчаной) буре, передаваемой в сводках погоды, распространяемых на аэродроме и за его пределами (в коде METAR/SPECI в буквенном выражении DS или SS).[1]

Автоматическое распознавание низовой метели (BL) связано с определенными трудностями, которые не дают возможности достоверного и надежного автоматического распознавания и кодирования этого атмосферного явления в КРАМС-4. Однако при распространении низовой метели до высоты 2,5 м и более над ВПП 24 КРАМС-4 обеспечивает автоматическое формирование соответствующей информации (буквенное выражение BLSN).[1]

Гроза (TS) автоматически распознается метеорологическими измерительными системами, в которые поступают измерительные сигналы или от грозопеленгаторов-дальномеров, и/или от метеорологических

радиолокаторов, или от автоматизированных метеорологических радиолокационных комплексов. Автоматическое обнаружение гроз над аэродромом и в районе аэродрома указанными средствами не представляет трудностей и обеспечивается с большой вероятностью. Однако разделение гроз на «гроза над аэродромом» (TS) и на «гроза вблизи аэродрома, в пределах 8 км от периметра аэродрома» (VCTS) затруднительно как с использованием грозопеленгаторов-дальномеров, так и метеорологических радиолокаторов.[1]

При наличии информации о присутствии гроз и их местоположении относительно аэродрома КРАМС-4 обеспечивает автоматическое формирование и передачу информации о грозах, распространяемой внутри аэродрома, а также кодирование в коде METAR/SPECI в буквенной форме TS (гроза над аэродромом), VCTS (гроза вблизи аэродрома, в пределах 8 км от периметра аэродрома) и RETS (гроза между сроками формирования информации или за истекший час).[1]

2 Описание аэродрома Елизово

2.1 Краткое физико-географическое описание

Аэродром Петропавловск-Камчатский (Елизово) расположен в южной части полуострова Камчатка, в Авачинской низменности, выходящей к юго-восточному побережью[2] (рисунок 2.1). Разница между местным временем и всемирным скоординированным временем (ВСВ) составляет 12 часов.



Рисунок 2.1 – Камчатка. Вид сверху[6]

Местность, окружающая аэродром, гористая (рисунок 2.2). Горный рельеф в основном вулканического происхождения. На северо-западе почти в меридиональном направлении простирается система горных хребтов,

состоящая из Ганальского хребта с максимальной высотой 2059 м и Восточного – 2277 м.



Рисунок 2.2 – Район расположения аэродрома[5]

Вид аэродрома с высоты птичьего полета представлен на рисунке 2.3. На западе и юге от аэродрома расположено большое количество небольших горных хребтов, среди которых отчётливо выделяются отдельные сопки (рисунок 2.4), действующие и потухшие вулканы. Наиболее характерными из них являются: Корякский вулкан (3456 м) – в 25 км к востоку от аэродрома, Авачинский вулкан (2750 м) – несколько южнее Корякского, Жупановская сопка (2958 м) – в 70 км к северо-востоку, Вилючинская сопка (2173 м) – в 50 км к югу.[2]

границу района омывают воды Тихого океана, которые образуют многочисленных количества бухт и заливов.

Растительный покров по долинам рек и склонам сопков представляет собой лесные массивы камчатской берёзы с зарослями кустов жимолости, шиповника, голубики, брусники. Выше 500 м на склонах гор произрастает кедр и стланик, а с высоты 1000 м горы покрыты мхом и лишайником.[2]

2.2 Сведения о пункте наблюдения

Географические координаты КТА: $\phi 53^{\circ}10'13''$ $\lambda 158^{\circ}27'13''$.

Аэродром Петропавловск-Камчатский (Елизово) – аэродром совместного базирования класса «А», I категории, имеет две ИВПП (рисунок 2.5):

- ИВПП № 16Л-34П – направление $164^{\circ}/344^{\circ}$, длина 3398 м, ширина 56 м. Полоса эксплуатируется со светосигнальным оборудованием ОВИ-1 типа «Transcon». С МК344 $^{\circ}$ обеспечивает посадку воздушных судов по минимуму I категории ИКАО, с МК164 $^{\circ}$. Используется при визуальном заходе.
- ИВПП №16П-34Л направление $164^{\circ}/344^{\circ}$, длина 2500 м, ширина 60 м. Полоса не используется.[2]



Рисунок 2.5 – Аэродром Петропавловск-Камчатский (Елизово), ВПП

Расстояние между осями ИВПП 212 м.

Высота порогов ВПП МК164⁰-34.4м; МК344⁰-39.46м.

Высота КТА-38.34м

Магнитное склонение: минус 7⁰ (-6⁰,48). [2]

Для наблюдений за погодой в районе аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово) используются следующие пункты:

- ✓ ОПН – основной пункт наблюдений, расположен на расстоянии 350 метров от торца ВПП (МК344⁰) в направлении к ее середине, обеспечен полным комплектом метеоборудования для измерения значений всех метеорологических элементов. Высота над уровнем моря 39,5 м. Относительное превышение чашки ртутного барометра, установленного на ОПН, над южным порогом ВППМК344⁰ составляет плюс2,304м;
- ✓ ВПН – вспомогательный пункт наблюдений, расположен в районе БПРМ с МК164⁰;

- ✓ ДПН – дополнительный пункт наблюдений находится в районе с БПРМ с МК344°. Метеорологические наблюдения на ВПН и ДПН производятся дистанционно с ОПН:
- ✓ на ВПН – за ветром, видимостью и нижней границей облаков при работе с МК164°;
- ✓ на ДПН – за высотой нижней границы облаков (вертикальной видимостью) с МК344°.[2]

2.3 Состав и размещение метеоборудования

На аэродроме Петропавловск-Камчатский (Елизово) измерение метеорологических элементов и распространение информации METAR и SPECI производится с помощью комплексной автоматизированной системы КРАМС-4 (рисунок 2.6).[2]



Рисунок 2.6 – КРАМС-4

Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС-4, укомплектованная набором датчиков вдоль ВПП:

- ФИ-36 шт.,
- ДВО-2МК 6 шт.,
- измеритель параметров ветра WT5014 шт.,
- НМР45D с коллекторомQLI502шт.,
- РТВ2202 шт.

Станция КРАМС-4 оснащена средствами отображения метеоинформации «МетеоДисплей» (рисунок 2.7).[2]

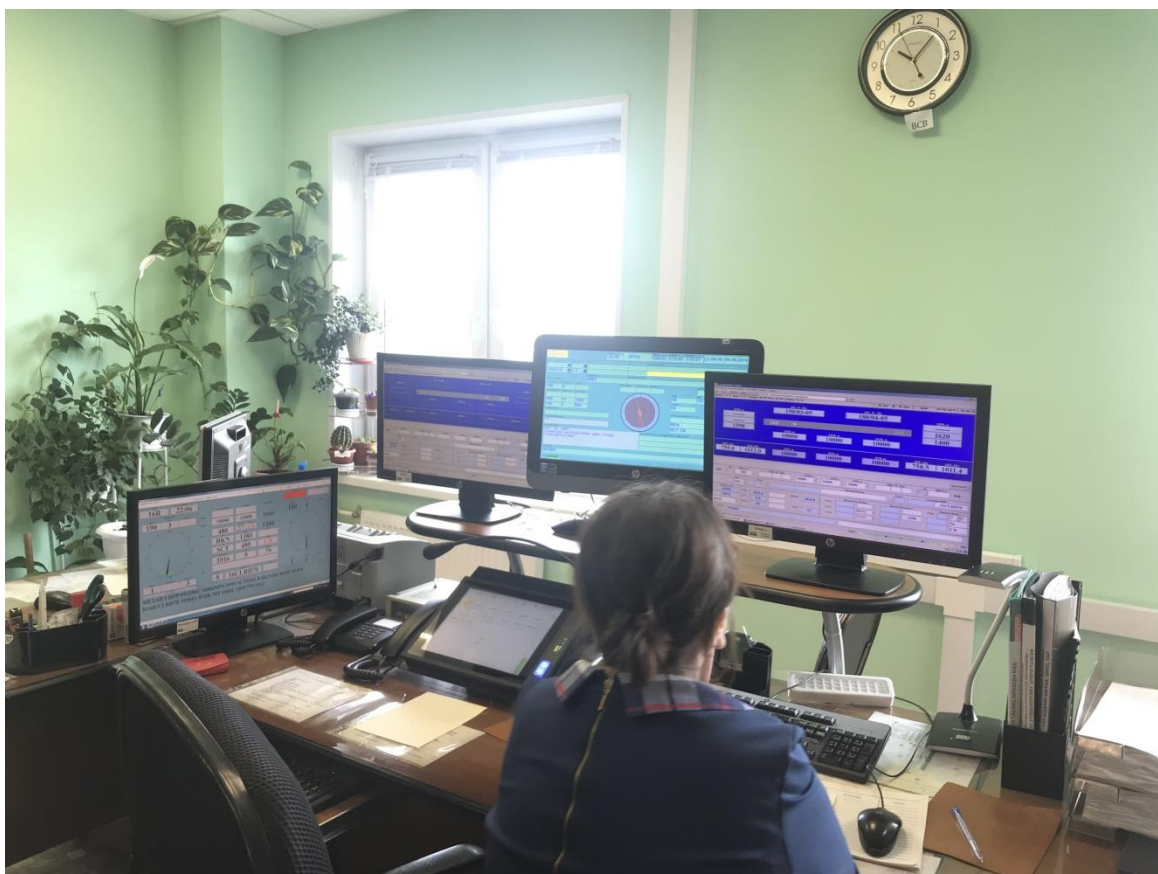


Рисунок 2.7 – Средства отображения метеоинформации

Первичные измерительные преобразователи метеорологической дальности видимости ФИ-3 установлены:

- 2 комплекта у порога ВПП (МК-344П) на расстоянии 300 м от торца ВПП;
- 2 комплекта у середины ВПП на расстоянии 180 м от траверзы середины ВПП и на расстоянии 152 м от осевой линии ВПП;
- 2 комплекта у порога ВПП (МК-164Л) на расстоянии 130 м от торца ВПП в сторону середины и на расстоянии 152 м от осевой линии ВПП.

Все приборы ФИ-3 (рисунок 2.8) установлены на вышках высотой 5 м и на высоте 1,5 м относительно ближайшей точки осевой линии ВПП.[2]



Рисунок 2.8 – Импульсный фотометр ФИ-3

Дистанционные первичные измерители высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) типа ДВО-2МК по 2 комплекта установлены на БПРМ с МК-344П на удалении 1200 м от порога ВПП, с МК-164Л на удалении 900 м от порога ВПП, а также на ОПН на удалении 350 м от порога ВПП.[2]

Первичные измерители преобразователи параметров ветра WT501 (WAV/WAA) расположены (рисунок 2.6):

- 2 комплекта у порога ВПП (МК-344П) на расстоянии 300 м от торца ВПП в сторону середины и на расстоянии 152 м от осевой линии ВПП;

- 2 комплекта у порога ВПП (МК-164Л) на расстоянии 130 м от торца ВПП в сторону середины и на расстоянии 152 м от осевой линии ВПП.

Все первичные измерительные преобразователи параметров ветра WT501 установлены вдоль ВПП, смонтированные на мачтах высотой 10 м относительно ближайшей токи осевой линии ВПП.[2]

Измерители атмосферного давления РТВ220 (основной и резервный) (рисунок 2.9), СР-А(резервный), БРС-1М (резервный) находятся на ОПН.



Рисунок 2.9 – Барометр РТВ220

Комплект измерителей температуры и влажности воздуха:НМР45D (основной и резервный), ТМ-1, ТМ-2 (резервный),установлены на метеоплощадке[2] (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Метеоплощадка аэродрома Елизово

3 Общие сведения о климате аэродрома

Климатические условия юго-восточного побережья и Авачинской низменности определяются географическим положением, активной циклонической деятельностью и близостью Тихого океана. В холодный период отепляющее влияние Тихого океана весьма значительно. По данным Л.С. Потаповой (1971) адвективный приток тепла с Тихого океана на юго-восточное побережье достигает 6-7 ккал/см². [2]

Циклоническая деятельность над югом полуострова характерна для всего года. Однако наиболее интенсивна она в холодный период. Летом циклоническая деятельность заметно ослабевает, юго-восточное побережье нередко оказывается под воздействием гребня северо-тихоокеанского максимума.

В целом климат юго-восточного побережья характеризуется как морской умеренный, однако удалённость аэродрома от береговой полосы обуславливает в районе аэродрома заметную континентальность климата, типичную для Авачинской низменности. [2]

В климатическом описании использованы данные наблюдений на аэродроме Петропавловск-Камчатский (Елизово) фиксируемые системой КРАМС-4 за период с 2010 по 2014 годы. Наблюдения производились круглосуточно, через 30 минут в период полетов и через час после их окончания. [2] Аэродромная климатологическая сводка показана на рисунке 3.1.

Средняя годовая температура воздуха за период 2010-2014гг равна плюс 2,3°С. Самый холодный месяц в году – январь, со средней температурой минус 9,8°С. Самый теплый месяц в году август, средняя температура этого месяца – плюс 15,2°С. Абсолютный максимум температуры воздуха наблюдался в июле 2012 года и составил плюс 33,2°С. Абсолютный минимум температуры воздуха минус 28,4°С, отмечен в январе 2014года. Абсолютная амплитуда колебаний температуры достигает 61,6°С. [2]

АЭРОДРОМ: Елизово ВПП: 34П ПРЕВЫШЕНИЕ НАД СУМ: 40
 МЕСЯЦ: годовая ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ: 2010 – 2014
 ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ: 43001
 Таблица Ч.13

Темпера- тура, °С	Время (ВСВ) , ч																							Сред.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	знач.
от -30 до -25																					0,1		0,1	0,1	0
от -25 до -20	0,3	0,1					0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,7	1,1	1,0	1,2	1,6	2,0	1,9	1,9	1,5	0,9	0,7
от -20 до -15	3,2	1,7	0,7	0,2	0,2	0,3	0,8	1,8	2,6	2,9	3,0	4,3	4,6	5,2	5,8	5,9	6,7	7,1	7,3	7,4	7,1	7,1	6,0	4,5	4,0
от -15 до -10	6,9	5,8	4,6	3,4	3,1	3,5	4,5	5,3	6,2	7,6	8,5	8,3	9,1	9,5	10,2	10,5	10,4	10,5	10,7	10,4	10,7	10,4	10,1	8,6	7,9
от -10 до -5	12,3	11,9	11,5	11,0	11,2	11,6	12,3	13,0	13,4	13,6	13,8	14,2	13,8	13,0	12,6	12,4	12,9	13,0	12,7	12,4	12,1	12,1	12,4	12,8	12,6
от -5 до 0	14,8	15,6	16,2	17,8	17,6	18,4	18,4	17,9	17,4	17,3	16,8	16,4	15,8	17,3	16,9	16,7	16,8	16,1	15,9	15,5	14,6	13,0	12,4	13,3	16,2
от 0 до 5	15,8	16,0	17,4	17,7	18,1	16,8	16,0	16,2	16,5	17,7	18,6	19,2	20,0	19,0	19,6	20,2	19,5	19,6	20,2	20,0	19,1	18,2	15,8	14,6	18,0
от 5 до 10	11,4	12,1	12,0	11,6	12,2	13,1	13,2	13,2	14,7	14,6	15,4	15,7	16,0	16,2	16,9	17,0	17,4	17,6	17,3	16,4	15,1	13,6	13,9	13,2	14,6
от 10 до 15	15,1	14,3	13,7	13,8	13,4	13,6	14,4	15,5	15,5	16,5	17,4	17,1	17,2	16,8	15,3	14,7	13,8	13,4	13,1	14,2	16,0	16,9	16,5	15,4	15,1
от 15 до 20	13,2	13,2	13,1	13,3	13,3	13,5	12,5	11,2	10,1	7,7	5,3	4,1	2,8	2,2	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2	1,7	3,0	6,6	9,9	12,8	7,4
от 20 до 25	6,1	7,5	8,5	8,9	8,6	7,4	6,3	4,8	3,1	2,0	0,7	0,3	0,1					0,1	0,1	0,1		0,2	1,7	4,0	2,9
от 25 до 30	1,1	1,7	2,1	2,2	2,1	1,6	1,4	0,9	0,4	0,1														0,1	0,6
от 30 до 35			0,2	0,1	0,1	0,2	0,1																		0

Рисунок 3.1 – Аэродромная климатологическая сводка

По данным за период 2010-2014гг продолжительность безморозного периода составляет 192 дня. Наименьшая продолжительность периода – 177 дней, наибольшая – 202. Самый короткий безморозный период может длиться с 28 апреля по 21 октября.

Из-за активной циклонической деятельности в зимний период отмечается от 8 до 21 дней с оттепелями. Самый ранний снег отмечен 12 октября 2013 года, самый поздний снег выпадал 26 мая 2011 года.

Близость морского побережья определяет высокую относительную влажность в районе аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово). Среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 67%. [2]

По сравнению с периодом 2005-2009гг, в 2010-2014гг средняя годовая температура воздуха повысилась на 0,5°C. Самым холодным месяцем последней пятилетки стал январь, а в предыдущий период февраль был самым холодным месяцем. Август по-прежнему является самым теплым месяцем, но его средняя температура повысилась на 0,9°C.

Изменились и экстремальные значения температур: максимум повысился на 2,5 °C и сместился с августа на июль; минимум понизился на 2,4°C и сместился с февраля на январь. [2]

Суточно-годовой ход средних значений температуры воздуха представлен на рисунке 3.2.

Повторяемость (%) приземной температуры воздуха через интервалы 5°C в определённые сроки наблюдений (по месяцам и за год) представлена в таблице 3.1.

Среднее число пасмурных дней (с видимостью менее 8000м и облачностью ВНГО менее 600м) – 192,8 дня. [2]

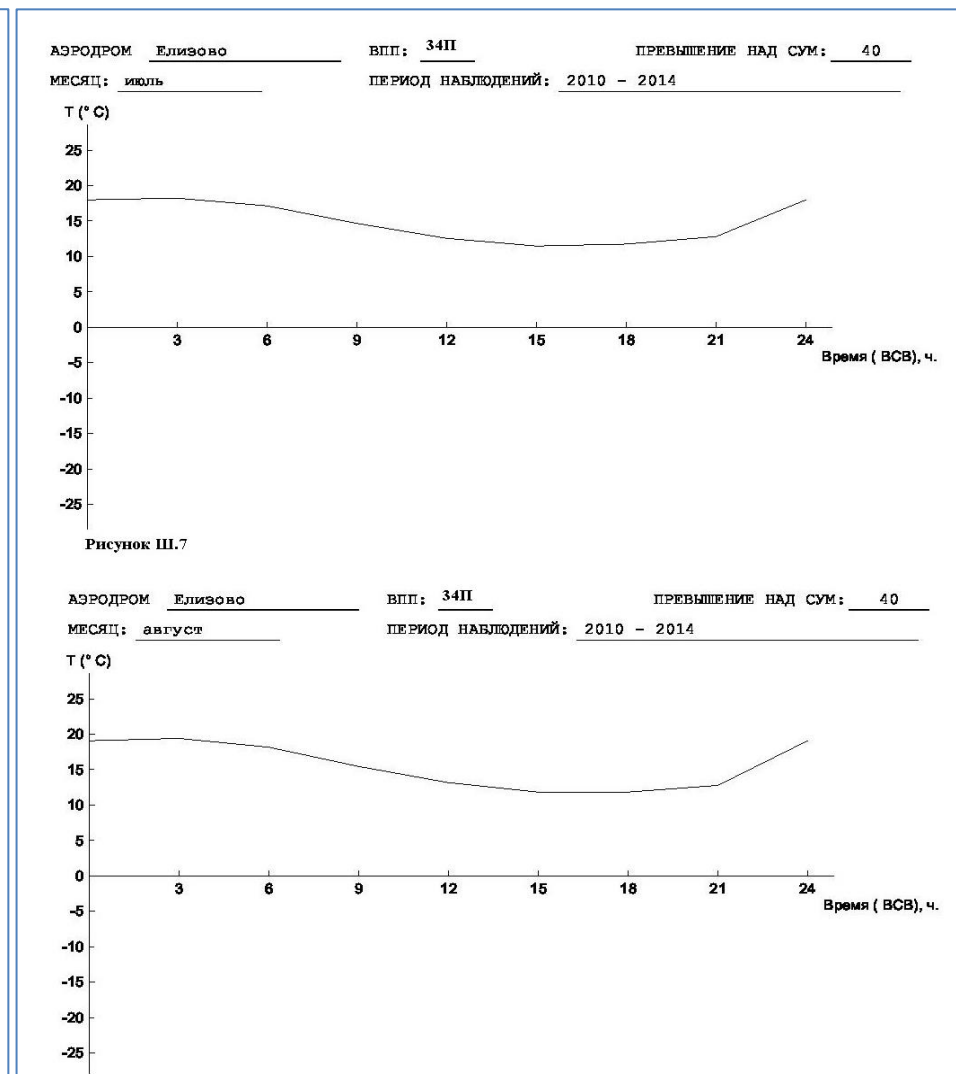
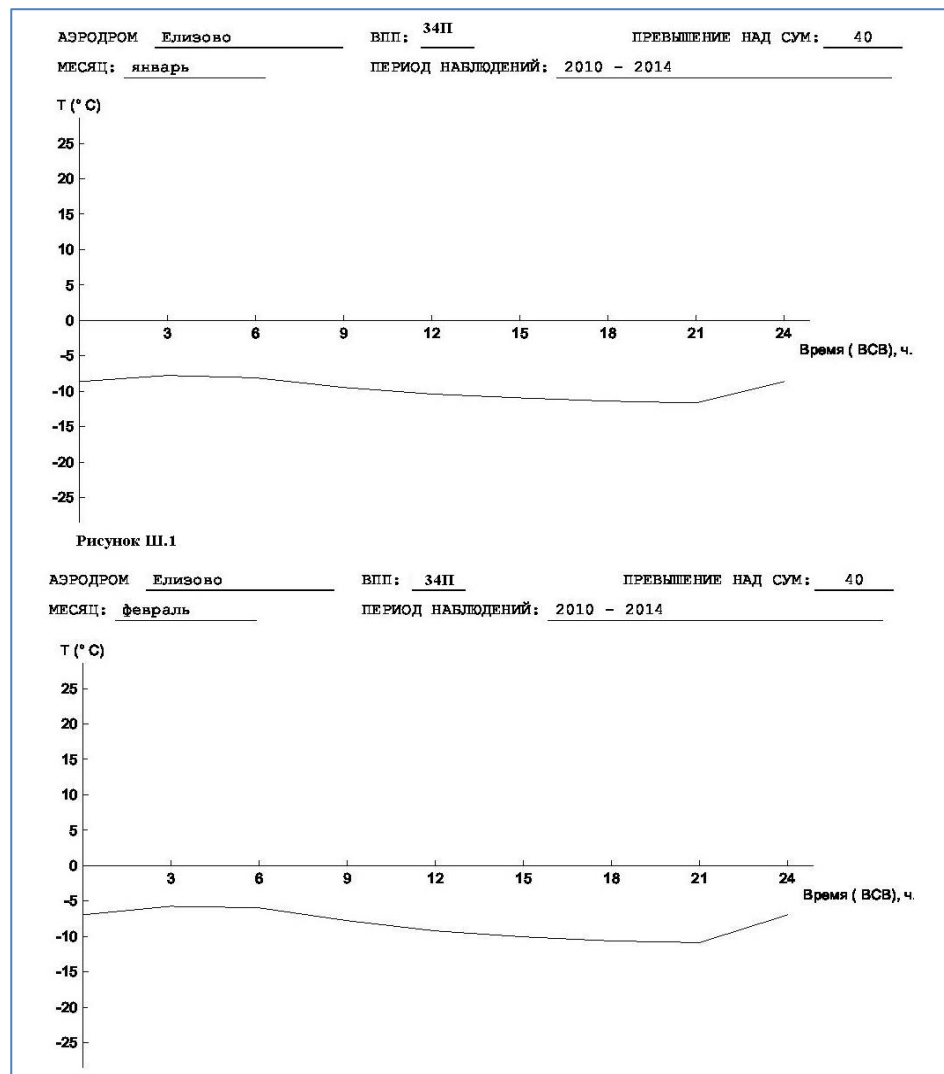


Рисунок 3.2 – Суточно-годовой ход средних значений температуры воздуха

Таблица 3.2

Повторяемость (%) приземной температуры воздуха через интервалы 5°св
определённые сроки наблюдений (по месяцам и за год)

АЭРОДРОМНАЯ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКАЯ СВОДКА

АЭРОДРОМ: Елизово ВПП: 34П ПРЕВЫШЕНИЕ НАД СУМ: 40МЕСЯЦ: январь ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ: 2010 – 2014ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ: 3705

Таблица Ч.1

Темпера- тура, °С	Время (ВСВ), ч																							Сред. знач.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
от -30 до -25																					1,3				0,1
от -25 до -20	1,3	0,6					0,6	0,6	1,3	1,3	2,0	1,3	2,6	5,8	5,2	9,1	7,1	7,1	11,7	12,9	10,3	13,0	11,7	7,1	4,7
от -20 до -15	21,9	12,9	5,2	1,3	1,3	2,6	5,8	14,2	18,7	17,9	18,4	26,6	26,8	23,9	26,6	22,1	25,8	27,1	23,4	23,9	23,9	23,4	23,4	21,9	18,3
от -15 до -10	24,5	28,4	30,3	24,5	20,0	21,9	27,7	27,1	25,8	29,8	28,9	24,7	22,9	25,2	24,0	26,6	25,2	24,5	24,0	21,3	21,3	20,8	23,4	24,5	24,9
от -10 до -5	27,1	30,3	31,6	39,4	43,9	43,9	41,9	32,3	31,6	31,1	29,6	26,6	26,8	20,6	20,8	20,8	21,9	20,6	18,8	21,9	21,9	22,1	22,1	22,6	27,9
от -5 до 0	18,7	19,4	22,6	25,8	25,2	22,6	16,8	20,0	16,1	14,6	15,8	14,3	13,7	18,1	16,2	14,9	15,5	15,5	16,2	14,2	16,1	14,9	14,3	16,8	17,4
от 0 до 5	6,5	8,4	10,3	9,0	9,7	9,0	7,1	5,8	6,5	5,3	5,3	6,5	7,2	6,5	7,1	6,5	4,5	5,2	5,8	5,8	5,2	5,8	5,2	7,1	6,7

АЭРОДРОМ: Елизово ВПП: 34П ПРЕВЫШЕНИЕ НАД СУМ: 40МЕСЯЦ: февраль ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ: 2010 – 2014ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ: 3371

Таблица Ч.2

Темпера- тура, °С	Время (ВСВ), ч																							Сред. знач.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
от -25 до -20	1,4								0,7	0,7	1,4	2,1	1,4	2,1	0,7	1,4	2,1	4,3	3,5	7,1	7,8	3,6	3,6	1,4	1,9
от -20 до -15	7,1	3,5	1,4	0,7				2,8	5,7	10,8	10,1	11,4	15,7	19,9	22,7	25,5	27,0	27,9	30,5	27,0	27,7	31,7	25,7	15,6	14,6
от -15 до -10	30,7	19,9	11,3	6,4	8,5	6,4	10,6	15,6	22,0	26,6	33,3	30,0	30,0	29,1	28,4	26,2	25,5	22,9	20,6	22,0	21,3	20,9	25,7	30,5	21,8
от -10 до -5	31,4	42,6	44,7	38,6	37,6	39,0	46,8	48,9	40,4	33,8	26,8	29,3	26,4	21,3	20,6	22,7	22,0	22,1	23,4	21,3	19,1	19,4	20,0	25,5	30,2
от -5 до 0	22,9	26,2	34,0	45,7	44,0	44,7	34,8	25,5	25,5	22,3	22,5	22,1	21,4	22,0	22,0	17,7	17,7	17,9	16,3	17,0	18,4	19,4	20,0	19,9	25,0
от 0 до 5	6,4	7,8	8,5	8,6	9,9	9,9	7,1	7,1	5,7	5,8	5,8	5,0	5,0	5,7	5,7	6,4	5,7	5,0	5,7	5,7	5,7	5,0	5,0	7,1	6,5
от 5 до 10							0,7																		0

АЭРОДРОМНАЯ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКАЯ СВОДКА

АЭРОДРОМ: Елизово ВПП: 34П ПРЕВЫШЕНИЕ НАД СУМ: 40МЕСЯЦ: июль ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ: 2010 – 2014ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ: 3639

Таблица Ч.7

Темпера- тура, °С	Время (БСВ), ч																							Сред. знач.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
от 5 до 10									1,3	6,6	8,0	12,5	15,8	21,1	26,3	28,3	29,6	31,6	31,6	21,7	13,9	10,6	6,0	2,0	11,1
от 10 до 15	33,6	29,1	25,0	19,9	22,5	26,3	30,3	44,7	52,6	58,3	64,7	67,8	69,7	67,1	63,8	64,5	64,5	61,8	61,8	71,1	71,5	55,0	45,7	42,1	50,6
от 15 до 20	36,8	36,4	38,2	43,7	43,7	44,7	42,1	34,2	28,9	22,5	23,3	17,8	13,2	11,8	9,9	7,2	5,9	6,6	6,6	7,2	14,6	33,1	39,1	35,5	25,1
от 20 до 25	23,0	23,2	24,3	23,8	20,5	19,1	19,7	15,1	13,8	11,9	4,0	2,0	1,3									1,3	9,3	19,1	9,6
от 25 до 30	6,6	11,3	10,5	11,3	12,6	8,6	7,2	5,9	3,3	0,7														1,3	3,3
от 30 до 35			2,0	1,3	0,7	1,3	0,7																		0,2

АЭРОДРОМ: Елизово ВПП: 34П ПРЕВЫШЕНИЕ НАД СУМ: 40МЕСЯЦ: август ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ: 2010 – 2014ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ: 3705

Таблица Ч.8

Темпера- тура, °С	Время (ВСВ), ч																							Сред. знач.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
от 0 до 5																	0,6	0,6	0,6	0,6					
от 5 до 10									0,6	0,7	2,0	4,6	5,8	9,7	16,1	20,1	22,6	28,4	33,5	31,6	17,4	3,2			
от 10 до 15	14,8	11,0	10,3	9,7	8,4	14,3	17,5	25,8	32,9	48,3	66,4	73,9	80,0	80,0	74,2	71,4	69,0	63,9	60,0	58,7	69,7	68,8	47,1	23,9	45,8
от 15 до 20	51,0	43,2	36,1	35,1	35,7	39,0	45,5	47,1	53,5	45,7	28,9	20,3	14,2	10,3	9,7	8,4	7,7	7,1	5,8	9,0	12,9	27,3	46,5	60,6	29,2
от 20 до 25	31,0	39,4	44,5	46,8	48,1	41,6	32,5	24,5	12,3	5,3	2,6	1,3										0,6	6,5	15,5	14,7
от 25 до 30	3,2	6,5	9,0	8,4	7,8	5,2	4,5	2,6	0,6																2,0

В среднем за год наблюдается 168 дней с осадками. Среднее годовое количество осадков, и распределение их по месяцам представлено в таблице 3.2. Ежемесячно отмечается от 12 до 17 дней с осадками. Средняя годовая сумма осадков составляет 638 мм, наибольшее количество осадков выпало в декабре 2010 года – 156 мм, наименьшее в декабре 2011 года – 2,8мм. Основные виды осадков: морось, дождь, ливневой дождь, снег, ливневой снег, снег с дождем, ливневой снег с дождем.[2]

Таблица 3.2

Среднее годовое количество осадков и их распределение по месяцам

Месяц	Количество	
	дней	осадков (мм)
Январь	15,8	26,6
Февраль	13,6	48,4
Март	13,8	45,1
Апрель	14,2	55,6
Май	11,6	34,7
Июнь	14,4	33,2
Июль	13	57,3
Август	11,6	43,8
Сентябрь	13,2	70,3
Октябрь	16,8	75,8
Ноябрь	14,8	81,8
Декабрь	15	65,8

Чтобы сравнить климатические характеристики аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово) с многолетними климатическими нормами, регламентирующий документ рекомендует взять последние опубликованные сведения о средних многолетних величинах. Для выполнения работы были взяты данные, приведенные на сайте Росгидромета, из справочника за 1961-1990гг.

Аэродромных данных в этом справочнике нет, поэтому приведены данные г. Петропавловск-Камчатский, как самый ближайший пункт к

аэродрому (таблица 3.3). Количество дней с осадками на аэродроме Петропавловск-Камчатский (Елизово) больше, но средняя сумма осадков по месяцам меньше. Это может быть связано с удаленностью аэродрома от побережья, где всегда осадков выпадает больше. [2]

Таблица 3.3

Климатические нормы Петропавловска-Камчатского
Справочник Росгидромета 1961-1990 гг

Месяц	Средняя температура, (°C)		Средняя сумма осадков	Среднее число дней с осадками более 0,1 мм
	ночь	день		
Январь	-10,8	-6,1	81	9
Февраль	-10,5	-5,4	70	9
Март	-8,1	-2,8	62	9
Апрель	-3,5	1,0	54	8
Май	0,6	5,6	66	8
Июнь	4,8	10,6	63	8
Июль	8,5	13,8	80	10
Август	9,7	15,1	97	11
Сентябрь	6,6	12,4	102	9
Октябрь	1,8	7,0	139	10
Ноябрь	-4,5	0,0	95	8
Декабрь	-8,4	-3,9	86	9

Направление ветра у земли носит чётко выраженные черты сезонной изменчивости: зимой преобладают ветры северного и северо-восточного направления, летом – южного и юго-восточного. Сезонная смена направления ветра обусловлена не наличием муссонной циркуляции на Камчатке, а развитием бризовой циркуляции в тёплый период. Средняя годовая скорость ветра – 3.9м/с.[2]

Среднее годовое значение атмосферного давления QNH за период 2010-2014гг составило 1008,1гПа. Максимальное значение 1037,9гПа отмечено в 2013году, минимальное – 957,5гПа в 2012 году.[2]

Грозовая деятельность в районе аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово) развита слабо, за освящаемый период зарегистрирован один случай- 30ноября 2010 года. Случай связан с прохождением теплого фронта глубокого Тихоокеанского циклона.[2]

Электризация воздушного судна – крайне редкое явление для аэродрома, как и грозы. За период с 2010 по 2014 годы отмечен один случай 18 октября 2010 года.

За пять лет зафиксировано 463 случая сдвига ветра на аэродроме. Минимальное количество сдвига ветра отмечено в 2014 году-71 случай, максимальное—112 случаев в 2013 году.[2]

Случаи болтанки и обледенения разной степени интенсивности связаны в основном с выходом глубоких циклонов, фронтальной облачностью и орографией.[2]

Обледенением называется отложение льда на обтекаемых частях, силовых установках и внешних деталях специального оборудования самолёта (вертолёта) при полёте в переохлажденных облаках, тумане, дожде, мороси и мокром снеге. Обледенению подвержены все типы самолётов и вертолётот и, несмотря на совершенствование авиационной техники, оно продолжает оставаться одним из опасных явлений погоды для авиации. Опасность обледенения заключается в том, что ледяные наросты на летательных аппаратах ухудшают их аэродинамические, эксплуатационные и лётно-технические характеристики.[2]

Основной количественной характеристикой обледенения, по данным бортовой погоды, является его интенсивность: слабое, умеренное и сильное Обледенение самолётов в воздухе наиболее вероятно, естественно, в зимний и переходные периоды. Наиболее благоприятные для сильного обледенения условия создаются при таком синоптическом положении, когда происходит

адвекция очень влажного тёплого морского воздуха южными, юго-восточными потоками. [2]

За освящаемый период по данным бортовой погоды зафиксировано 117 случаев умеренного обледенения и 9 случаев сильного обледенения. Максимальное количество случаев умеренного обледенения – 26 отмечено в 2011 году, по 3 случая сильного обледенения отмечено в 2010 и 2014 годах. [2]

Основное влияние турбулентности на летящий самолёт заключается в нарушении равновесия аэродинамических сил и моментов, действующих на самолёт, вследствие чего его движение становится возмущенным. При периодическом или пульсирующем воздействии возмущающей силы самолёт совершает непрерывные колебания, которые и воспринимаются как болтанка. Сильная турбулентность в атмосфере наблюдается в тех случаях, когда имеется сдвиг ветра по направлению или скорости по высоте.

Особенно сложен и опасен полёт с точки зрения болтанки в горных условиях Камчатки и, в частности, в районе аэродрома Петропавловск-Камчатский, где создаются благоприятные условия для возникновения орографической турбулентности. Такие условия создаются при выходе к югу Камчатки глубоких циклонов, а также при наличии над Камчаткой гребня мощного антициклона, центр которого располагается над Чукоткой или Аляской. [2]

С 2010 по 2014 гг по данным бортовой погоды зафиксировано 552 случая умеренной болтанки и 19 случаев сильной. Максимальное количество случаев умеренной болтанки – 131 отмечено в 2011 г, в этот же год отмечено и максимальное количество случаев сильной болтанки – 6. [2]

4. Изменчивость температуры и влажности на аэродроме Елизово

Для проведения исследования были собраны данные о температуре и влажности воздуха и других метеорологических параметрах на аэродроме Елизово за период с 1 января 2016 года по 31 декабря 2018 года. Данные получены из журнала АВ6 (рисунок 4.1) с дискретностью 30 минут.

Журнал АВ_6

Бланк Страница Строка Явление Архив Печать Настройки Справка

A

B

+

-

211

abc

End

Время набл.	Ветер						Видимость				Особые явления погоды (начало, конец)	Облачность			Температура	Температура точки росы	Влажность		Примечание	
	земля		высота		круг	MOR1	MOR2	MOR3	ступени яркости	кол.		форма	Н(м)	относит.			абсол.			
	направ.	скорость	порыв	направ.														скорость		
																				RVR1
03:35	180	06		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	5/1	Ac Cu	3000 1500	22.6	10.3	045	12.5	
04:00	180	06		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	5/1	Ac Cu	3000 1500	22.9	9.8	043	12.1	
04:04	180	06		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	5/1	Ac Cu	3000 1500	22.8	10.2	044	12.4	
04:30	190	06		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	5/1	Ac Cu	3000 1500	22.2	8.6	041	11.1	
05:00	190	05		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	6/2	Ac Cu	3000 1500	19.3	12.7	065	14.6	
05:25	190	04		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	6/2	Ac ScCB	3000 1200	18.9	12.4	065	14.3	
05:30	200	04		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	6/2	Ac ScCB	3000 1200	19.2	12.5	065	14.4	
06:00	210	04		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	6/2	Ac ScCB	3000 1200	19.2	13.0	067	14.9	
06:30	170	03		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	6/2	Ac Sc	3000 1200	19.3	12.4	064	14.4	
07:00	190	02		200	5	220	10	10км	10км	10км	0	день	5/1	Ac Sc	3000 1200	19.4	12.8	065	14.7	
07:30	210	03		200	5	220	10	10км	10км	10км	0		5/1	Ac	3000	18.8	12.4	066	14.3	

Журнал АВ 6 за 08. июля 2016 г.

Бланк А

Страница 1

Строка 19

Примечание

Рисунок 4.1 – Фрагмент журнала АВ6

Для того, что бы рассмотреть изменчивость температуры и влажности на аэродроме Елизово были построены графики изменения метеорологических величин во времени.

4.1 Изменчивость температуры и влажности в зимний период

На рисунке 4.2 представлено изменение температуры воздуха в январе 2016 года.

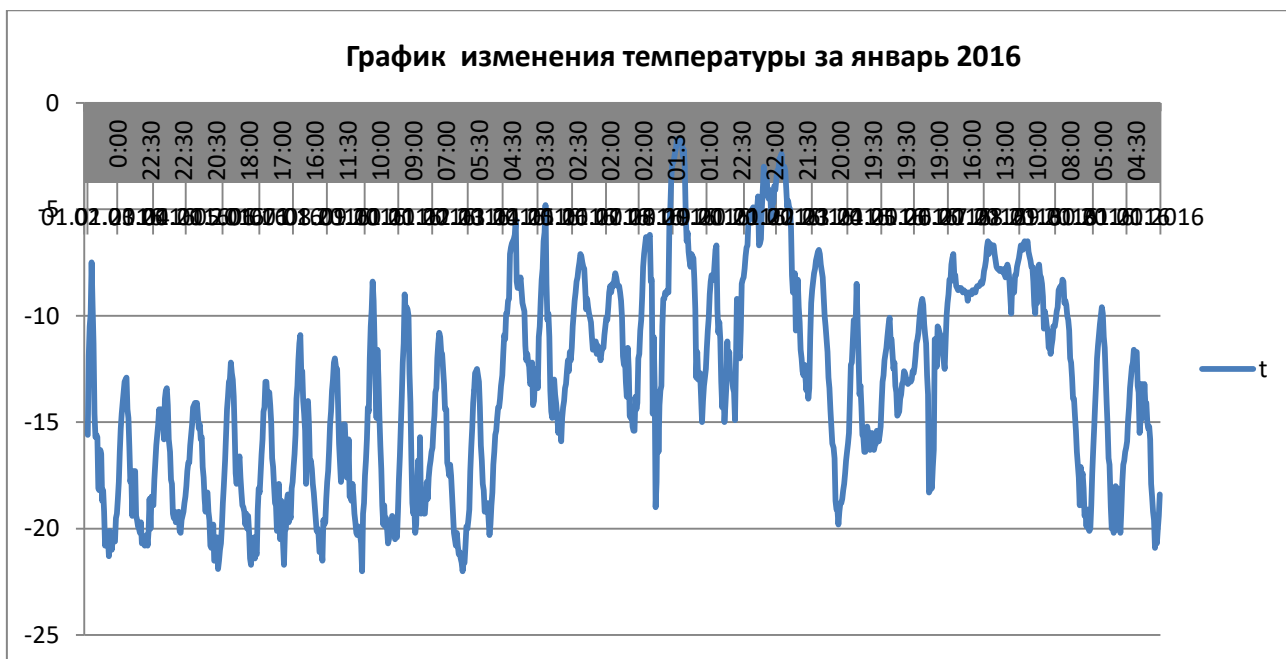


Рисунок 4.2 – Изменчивость температуры воздуха в январе 2016 г

На данном графике (рисунок 4.2) видно, начало месяца соответствовало климатической норме, начиная с 13 января, наметилась тенденция к повышению температур воздуха, что связано с прохождением теплого фронта и активной циклонической деятельностью в зимний период в районе аэродрома. Это заметно и по нарушению суточного хода температуры в районе 19-20 января.

Минимальные температуры за январь были отмечены 8 и 11 числа, когда температуры воздуха опустилась до минус 22 °C. Максимум температуры пришелся на 18 число и составил минус 1,7 °C. Максимальная амплитуда изменения температуры за месяц составила 17,3 °C и наблюдалась в период 17.01-18.01 по UTC.

Средняя температура за январь составила минус 13,3 °C.

На рисунке 4.3 представлен график изменения температуры точки росы (T_d). Минимум температуры точки росы пришелся на 6 января и составил минус 28,7 °C. Максимальное значение T_d пришелся на 20 января и составил минус 9,4 °C.



Рисунок 4.3 – Изменчивость температуры точки росы в январе 2016 г

Далее были построены и проанализированы изменения абсолютной и относительной влажности (рисунок 4.4 и 4.5 соответственно).

На рисунке 4.4 видно, что низкие значения абсолютной влажности приходятся на начало месяца, когда наблюдались низкие значения температуры воздуха. Начиная с 13 января, абсолютная влажность возрастает (начало циклонической деятельности). Проходящий циклон принес осадки в виде ливневого снега, появление которого в большинстве случаев сопровождается поземкой.

Значение абсолютной влажности было максимальным 20 января в 22.00 и составило 3 кг/м^3 , это связано с выпадением ливневого снега, который наблюдался в этот день. Минимальное значение абсолютной влажности наблюдалось 6 числа в 19.00 и составило $0,5 \text{ кг/м}^3$.



Рисунок 4.4 – Изменчивость абсолютной влажности воздуха в январе 2016 г

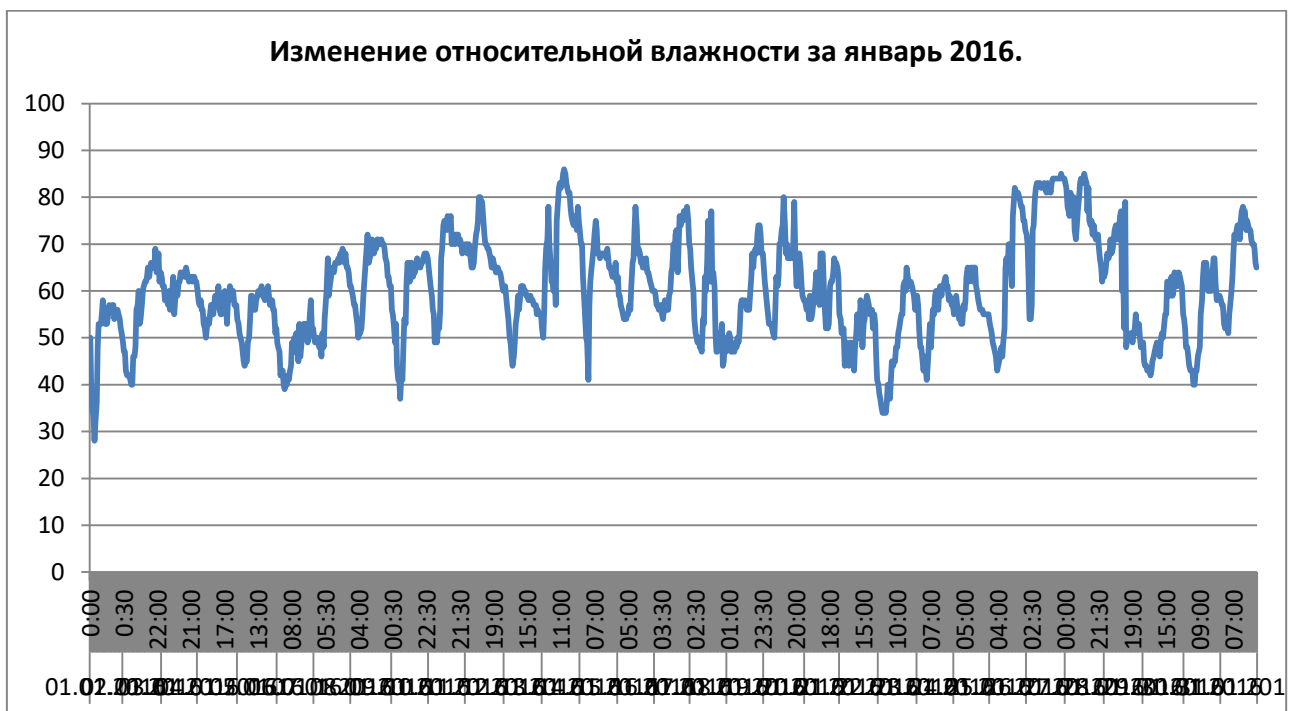


Рисунок 4.5 – Изменчивость относительной влажности воздуха в январе
2016г

Среднее значение относительной влажности за январь составило 60,3%. Изменение относительной влажности в течение месяца показано на рисунке 4.5. Максимальное значение относительной влажности наблюдалось 13 января и составляло 85%, что также связано с прохождением циклона. Минимальное значение наблюдалось 1 января и составляло 28%.

В течение месяца, значения относительной влажности не превышали 85%.

4.2 Изменчивость температуры и влажности воздуха в летний период

Изменчивость температуры и влажности воздуха в летний период рассмотрим на примере июля.

После формирования ряда значение температуры воздуха был выявлен разрыв в данных 18 июля с 10:30 до 12:00 – произошел сбой в работе датчика и в журнал АВ6 были записаны нулевые значения (рисунок 4.5). И, поскольку температура точки росы вычисляется по значениям температуры воздуха, то и в ряду значений температуры точки росы обнаружен разрыв за тот же период (рисунок 4.6).

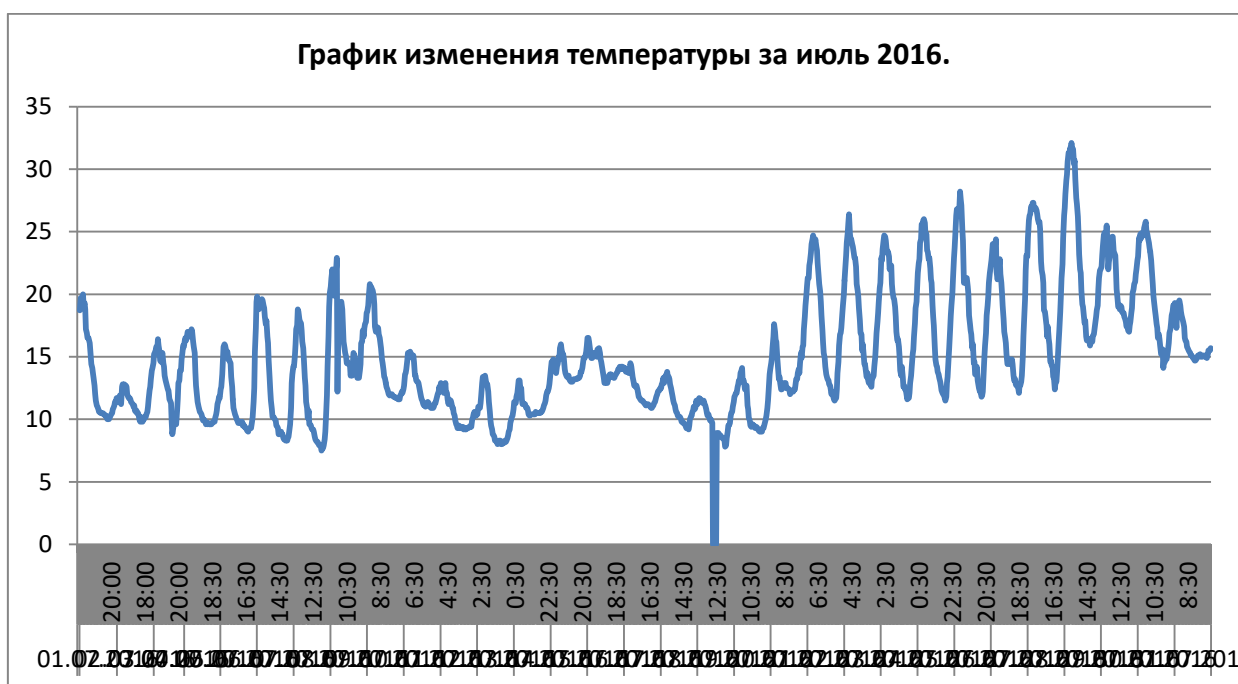


Рисунок 4.6 – Разрыв в данных температуры воздуха в июле 2016 г



Рисунок 4.7 – Разрыв в данных температуры точки росы в июле 2016 г

Ошибка в работе датчика была достаточно быстро ликвидирована, поскольку после 12 часов дня в канал измерения температуры начали поступать значения с датчика.

Для проведения дальнейшего анализа ряды данных были восстановлены. Разрыв в данных исправлен автоматизировано по методу наименьших квадратов. Восстановленный ряд температуры воздуха представлен на рисунке 4.8.

На данном графике (рисунок 4.8) четко прослеживается ярко выраженный суточный ход. В период с 9 по 19 июля суточный ход температуры несколько сбивается. Это обусловлено большим количеством облачности и наличием явлений (дымка, слабый ливневой дождь, морось и туман). Помимо суточного хода наблюдаются 8-10 дневные периоды, наличие которых говорит о прохождении фронтов.

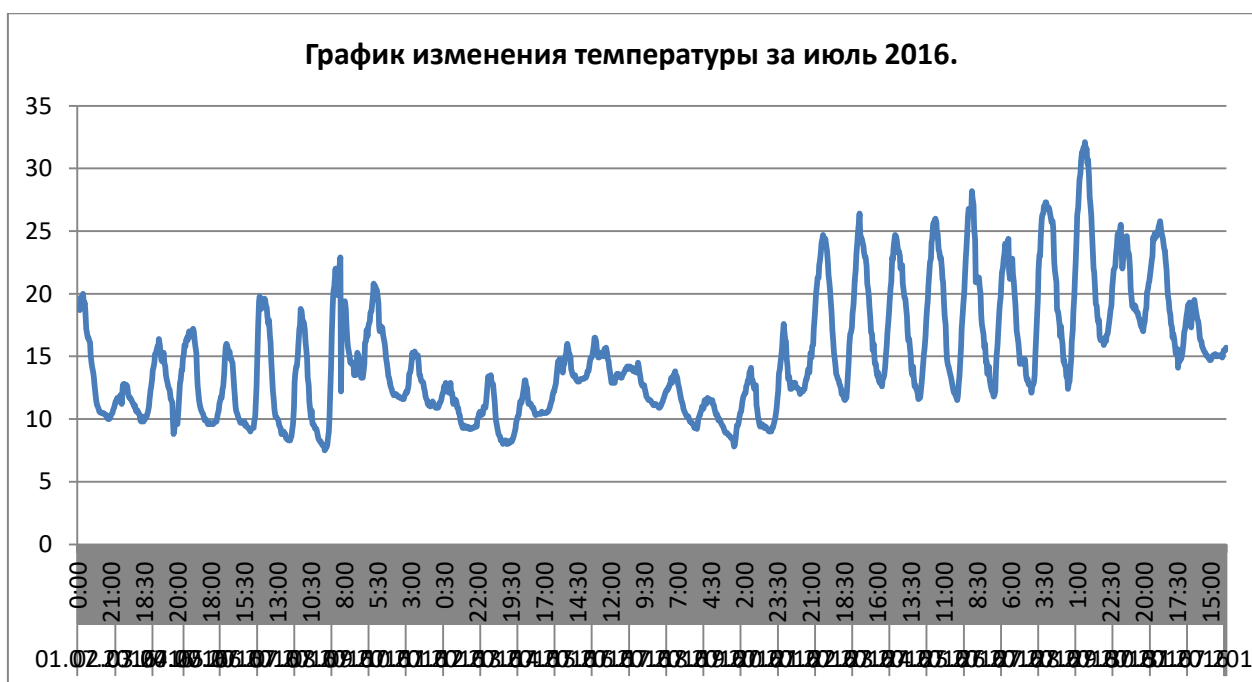


Рисунок 4.8 – Восстановленный ряд температуры воздуха за июль 2016 г

Видно, что минимум температуры за июль пришелся на 18 часов вечера 7 числа и составил 7,5 °С. Температурный максимум пришелся на 28 июля и составил 31,7 °С. Максимальная амплитуда составила 19,3 °С и наблюдалась она 27.07-28.07 по UTC. Средняя температура за июль составила 14,8 °С.

Восстановленный ряд температуры точки росы представлен на рисунке 4.9.

Максимум температуры точки росы пришелся на 29 июля и составил 19,2 °С. Минимум наблюдался 18 июля и составил 6,5 °С.

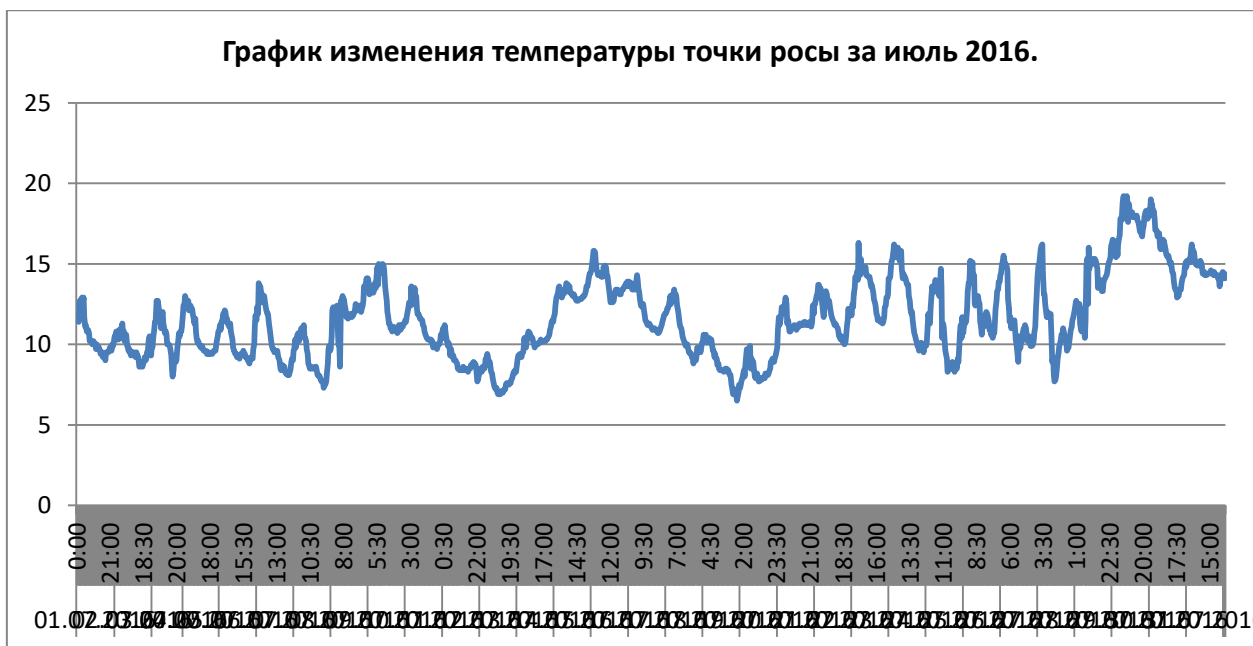


Рисунок 4.9 – Восстановленный ряд температуры точки росы за июль 2016 г

Среднее значение относительной влажности за июль составило 82,4%. Значения относительной влажности часто поднимались выше 90%, что обусловлено близостью морского побережья.

На рисунке 4.10 видно, что наибольший разброс показателей относительной влажности наблюдался во второй половине месяца, как раз тогда, когда наблюдалось потепление.

Так же можно сравнить значения относительной влажности в летний и в зимний период. Из графиков на рисунках 4.4 и 4.10 видно, что январь – более сухой месяц, среднее значение относительной влажности в январе составило 60,3%, что почти на 20% меньше среднего значения июня.

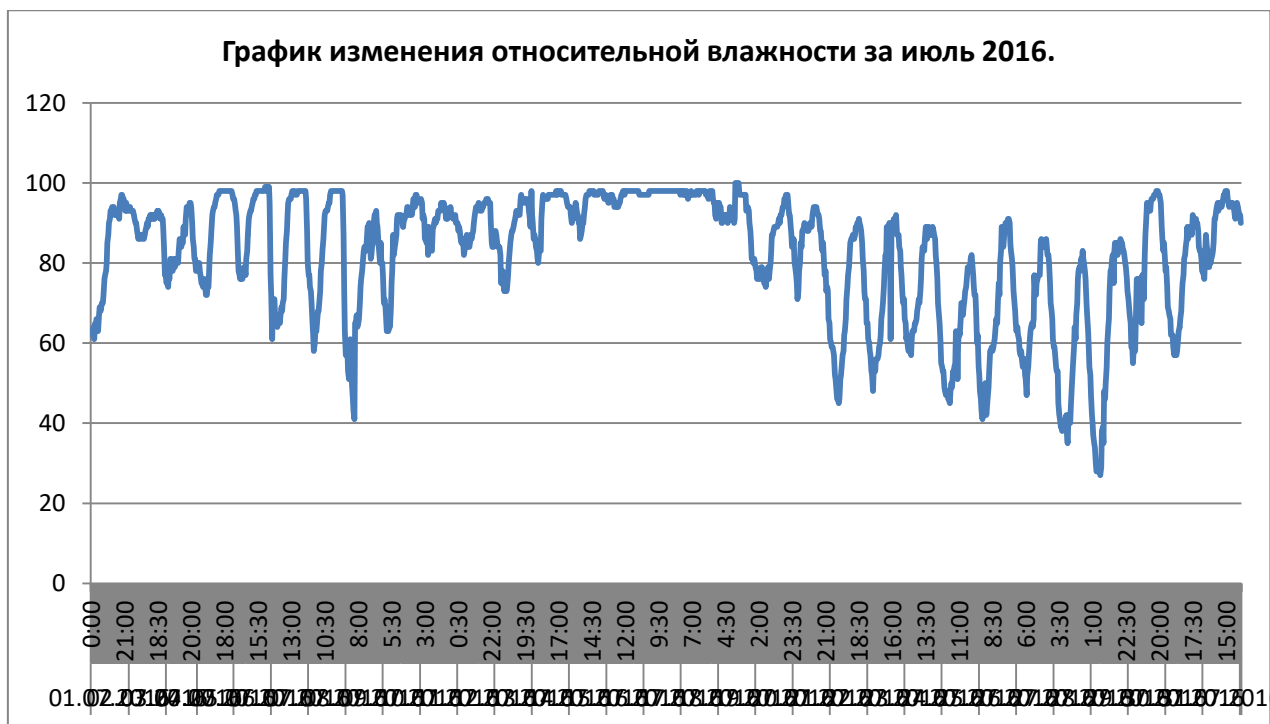


Рисунок 4.10 – Изменчивость относительной влажности воздуха в июле 2016г

Заключение

Температура и влажность являются важными характеристиками для обеспечения полетов. При сильных изменениях этих показаний, возможно появление неблагоприятных условий для авиации, например, обледенение. Именно поэтому важен круглосуточный контроль над изменением этих показателей.

В ходе выполнения работы были выполнены все поставленные задачи:

Подготовлено климатическое описание района аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово).

Изучена система метеорологического обеспечения полетов на аэродроме.

Сформирована база данных, включающая все метеорологические параметры, измеренные на аэродроме информационно-измерительной системой КРАМС-4 за три года. Данные получены с дискретностью 30 минут.

Исследована изменчивость температуры и влажности воздуха на аэродроме Елизово.

Во время исследования изменчивости температуры и влажности воздуха проведен контроль качества данных, вошедших в базу. В результате проведения контроля данных на разрывы и выбросы обнаружены и устранены кратковременные разрывы в рядах температуры воздуха и, как следствие, температуры точки росы. Инженер по обслуживанию метеорологических приборов на аэродроме быстро устранил техническую неполадку в работе датчика, потому, что данные в базе отсутствовали всего полтора часа. Восстановление рядов было проведено автоматизировано по методу наименьших квадратов.

Проведенное исследование позволило изучить временную изменчивость температуры и влажности в районе аэродрома в различные

периоды года. Выявить максимальные и минимальные значения исследуемых параметров. Посмотреть тенденцию изменения величин.

Подготовленная база данных позволила провести комплексный анализ причин, приводивших к изменению значений температуры и влажности воздуха: отследить появление особых явлений, наличие облачности, изменение атмосферного давления и др.

Список использованных источников

1. Л.И. Дивинский, А.Д. Кузнецов, А .С. Солонин. КОМПЛЕКСНАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ АЭРОДРОМНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ - КРАМС-4. Учебное пособие. 2010г. - 80 стр.
2. Климатическое описание аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово). г.Елизово. 2015г. – 285 стр.
3. Сайт института радарной метеорологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://iram.ru/iram/all_main.php?js=1&list_par=20-0 (Дата обращения 25.05.2020)
4. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть I. Тактико-технические характеристики. РГГМУ, С-Пб, 2016 г. – 165 с.
5. <https://www.google.ru/maps/>
6. https://pikabu.ru/story/kamchatka_vid_sverkhu_5621768