

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л.И. Дивинский, А.Д. Кузнецов, А.С. Солонин

КОМПЛЕКСНАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ АЭРОДРОМНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ – КРАМС-4

Учебное пособие

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию
в области гидрометеорологии в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению «Гидрометеорология»
и специальности «Метеорология»*



**Санкт-Петербург
2010**

УДК 551.508.824

ББК 39.57

Дивинский Л.И., Кузнецов А.Д., Солонин А.С.. Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция — КРАМС-4. Учебное пособие. — СПб.: РГТУ, 2010. — 80 с.

ISBN 978-5-86813-268-1

Рецензент: А.В. Белоцерковский, д-р физ.-мат. наук, проф.
ректор Тверского университета

Даны подробное описание устройства и принцип функционирования современной комплексной радиотехнической аэродромной метеорологической станции четвертого поколения КРАМС-4.

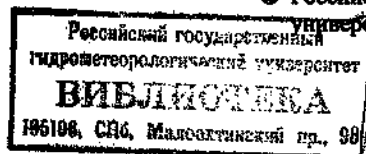
Пособие предназначено для студентов, обучающихся г по специальности «Метеорология».

The detailed description of the device and principle of functioning of modern complex radio engineering air-field meteorological station of fourth generation KRAMC-4 is given. The textbook is intended for the students trained in the higher and special education hydrometeorological profile on a specialty «Meteorology».

ISBN 978-5-86813-268-1

© Л.И. Дивинский, А.Д. Кузнецов, А.С. Солонин, 2010

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГТУ), 2010



ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие подготовлено в соответствии с учебными программами по учебным дисциплинам «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Методы зондирования окружающей среды» и «Авиационная метеорология».

Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС-4 разработана и серийно изготавливается Закрытым акционерным обществом «Институт радарной метеорологии» (ЗАО «ИРАМ») по лицензии Госстандарта Российской Федерации (Лицензия № 000106-И от 30.12.2002 г.).

КРАМС-4 сертифицирована Госстандартом Российской Федерации (Сертификат типа средства измерения RU.C.28.001.A № 12518 от 2.07.2002 г.), Межгосударственным авиационным комитетом (Сертификат типа № 76 от 29.04.1997 г. и дополнение № 1 к этому сертификату от 15.06.2001 г.).

КРАМС-4 допущена к применению на авиаметеорологической сети Росгидромета решением ЦКПМ Росгидромета (протокол № 3 от 27.11.1997 г.).

Данная станция предназначена для метеорологического обеспечения взлета и посадки воздушных судов на аэродромах. На начало 2007 г. установлено и используется по назначению 47 КРАМС-4, из них 27 – в аэропортах России (Пулково, Домодедово, Ульяновск, Минеральные Воды, Баку, Ростов-на-Дону и др.) и 20 – в международных аэропортах стран СНГ (Казахстан, Азербайджан, Узбекистан, Молдова, Беларусь, Украина, Киргизия, Таджикистан). В связи с этим представляется необходимым подготовить будущего специалиста-метеоролога как к обслуживанию, так и к работе на КРАМС-4.

Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС-4 предназначена для метеорологического обеспечения аэронавигации. Она обеспечивает:

а) автоматические дистанционные измерения метеовеличин датчиками, размещаемыми на аэродроме у взлетно-посадочной полосы (ВПП) в соответствии с требованиями нормативных документов;

б) обработку измерительных сигналов, получаемых от датчиков и других источников метеоинформации (метеорологических радиолокаторов, автоматизированных радиолокационных комплексов, идентификаторов атмосферных явлений и др., включая ручной ввод), автоматическое формирование и передачу метеорологической информации, соответствующей Международным и отечественным рекомендациям, стандартам и требованиям;

в) автоматическое распространение метеоинформации внутри аэродрома, а также за пределы аэродрома в коде METAR/SPECI;

г) архивацию с возможностью распечатки всей измеряемой и распространяемой метеоинформации с указанием времени и места проведения измерения метеовеличин.

КРАМС-4 может использоваться для метеорологического обеспечения взлета и посадки воздушных судов на всех аэродромах, включая ВПП (направления) точного захода на посадку I, II и III категорий.

КРАМС-4 является отвечающей современным техническим требованиям измерительной системой метеорологического назначения для аэронавигации. В соответствии с рекомендациями нормативных документов Государственного стандарта России КРАМС-4 сконструирована так, что вычислительный компонент может использовать любые сертифицированные датчики метеовеличин и другую информацию, по которой в результате обработки и соответствующих вычислений обеспечивается формирование, выдача, передача и архивация метеорологической информации, необходимой для метеорологического обеспечения аэронавигации.

Общая структурная схема КРАМС-4 с датчиками, прошедшими государственные приемочные испытания в составе КРАМС-2 (в 1989 г.), представлена на рис. 1.

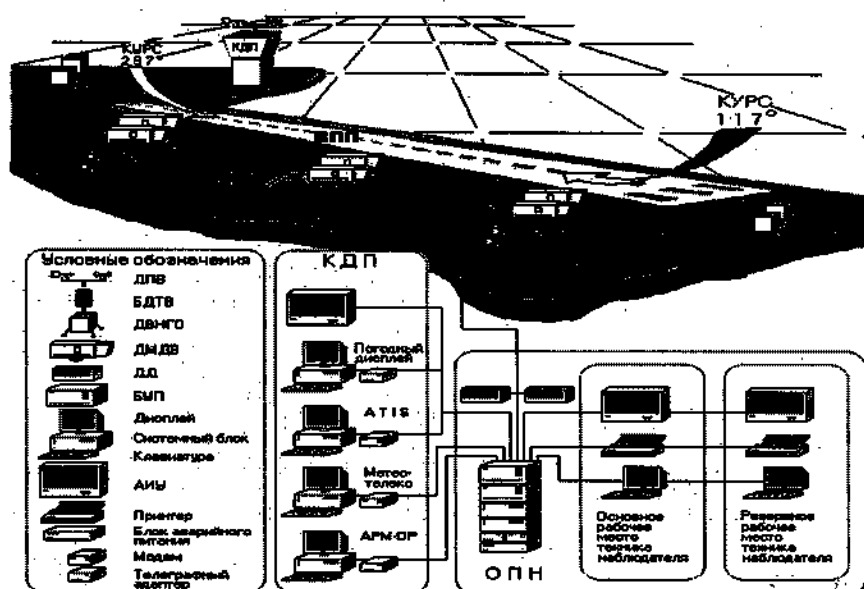


Рис. 1. Структурная схема системы КРАМС-4 с датчиками, первичными и промежуточными измерительными преобразователями КРАМС-2
ДПВ – датчик параметров ветра; БДТВ – блок давления, температуры и влажности воздуха; ДВНГО – датчик высоты нижней границы облаков; ДМДВ – датчик метеорологической дальности видимости; ДД – датчик давления; БУП – блок управления и преобразования; АИУ – автоматическое индикаторное устройство; КДП – командно-диспетчерский пункт; ОПН – основной пункт наблюдения.

КУРС 1180°

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

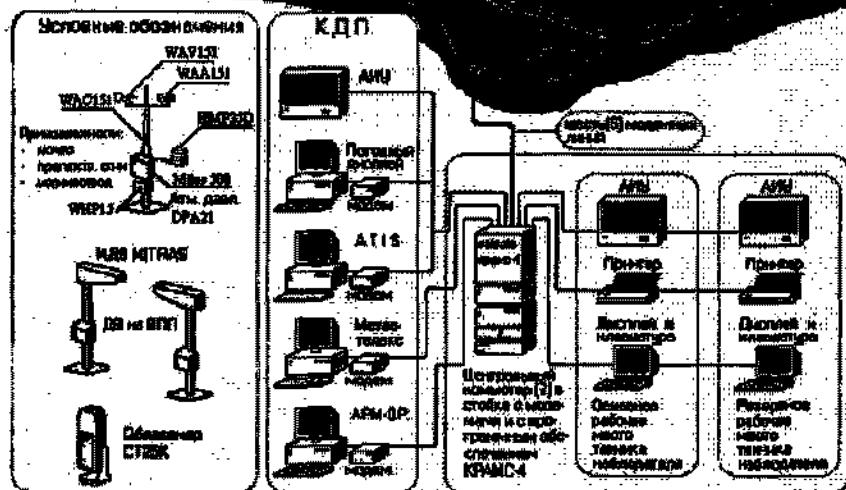
Условные обозначения

WAPL WAALSI

WALSI 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

К.Д.П.

АНУ



6

1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ АЭРОДРОМНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ КРАМС-4

Принцип действия КРАМС-4 основан на использовании сертифицированных датчиков метеорологических параметров атмосферы и состояния подстилающей поверхности, быстродействующей и надежной вычислительной техники (современные персональные ЭВМ) и совершенного базового и специального программного обеспечения. Последнее позволяет полностью автоматизировать не только обработку и преобразование измерительных сигналов метеовеличин, но и формирование и передачу метеорологической информации, а также обеспечивать постоянный контроль за работой КРАМС-4. Такая работа КРАМС-4 облегчает труд оператора (техника-метеоролога) и расширяет возможности системы человек-машина (СЧМ по ГОСТ 21033-75).

Как измерительная система по нормативно-техническим документам Госстандарта России, КРАМС-4 состоит из измерительного, связующего и вычислительного компонентов, а также средств отображения, регистрации и представления метеоинформации.

Измерительный компонент. Измерительный компонент — средство измерений: измерительный прибор, измерительный преобразователь, мера, измерительный коммутатор.

Измерительный компонент состоит из датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей метеовеличин, измеряющих:

- а) метеорологическую оптическую дальность (MOR);
- б) высоту нижней границы облаков (вертикальную видимость);
- в) мгновенную скорость и направление ветра;
- г) атмосферное давление;
- д) температуру и влажность воздуха.

В измерительный компонент КРАМС-4 входит идентификатор погоды FD12P. Этот идентификатор предназначен для автоматиче-

ского распознавания атмосферных явлений и передачи измерительных сигналов в вычислительный компонент, в котором производится определение и передача информации. Для автоматического распознавания, формирования и кодирования атмосферных явлений в КРАМС-4 могут входить метеорологические радиолокационные комплексы, профайлеры и другие средства или непрерывно поступающая информация от них.

Одним из преимуществ и достоинств КРАМС-4 является возможность использования в измерительном компоненте любых сертифицированных датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей метеовеличин, подтвержденных Сертификатом типа метеоборудования аэродромов, выданным Межгосударственным авиационным комитетом.

Связующий компонент. Связующий компонент (каналы связи) — техническое средство либо часть окружающей среды, предназначенное или используемое для передачи с минимально возможными искажениями сигналов, несущих информацию об измеряемой величине от одного компонента системы к другому.

В КРАМС-4, размещаемых на аэродромах, каналами связи являются аэродромные линии связи, по которым производится передача измерительных сигналов (аналоговых или цифровых - в зависимости от используемых датчиков) от датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей в вычислительный компонент.

Для увеличения дистанционности передачи измерительных сигналов от датчиков метеовеличин в центральную систему в КРАМС-4 используются последовательные линии RS232 и модемы типа DMX55, ZYXEL, V3365/U336R и др.

Вычислительный компонент. Вычислительный компонент — цифровое вычислительное устройство (или его часть), которое совместно с программным обеспечением выполняет функции обработки результатов наблюдений (или прямых измерений), переводя результаты измерений в число или соответствующий ему код.

В КРАМС-4 вычислительный компонент представлен центральной системой, в состав которой входят:

- а) две персональные электронно-вычислительные машины;

- б) два принтера;
- в) две платы расширения каналов;
- г) блок коммутации типа БК-16М;
- д) два комплекта базового программного обеспечения;
- е) два комплекта специального программного обеспечения;
- з) модем с комплектом разъемов;
- и) источник бесперебойного питания.

Центральная система выполняет следующие функции:

а) управляет работой датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей (выдает команды на их включение, проведение измерений с заданной периодичностью и передачу измерительных сигналов);

б) производит прием и архивацию измерительных сигналов;

в) обеспечивает ручной ввод метеовеличин, не измеряемых автоматически измерительным компонентом, а также другой информации, которая необходима для вычисления параметров и формирования метеоинформации, необходимой для обеспечения аэронавигации;

г) производит обработку измерительных сигналов, полученных от измерительного компонента (осреднение, выбор экстремальных значений, фильтрация и т. д.);

д) производит вычисление (определение и оценку) метеорологических величин, необходимых для метеорологического обеспечения аэронавигации (дальность видимости на ВПП, параметры ветра, давление, приведенное к уровню порогов ВПП и уровню моря, температура точки росы и др.);

е) формирует сообщения, передаваемые внутри аэродрома и распространяемые за пределы аэродромов (в коде METAR/SPECI);

ж) производит архивацию всей выдаваемой метеоинформации с возможностью распечатки на принтере;

з) производит построение графиков изменения метеовеличин во времени с возможностью распечатки на принтере;

и) обеспечивает сигнализацию об отказах датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей, входящих в измерительный компонент, а также линий связи, соединяющих датчики метеовеличин и средства отображения метеоинформации;

к) ведет календарь и текущий счет времени.

Выполнение перечисленных функций, обеспечивается специальной программой, разработанной Институтом радарной метеорологии (ИРАМ).

Функции центральной системы КРАМС-4 могут быть расширены при включении в измерительный компонент новых датчиков метеовеличин, а также средств автоматизированного распознавания атмосферных явлений.

Структура специального программного обеспечения (СПО):

а) приложение связи PORT выполняет обмен файлами по каналам связи без анализа их содержания и вызывается для работы из приложения KRAMS;

б) приложение обработки данных ПРИЕМ выполняет раскодировку поступивших данных и их запись в архив.

Приложение KRAMS формирует сводки и выполняет следующие операции:

а) TelgEdit – редактирование и передача метеорологических сводок;

б) АВ-6 – формирование информации для дневника фактической погоды формы АВ-6;

в) DIAG – диагностика состояния датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей и линий связи;

г) Shar – обработка шаропилотных наблюдений;

д) View – просмотр архивов;

е) View Sens – просмотр текущих результатов измерений датчиками метеовеличин, входящих в измерительный компонент;

ж) Sens arch – просмотр архива данных, полученных от датчиков MOR, ВНГО, параметров ветра в цифровом и графическом виде;

з) Graphics – просмотр архивов данных по атмосферному давлению, температуре и влажности воздуха в графическом виде;

и) PRINT GRAPH – печать графиков;

к) KRAMS ZAST – заставка при запуске приложения KRAMS;

л) INSP – печать служебной информации;

м) Powerka – проверка центральной системы.

Для нормальной работы СПО необходимо наличие следующих директорий и файлов:

а) раздел C:/IRAM/KRAMS_DAT, содержащий файлы me-teo_ini.dat (параметры станции), kriter_ini.dat (штормовые критерии

аэродрома), krit.speci.dat (штормовые критерии для сводок SPECI), Wosxod.dat (таблицы восхода и захода солнца), а также подкаталог дальности видимости на ВПП (RVR), в котором находятся файлы с таблицами определения (оценки) дальности видимости на ВПП по измеренной метеорологической оптической дальности с учетом яркости фона (порога освещенности) и силы света огней аэродромной светосигнальной системы; подкаталог WAV с файлами звуковых сигналов;

б) раздел C:/IRAM/EXE, в котором хранятся исполняемые файлы СПО с расширением «.exe»;

в) раздел C:/IRAM/ТЕК, в котором хранятся временные файлы СПО.

Для изменения пороговых значений метеовеличин, по которым должны выдаваться специальные сводки погоды (шторм), а также замены таблиц определения (оценки) дальности видимости на ВПП разработаны соответствующие программные средства, входящие в комплектацию КРАМС-4 и позволяющие производить эти изменения персоналом, производящим техническое обслуживание КРАМС-4.

Измерительные каналы. Измерительный канал КРАМС-4 – последовательное соединение каналов, выполняющее законченную функцию: от восприятия измеряемой величины до получения результата ее измерения, выражаемого числом или соответствующим ему кодом.

Измерительные каналы системы могут быть простыми и сложными. В простом канале осуществляется непосредственная регистрация измеряемой величины. Сложный канал представляет собой совокупность простых измерительных каналов, реализующих косвенные совокупные или совместные измерения.

В КРАМС-4 имеется шесть базовых измерительных каналов:

- видимости,
- облачности,
- параметров ветра,
- атмосферного давления,
- температуры,
- влажности воздуха.

Число измерительных каналов может быть увеличено, например, создание каналов автоматического распознавания атмосферных явлений, характеристик состояния ВПП и оценки гололедообразования, вертикального сдвига ветра и др.

Измерительный канал видимости производит обработку измерительных сигналов, содержащих информацию о метеорологической оптической дальности (MOR), вычисление (определение или оценку) дальности видимости на ВПП, ее осреднение, автоматическое формирование сообщений о видимости и дальности видимости на ВПП и передачу их по назначению.

На вход измерительного канала видимости поступают измерительные сигналы, содержащие информацию:

а) об измеренной датчиками метеорологической оптической дальности с периодичностью не более 15 с (при отказе датчика (датчиков); имеется возможность ручного ввода значений МДВ, приведенных к значениям MOR);

б) об освещенности (день, пасмурно, днем, сумерки, ночь), вводимой вручную, или об измеренной яркости фона (фоновой освещенности);

в) о силе света огней, соответствующих включенным ступеням аэродромной светосигнальной системы, установленной на аэродроме (ВПП).

Выходными сигналами измерительного канала видимости являются:

а) значения дальности видимости на ВПП, определенные (оцененные) по специальному алгоритму по каждому датчику метеорологической оптической дальности, входящему в измерительный компонент КРАМС-4;

б) значения метеорологической оптической дальности по каждому датчику MOR, который соответственно использовался для определения (оценки) дальности видимости на ВПП (RVR).

в) при дальности видимости на ВПП более 2000 м или отсутствии информации о дальности видимости на ВПП выдаются значения дальности видимости общепринятым обозначением *видимость*.

Выдаваемые значения дальности видимости на ВПП автоматически осредняются:

- для сводок, распространяемых на аэродроме, т. е. информации, отображаемой на экранах дисплеев или индикаторах, за истекшую 1 мин;

- для сводок, передаваемых в коде METAR/SPECI, за истекшие 10 мин, непосредственно предшествующих сроку формирования (передачи) сводок;

- все определенные (оцененные) значения дальности видимости на ВПП (RVR), распространяемые на аэродроме и за его пределы (в коде METAR/SPECI), округляются в сторону меньшего значения, кратного 25 м, при RVR до 400 м, 50 м при RVR от 400 до 800 м и 100 м при RVR более 800 м;

- значения видимости осредняются в сторону меньшего значения, кратного 50 м, при видимости до 800 м, 100 м - при видимости от 800 до 5000 м и 1 км - при видимости от 5 до 10 км. При видимости 10 км и более выдается значение видимости как 10 км, за исключением случаев, когда метеорологические условия позволяют использовать кодовое обозначение CAVOC.

При переходе текущих значений дальности видимости на ВПП через пороговые значения 150, 350, 600, 800 и других, предусмотренных инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме, где установлена КРАМС-4, выдаются специальные сводки, распространяемые как на аэродроме, так и за его пределы (в сводках METAR/SPECI).

В необходимых случаях обеспечена выдача информации об изменениях дальности видимости на ВПП в течение 10-минутного периода, непосредственно предшествующего сроку формирования и передачи сводки в коде METAR/SPECI.

Измерительный канал облачности обеспечивает обработку измерительных сигналов, поступающих от датчиков высоты облаков, осреднение и приведение измеренных значений к уровню порога ВПП.

На вход измерительного канала облачности автоматически поступают цифровые измерительные сигналы, содержащие текущие значения измеренной высоты нижней границы облаков, размещенных на БПРМ, соответствующих курсам посадки рабочего старта.

В случае отсутствия автоматической передачи измерительных сигналов от датчика (датчиков) высоты нижней границы облаков

входным сигналом в измерительный канал является введенная вручную (с помощью клавиатуры ПЭВМ) высота нижней границы облаков. Ручной ввод информации также возможен при решении метеонаблюдателя об использовании другой информации об оценке высоты нижней границы облаков, например, по информации экипажей воздушных судов, осуществляющих посадку или взлет.

На вход измерительного канала облачности поступает введенная вручную информация о количестве и форме облаков.

Выходные сигналы измерительного канала облачности содержат:

а) информацию о нижней границе облаков при высоте до 3000 м в величинах, кратных 30 м, и кратных 300 м - при высоте более 3000 м;

б) информацию о вертикальной видимости до высоты 600 м в величинах, кратных 30 м, и приведенную к уровню ВПП, если высота установки датчика высоты нижней границы облаков отличается от высоты ВПП на 15 м и более;

в) предупреждения о переходе измеренных и приведенных к высоте ВПП значений высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) через пороговые значения, указанные в инструкции по метеорологическому обеспечению полетов на данном аэродроме;

г) информацию о количестве и форме облаков.

При наличии алгоритма в измерительном канале облачности вместо ручного ввода возможно проведение автоматической оценки количества облаков, а при наличии радиолокационных метеорологических наблюдений или информации от автоматизированных метеорологических радиолокационных комплексов – автоматическое распознавание и кодирование форм облаков (CB и TCU).

Измерительный канал параметров ветра предназначен для преобразования измеренных датчиками мгновенной скорости и направления ветра в величины, необходимые для метеорологического обеспечения аэронавигации.

На вход измерительного канала параметров ветра поступают цифровые сигналы, содержащие непрерывные измерения мгновенных значений скорости и направления ветра. Датчики скорости ветра, от которых поступают измерительные сигналы скорости

ветра на вход измерительного канала параметров ветра, должны иметь чувствительность, обеспечивающую измерение скорости ветра за период 3 с или менее. Это требование определяется рекомендациями ВМО, по которым максимальная скорость ветра должна определяться по мгновенной скорости ветра, скользяще осредненной или сглаженной за истекшие 3 с.

Выходными сигналами измерительного канала параметров ветра являются:

а) скользяще осредненные значения скорости и направления ветра за истекшие 2 и 10 мин;

б) максимальная скорость ветра (порывы), скользяще выбранная из мгновенных значений скорости ветра, осредненных за 3 с, за истекшие 10 мин;

в) перпендикулярная составляющая к ВПП максимальной скорости ветра;

г) направление ветра, осредненное за истекшие 2 мин и исправленное на определенное для данного аэродрома (ВПП) магнитное склонение, при его значении 5° и более;

д) предупреждения о переходе значений максимальной скорости ветра через пороговые значения 5, 10, 15, 20 м/с и т. д., а также значения, установленные инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на данном аэродроме;

е) результаты анализа изменения скорости и направления ветра за 10 мин, непосредственно предшествующие сроку формирования и передачи сводок в кодовой форме METAR/SPECI, с целью выявления заметной нестабильности скорости и/или направления ветра и информация о ней (под заметной нестабильностью ветра понимается резкое и устойчивое, по крайней мере в течение 2 мин, изменение направления ветра на 30° или более при средней скорости 5 м/с до и после изменения или изменение максимальной скорости ветра 5 м/с и более, а также изменение направления на 60° и более при средней скорости ветра 2 м/с и более).

Перпендикулярная составляющая к ВПП максимальной скорости ветра ($V_\perp$) вычисляется по формуле

$$V_\perp = V_{\max} \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где $V_{\max}$ — максимальная скорость ветра; α — разность углов направления ветра и направления курса посадки.

Выходные сигналы измерительного канала параметров ветра выдаются в виде физических величин, обозначаемых сокращениями:

а) скорость ветра MPS (метры в секунду), КМН (километры в час), КТ (узлы);

б) направление ветра в десятках градусов от географического севера в сводках, распространяемых за пределы аэродрома (дисплеи или блоки индикации АИУ).

Измерительный канал атмосферного давления осуществляет приведение измеренных датчиком (датчиками) значений атмосферного давления к уровню порогов ВПП (QFE), среднему уровню моря по стандартной атмосфере (QNH) и среднему уровню моря по реальной атмосфере (QFE), а также вычисление величины барической тенденции и определение ее формы.

На вход измерительного канала атмосферного давления поступают измерительные сигналы от датчика (датчиков) атмосферного давления, содержащие значения атмосферного давления, соответствующие высоте установки датчика относительно среднего уровня моря.

Выходными сигналами канала атмосферного давления являются:

а) значения атмосферного давления, приведенные к уровню ВПП в целых единицах измерения (гектопаскалях и/или миллиметрах ртутного столба); при этом приведение измеренных датчиком значений атмосферного давления к уровню ВПП (QFE) производится на тех аэродромах, на которых разность высот ВПП и высоты установки датчика атмосферного давления составляет 2 м и более.

б) значения атмосферного давления в целых единицах измерения, приведенные к среднему уровню моря по стандартной атмосфере (QNH) (в гектопаскалях и/или в миллиметрах ртутного столба); при этом приведенные значения атмосферного давления QFE и QNH вычисляются до десятых долей значений единиц измерения, а затем округляются до целых единиц в сторону меньшего значения, т. е. десятые доли отбрасываются.

в) значения атмосферного давления, приведенные к среднему уровню моря по реальной атмосфере (QFF), вычисленные до десятых долей гектопаскаля;

г) величина и характеристика барической тенденции.

Приведение атмосферного давления к среднему уровню моря по реальной атмосфере производится по формуле (2), вытекающей из основного уравнения статики атмосферы (формулы Лапласа-Рюльмана):

$$P_{\text{ум}} = P_z \left(\frac{T_{\text{vz}} + \gamma z}{T_{\text{vz}}} \right)^{\frac{g}{R_c \gamma}} = P_z \left(1 + \frac{\gamma z}{T + \Delta T_v} \right)^{\frac{g}{R_c \gamma}} \quad (2)$$

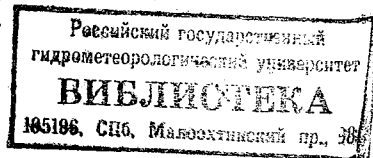
где $P_{\text{ум}}$ – атмосферное давление на среднем уровне моря, гПа; P_z – атмосферное давление, измеренное на высоте (z) установки датчика атмосферного давления, гПа; T_{vz} – виртуальная температура воздуха на высоте аэродрома, К; T – температура влажного воздуха, К; z – высота установки датчика атмосферного давления над средним уровнем моря, м; γ – вертикальный градиент температуры воздуха, принимаемый равным $0,0065 \text{ }^\circ\text{C/м}$; R_c – газовая постоянная, равная $287,05 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot \text{К}$; g – ускорение свободного падения для данного аэродрома, м/с^2 .

Входящий в формулу (2) виртуальный добавок ΔT_v определяется следующим соотношением:

$$\Delta T_v = 0.378 \frac{T e}{P}, \quad (3)$$

где T – температура влажного воздуха, К; e – парциальное давление водяного пара, гПа; P – давление влажного воздуха, гПа;

По формуле (2) производится приведение атмосферного давления в местах, имеющих высоту над средним уровнем моря до 1000 м. В местах (на аэродромах и гидрометеорологических станциях), расположенных на высоте от 1000 до 2300 м, приведение атмосферного давления к среднему уровню моря производится над уровнем 850 гПа изобарической поверхности. При высоте расположения аэродрома (метеостанции) от 2300 до 3700 м над средним уровнем моря приведение атмосферного давления производится над 700 гПа изобарической поверхности, выше 3700 м – над 500 гПа изобарической поверхностью.



Величина барической тенденции рассчитывается по измеренным значениям атмосферного давления датчиком атмосферного давления по формуле

$$\Delta P_3 = P_0 - P_3, \quad (4)$$

где ΔP_3 – величина барической тенденции (гПа) за истекшие 3 ч; P_0 – атмосферное давление (гПа), измеренное в срок определения барической тенденции; P_3 – атмосферное давление (гПа), измеренное в предшествующие 3 ч.

Характеристика барической тенденции определяется по текущим измерениям атмосферного давления, как правило, производимым с дискретностью полчаса или один час (при отсутствии полетов), в течение предшествующих 3 ч. Характеристика барической тенденции определяется по табл. 2, которая приводится по коду КН-01.

Таблица 2

Характеристики барической тенденции

Цифры кода	Характеристики барической тенденции	Графическое изображение барической тенденции
0	Рост, затем падение атмосферного давления	
1	Рост, затем без изменения или слабый рост атмосферного давления	
2	Рост атмосферного давления равномерный или неравномерный	
3	Падение атмосферного давления, затем рост; или без изменения; или рост, затем более сильный рост	
4	Ровный или неровный ход атмосферного давления	
5	Падение атмосферного давления, затем рост	
6	Падение атмосферного давления, затем без изменения; или менее сильное падение	
7	Падение атмосферного давления равномерное или неравномерное	
8	Рост атмосферного давления, затем падение; или без изменения, затем падение; или падение, затем более сильное падение	

Величина барической тенденции рассчитывается до десятых долей гектопаскаля (гПа) и в таком виде автоматически включается в сводки погоды в коде КН-01 вместе с цифрой, характеризующей тенденцию.

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.

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.

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 НМР45D;

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 $^{\circ}\text{C}$) от датчика температуры и влажности воздуха КРАМС-2.

Преобразование текущих, непрерывно поступающих от датчиков НМР45D на вход измерительного канала значений температуры t ($^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности воздуха f (%) в температуру точки росы t_d ($^{\circ}\text{C}$) и парциального давления водяного пара e_d (гПа) производится по следующим формулам:

$$t_d = \beta_w \frac{\frac{\ln 0,01f}{d_w} + \frac{t}{\beta_w + t}}{1 - \left(\frac{\ln 0,01f}{d_w} + \frac{t}{\beta_w + t} \right)}, \quad (5)$$

$$e_d = f \cdot E^x. \quad (6)$$

Здесь $x = \frac{\alpha_w}{\beta_w + t}$, ($\alpha_w = 17,5043$ и $\beta_w = 241,2$ °C – постоянные

для воды, в случае льда эти коэффициенты заменяются на $\alpha_l = 22,4893$ и $\beta_l = 272,881$ °C); t – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %; E – максимальное парциальное давление при измеренной температуре воздуха, гПа.

Максимальное парциальное давление E (гПа) вычисляется по формуле

$$E = E_0 \exp\left(\frac{\alpha_w \cdot t}{\beta_w + t}\right), \quad (7)$$

где $E_0 = 6,1121$ гПа.

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

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

- а) температура воздуха в целых градусах Цельсия (°C) по Международной температурной шкале (МТШ);
- б) температура точки росы в целых градусах Цельсия;
- в) относительная влажность воздуха (%);
- г) парциальное давление водяного пара (гПа);
- д) дефицит насыщения водяного пара (гПа);
- е) температура воздуха в десятых долях градуса Цельсия.

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 °C округляются до 3 °C, а -2,5 °C – до -2 °C.

В измерительном канале температуры и влажности воздуха КРАМС-4 обеспечено кодирование признаков значений темпера-

туры символом T, температуры точки росы – DT, а при значениях ниже 0 °C перед значениями T и TD дается символ MS.

Автоматическое кодирование в коде METAR/SPECI мороси (DZ), дождя (RA), снега (SN), снежных зерен (SG), ледяных кристаллов (IC), 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 автоматического распознавание этих атмосферных явлений.

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

а) несмотря на то что идентификатор FD12P обеспечивает определение интенсивности атмосферных явлений, интенсивность осадков в соответствии с п. 7.4 кода METAR/SPECI не кодируется;

б) если наблюдаются осадки в виде нескольких форм, то соответствующие буквенные обозначения их объединяются в единую группу с доминирующим типом осадков;

в) в интервале температур от –5 °C до +8 °C 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.

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 АМПК. 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.

В результате обработки указанной информации, содержащейся в измерительных сигналах, поступающих от идентификатора FD12P, МРЛ или АМПК, 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) SHGRR (слабый), SHGRR (умеренный), + SHGRR (сильный) град с дождем;

е) SHGS (слабая), SHGS (умеренная), + SHGS (сильная) ливневая ледяная или снежная крупа.

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).

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

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).

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 по-

ступает 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).

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.

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).

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.

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 изменений (наблюдений) метеовеличин.

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).

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.

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).

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

КРАМС-4 обеспечивает автоматическое формирование соответствующей информации (буквенное выражение BLSN).

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.

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).

Средства управления системой и отображения информации.

Средством управления измерительной системой КРАМС-4 является персональная ЭВМ, входящая в комплект ее центральной системы. С помощью системного блока, дисплея и клавиатуры оператор производит включение (отключение) датчиков, устанавливает периодичность измерения метеовеличин и периодичность формирования и передачи на средства отображения и в линии связи (в коде METAR/SPECI), распечатку информации, записанной в архив, выполняет операции по ручному вводу, контролю и коррекции (при необходимости) выдаваемой метеоинформации, обработке шаропилотных наблюдений и др.

Главное окно КРАМС-4 (рис. 3) является основным средством отображения текущей метеоинформации на аэродроме. В верхней части окна высвечивается заголовок «Станция КРАМС-4», обозначающий то, что информация, отображаемая в окне, получена от изделия КРАМС-4.

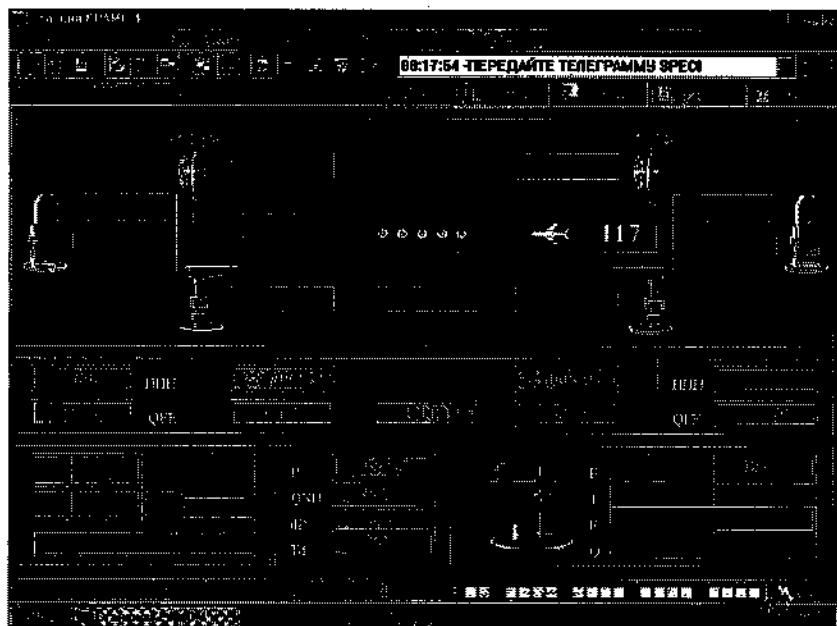


Рис. 3. Главное окно КРАМС-4.

Ниже высвечивается главное меню КРАМС-4: «Наблюдения», «Просмотр данных», «Настройка», «Техника» и «Справка».

Ниже, в левой части строки, высвечивается панель инструментов КРАМС-4, состоящая из ряда кнопок-пиктограмм (см. табл. 3), которая предназначена для быстрого вызова (с помощью мыши) основных команд. В правой части строки высвечивается вид сообщения. Ниже этой строки индицируется временной интервал передачи информации, распространяемой на аэродроме (блоки индикации), фоновая освещенность (день, ночь, сумерки), текущие дата и время.

Панель инструментов главного окна КРАМС-4

Кнопка	Команда	Окно
	<i>Данные наблюдений</i>	Ручной ввод данных
	<i>Данные измерений</i>	Ручной ввод приборных данных
	<i>Прогноз на посадку</i>	Ручной ввод прогноза
	<i>Затись срока</i>	Редактор телеграмм
	<i>Затись SYNOP</i>	Редактор телеграмм
	<i>Затись SPECI</i>	Редактор телеграмм
	<i>Передача данных</i>	Редактор телеграмм
	<i>Передача на АИУ</i>	Телеграмма MD (Телеграмма АИУ)
	<i>Передача METRE-PORT/SPECIAL</i>	
	<i>Работа с АВ-6</i>	Журнал АВ-6
	<i>Расчёт характеристик</i>	Расчётные данные
	<i>Архив</i>	Просмотр архивов
	<i>Последняя телеграмма</i>	Время передачи телеграмм
	<i>Справка</i>	О станции КРАМС-4

Большая прямоугольная область окна, называемая рабочей областью программы КРАМС-4, предназначена для отображения текущих значений метеовеличин относительно ВПП. При первоначальном включении ПЭВМ вся рабочая область окна занята фоном: изображающим ВПП и символами датчиков метеовеличин (высоты нижней границы облаков, вертикальной видимости, параметров ветра, метеорологической оптической дальности, температуры и влажности воздуха). В процессе работы программы КРАМС-4 в рабочей области окна открываются другие окна, которые частично или полностью перекрывают фоновое окно.

В рабочей части главного окна КРАМС-4 отображаются следующие метеовеличины:

а) высота нижней границы облаков (вертикальной видимости) ННН (м), приведенная к уровню соответствующего порога ВПП;

б) атмосферное давление, приведенное к уровню ВПП: QFE (мм. рт. ст.) и P (гектопаскали), а также приведенное к уровню моря по стандартной атмосфере: QNH (гектопаскали);

в) мгновенные значения скорости и направления ветра, измеренные датчиками, находящимися у порогов ВПП (обновляются через 5–15 с): средние, скользяще осредненные за истекшие 2 мин скорость (м/с) и направление (градусы) ветра и максимальная скорость (м/с), скользяще выбранная за истекшие 10 мин;

г) метеорологическая оптическая дальность (м) по результатам текущих измерений датчиками, установленными у порога, середины и конца ВПП;

д) дальность видимости на ВПП (м), определенная по измеренной метеорологической оптической дальности датчиками, указанными в п. 2);

е) величина барометрической тенденции αP (гектопаскали);

ж) температура воздуха T (°C);

з) температура точки росы Ta (°C) и относительная влажность воздуха R (%);

и) атмосферные явления в кодовом обозначении METAR/SPECI;

к) количество облаков (общее/нижнего яруса в октах);

л) форма облаков (указывается при наличии кучево-дождевых СВ и/или мощных кучевых TCU);

м) признак наличия информации, по которой формируются и передаются специальные сводки погоды (шторм), высвечивается в середине нижней части окна в виде символов по видимости (бинокль), по ветру (сломанное дерево), низкой облачности (тучи).

В нижней части главного окна расположена строка диагностики каналов, которая высвечивается разноцветными квадратиками с логотипом ИРАМ.

Для осуществления операции по управлению измерительной системой (КРАМС-4) и контролю за ее работой кроме главного окна предусмотрен вызов из меню других окон, к которым относятся следующие окна.

Окно «Ручной ввод данных» (рис. 4), разделенное на несколько панелей (индикатор и *SYNOP*, панель *METAR*, явления погоды), данные бортовой погоды, панель *Ветер* (на круге, на высотах и д.) предназначено для ручного ввода высоты нижней границы облаков рабочего курса посадки, формы облаков (при вводе высоты нижней границы облаков рабочего курса посадки, формы облаков (при наличии СВ и TCU), количества облаков, высоты облаков второго слоя, верхнего яруса, атмосферных явлений, яркость фона (фоновая освещенность) по ее ступенчатым значениям (день, пасмурно днем, яркий день, сумерки, ночь) или по измеренным датчиком яркости фона, данные с бортов воздушных судов о сдвиге ветра, турбулентности, электризации, ветре на круг, ветре на высотах, о направлении рабочего старта, сцеплении, ступеней огней светосигнальной системы, о закрытии препятствий облаками или туманом.

Окно «Ручной ввод приборных данных» (рис. 5) предназначено для ручного ввода метеовеличин, измеряемых автоматически, используется в случаях отказов датчиков метеовеличин или необходимости коррекции измеренной метеовеличины автоматически или при переходе на визуальные наблюдения; перед вводом данных предыдущая информация о метеовеличине должна быть стерта. При этом:

- данные, введенные в этом окне, имеют приоритет перед информацией, передаваемой автоматически; автоматические приборные результаты измерения метеовеличин высвечиваются в соответствующих окнах тогда, когда в нем нет величин, введенных вручную (окно содержит пробелы);

- введенные вручную данные отображаются на синем фоне.

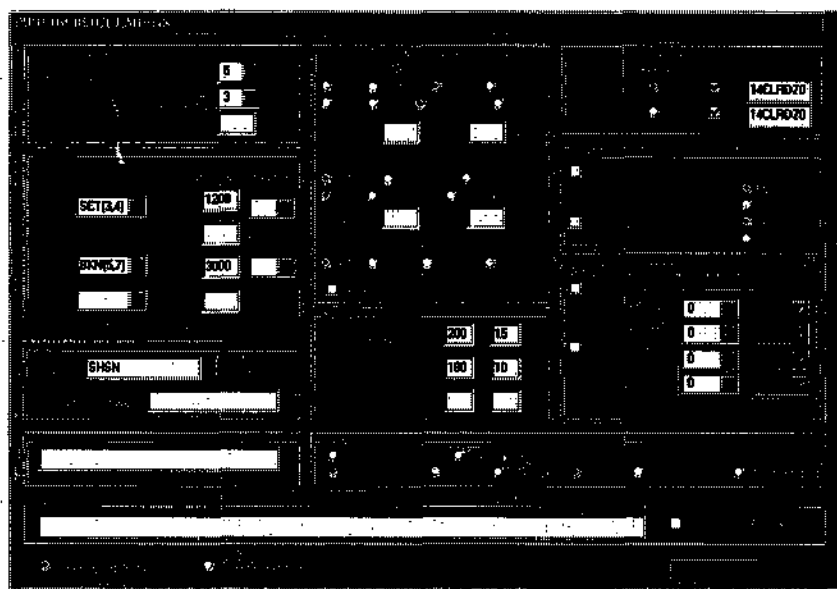


Рис. 4. Окно «Ручной ввод данных».

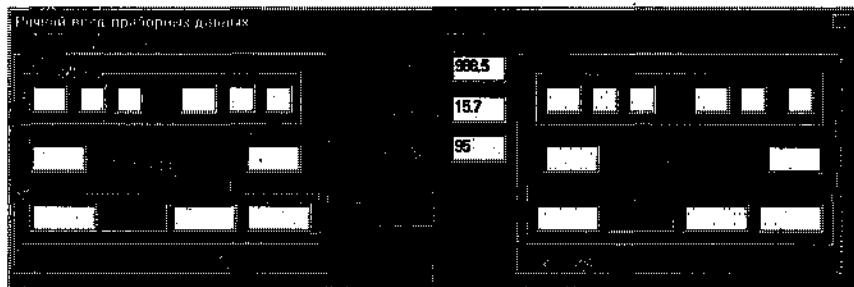


Рис. 5. Окно «Ручной ввод приборных данных».

Окно «Очаги в районе аэродрома» (рис. 6) допускает ввод информации о пяти грозовых очагах с указанием вида очага, его местоположения, направлении смещения и тенденции развития;

Окно «Редактор телеграмм» (рис.7) предназначено для формирования, контроля и передачи метеосводок в коде METAR, которая автоматически отображается на экране дисплея в данном окне по данным измерений метеовеличин с периодичностью 30 или 60 мин.

Окно «Телеграмма MD для ВПП-1» (ВПП-2), приведенное в качестве примера на рис. 8, предназначенное для контроля и при необходимости – коррекции метеоинформации, передаваемой диспетчерам службы управления полетами и синоптиков. Окно содержит информацию о метеовеличинах, которые подлежат контролю и при необходимости – корректировке, и последующей передачей на средства отображения метеоинформации.

Окно «Редактор телеграммы SPECI» (рис. 9) предназначено для формирования, контроля и при необходимости – коррекции специальных сводок в формате SPECI (шторм) с последующей передачей в линии связи.

Окно «Шаропилотные наблюдения» предназначено для автоматической обработки результатов шаропилотных наблюдений с целью получения информации о ветре на высоте стандартных изобарических поверхностей (рис. 10); окно разделено на две части: левая часть содержит исходные данные для расчета вертикальной скорости шаропилота, правая – результаты расчета направления и скорости ветра на высоте главных изобарических поверхностей.

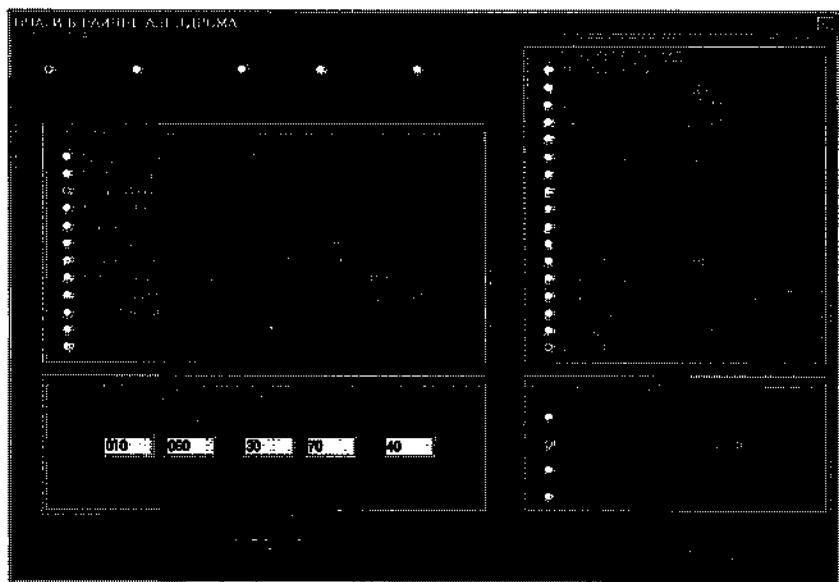


Рис. 6. Окно «Очаги в районе аэродрома».

Редактор ТЕЛЕГРАММ

7 METAR METEOTELEX

RUSSK 022 722110/
CAPR40 IPAL 121530

RUSSK 121530Z 12004MPS 9999 SCT040 H02/H05 Q1024 NOSIG

Рис. 7. Окно «Редактор телеграмм».

Телеграмма MD для ВПП-1

ВПП: 1 Курс: 1 Оро: 10:37

Гар: RA ГС: ГД: Оро: 0 Д

МТР		Облачность		Ветер		Видимость	
QFE	760.7	QNH	5/3	DOL	0 0	MDR	700
QFE	1014.2	-1	1000	FA	0 0	RAV	900
QNH	1036.0	-2	—	FFA	— —	R/R2	700
—	15.9	Q	КД	FR	— —	R/R3	1000
W	70	Q22	—	SC		065	

Рис. 8. Окно «Телеграмма MD для ВПП-1».

Редактор ТЕЛЕГРАММ

7 SPECI ASPD

3038 025 522110Z
 CUPATO IPACU 111400Z
 NIII 111400Z 10005MPS 0300 R12/0300 SN H36

Рис. 9. Окно «Редактор телеграмм SPECI».

Шар-Пилот № 000

Дата 24-11-2000
 Время 16:33 (мес) (мест. ср. солн.)

Оболочка № 00 Вес оболочки 000 гр Вес фонарика 000 гр
 Свободная подъемная 000 гр Длина окружности 000 гр
 Попр. множитель Вертик. скорость м/мин
 Исправн. на плотность м/мин
 Давление 0000.0 гПа
 Температура град С: по сухому 000.0 по смочен. 000.0
 Влажность относит. % 000

Облачность (мор-во общ., нижн., форма) Ветер (по фалоту) направление, скорость

До подъема: _____
 После подъема: _____
 Причина прекращения наблюдений: _____
 Шар сдулся в _____ направлении
 Форма и высота облаков, в которые вошел шар (по моменту туманится) _____
 над поверхностью земли _____
 над уровнем моря _____
 Наблюдения и оболочки _____

Ветер на высотах стандартных изобарических поверхностей

км	напр	скор	км	напр	скор
над поверхностью земли					
0.1	000	00	0.5	000	00
0.2	000	00	0.6	000	00
0.3	000	00	0.9	000	00
над уровнем моря					
0.5	000	00	8.0	000	00
1.0	000	00	9.0	000	00
1.5	000	00	10.0	000	00
2.0	000	00	11.0	000	00
3.0	000	00	12.0	000	00
4.0	000	00	13.5	000	00
5.0	000	00	14.0	000	00
5.5	000	00	16.0	000	00
6.0	000	00	18.0	000	00
7.0	000	00			

Рис. 10. Окно «Шаропилотные наблюдения».

Окно «Конфигурация рабочего комплекта датчиков» предназначено для контроля работы датчиков основного комплекта и перехода, при необходимости, на любой резервный датчик метеовеличин (при наличии резервирования); окно разделено на три рабо-

чие области (рис. 11); правая часть окна представляет датчики метеовеличин, установленные на метеоплощадке (температура и влажность воздуха) и в рабочем помещении техников-метеорологов (атмосферное давление); в верхней части — датчик, установленный у ВПП-1, в нижней части — у ВПП-2.

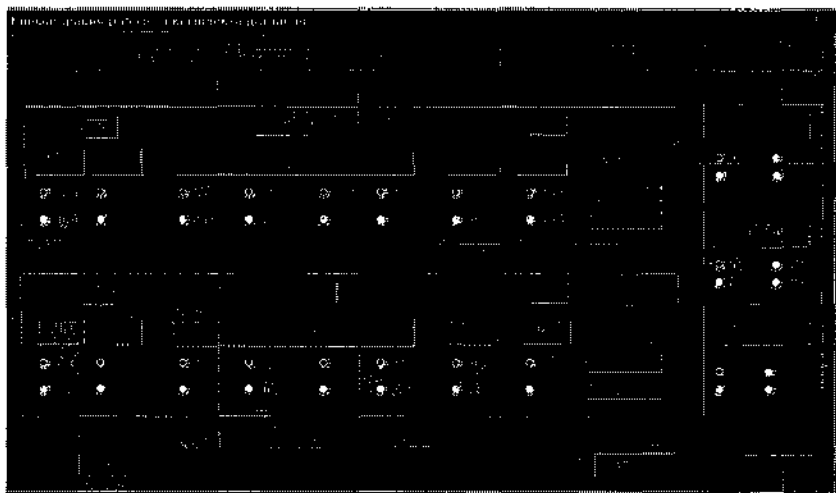


Рис. 11. Окно «Конфигурация рабочего комплекта датчиков».

Средства отображения метеоинформации.

Основным средством отображения метеоинформации, необходимым для метеорологического обеспечения авионавигации и используемым как на рабочем месте техника-метеоролога (контрольное), так и диспетчеров управления воздушным движением (выносное), являются дисплеи ПЭВМ (метеодисплей).

Метеодисплеи конструктивно не отличаются от дисплеев, входящих в комплектацию ПЭВМ и используемых в качестве основного средства управления работой всей системы КРАМС-4. Состав и размещение метеоинформации на экране метеодисплея полностью соответствуют отображаемому на экране главного окна КРАМС-4 (см. рис. 3), поэтому при использовании в качестве средств отображения метеоинформации метеодисплеев контрольного средства отображения метеоинформации не требуется.

На метеодисплеях отображается следующая информация:

а) текущие время и дата измерения метеовеличин и формирования отображаемой метеоинформации;

б) метеорологическая оптическая дальность (MOR, м), измеренная датчиками, установленными у ВПП (порог, середина, конец), а также соответствующие им осредненные значения дальности видимости на ВПП (RVR, м);

в) высота нижней границы облаков (вертикальная видимость) (NNN, м), измеренная датчиками, установленными у БПРМ, соответствующего направлению посадки, приведенная к уровню порога ВПП;

г) направление (десятки градусов), скорость (м/с), скользяще осредненные за истекшие 2 мин, и максимальная скорость ветра порывы), скользяще выбранная за истекшие 10 мин (м/с), соответствующие датчикам мгновенной скорости и направления ветра, установленным у порогов ВПП;

д) атмосферное давление, приведенное к уровню порогов ВПП (QFE, мм рт. ст.), соответствующее направлениям посадки; атмосферное давление на аэродроме, приведенное к уровню моря по стандартной атмосфере (QNH, гПа);

е) величина барической тенденции (αP , гПа);

ж) атмосферное давление (P , гПа), измеренное датчиком;

з) температура воздуха (T , °C) и температура точки росы (T_{α} , °C);

и) количество облаков (общее и нижнего яруса) в окнах, формы облаков (CB – кучево-дождевые и/или TCU – мощные кучевые);

к) атмосферные явления, вид, по ручному (при отсутствии средств автоматического распознавания и кодирования в коде METAR/SPECI) или автоматическому распознаванию;

л) признак наличия опасных для авиации атмосферных условий (шторм), определяемых автоматически по установленным критериям метеовеличин или при ручном вводе атмосферных явлений, если их автоматическое распознавание и кодирование не обеспечивается.

Время передачи информации на выносные дисплеи, устанавливаемые у потребителей, не превышает 15 с после окончания измерений и формирования сообщений. Время обновления информации о дальности видимости на ВПП и видимости, высоте нижней границы облаков (вертикальной видимости), параметрах ветра

осуществляется через 1, 5, 10 и 15 мин по выбору метеонаблюдателя (оператора). Информация об атмосферном давлении, температуре и влажности воздуха обновляется через 30 и 60 мин, что соответствует требованиям НД. Имеется возможность обновления, так же как и видимости, высоты облаков (вертикальной видимости), параметров ветра, через 1, 5, 10 и 15 мин и др. по выбору наблюдателя, если обеспечить комплектацию КРАМС-4 датчиками, производящими непрерывные измерения атмосферного, давления, температуры и влажности воздуха, например РТВ210 или РТВ220, НМР45D.

Обеспечена возможность архивации всей выдаваемой (высвечиваемой на дисплее) метеоинформации с возможностью распечатки на принтере, входящем в комплектацию ПЭВМ.

Значительно реже также в качестве средств отображения метеоинформации в КРАМС-4 используются специальные блоки индикации.

Эти блоки (контрольный и выносные) обеспечивают автоматическое отображение следующей метеоинформации:

- а) текущее время (часы, минуты);
- б) направление (десятки градусов) и скорость (м/с), скользящие осредненные за истекшие 2 мин;
- в) максимальная скорость (м/с), скользяще выбранная за истекшие 10 мин;
- г) перпендикулярная составляющая к ВПП максимальная скорость ветра (м/с);
- д) количество облаков (общее и нижнего яруса) и форма облаков (СВ – кучево-дождевые и/или TCU – мощные кучевые);
- е) высота нижней границы облаков (вертикальная видимость) (м);
- ж) дальность видимости на ВПП, определенная (оцененная) по измеренной метеорологической оптической дальности (MOR) на ВПП (порог, середина, конец ВПП) и округленная по правилам, описанным в п. 2.4; минимальное значение метеорологической оптической дальности, выбранное из двух-трех значений MOR, по которым определена (оценена) дальность видимости на ВПП;
- з) атмосферное давление (миллиметры ртутного столба и/или гектопаскали), приведенное к уровню, соответствующему курсу посадки (взлета) порогу ВПП;

и) температура воздуха (градусы Цельсия) со знаком плюс или минус;

к) относительная влажность воздуха (%) или температура точки росы (°C);

л) основные атмосферные явления (в цифровом коде);

м) название (обозначение) сводки погоды (текущая или специальная);

н) сигнализация о грозе или гололеде (световая в виде символа на красном фоне).

Передача вышеперечисленной информации от центральной системы (вычислительного компонента) до выносных средств отображения (дисплеи, блоки индикации) потребителей производится по связующему компоненту (аэродромным линейно-кабельным сооружениям). Дистанционность передачи информации до 10 км.

Средства регистрации метеоинформации.

Средства регистрации метеоинформации в КРАМС-4 обеспечивают архивацию (запись на жесткий диск) с возможностью распечатки на принтере (печатающем устройстве, входящем в комплектацию центральной системы КРАМС-4) следующей информации:

а) текущих значений метеовеличин, измеряемых автоматически и передаваемых в виде измерительных сигналов, поступающих от датчиков метеовеличин;

б) величин, вводимых вручную с помощью клавиатуры ПЭВМ (метеовеличины, не измеряемые автоматически, сила света (ступени) огней аэродромной светосигнальной системы, ступени пороговой освещенности и т. д.);

в) метеоинформации, выдаваемой автоматически на средства отображения и в линию связи (в коде METAR/SPECI, НАГОВОР и др.).

Время хранения информации, записанной в архиве, не менее 30 суток.

Устройство и работа средств регистрации подробно описаны в эксплуатационной документации персональной ЭВМ, входящей в комплектацию центральной системы КРАМС-4.

Работа персонала на КРАМС-4

Работа КРАМС-4 основана на взаимодействии:

- совершенной электронной вычислительной техники (центральная система);
- подключенных к центральной системе через связующий компонент датчиков;
- первичных и промежуточных измерительных преобразователей метеовеличин;
- человека-оператора (техника-метеоролога).

Техник-метеоролог осуществляет контроль за работой автоматики и, при необходимости, коррекцию выдаваемой метеоинформации, а также ручной ввод метеовеличин, автоматическое измерение (определение) которых в этом изделии не обеспечено.

В результате такого взаимодействия составных частей КРАМС-4 обеспечивает:

- а) автоматические измерения метеовеличин (видимость, высота нижней границы облаков и вертикальная видимость, параметры ветра, атмосферное давление, температура и влажность воздуха);
- б) автоматическое распознавание атмосферных явлений;
- в) автоматическую обработку всей информации, перечисленной в пп. а) и б), включая информацию от ручного ввода и формирование сводок, распространяемых на аэродроме (метеодисплеи, блоки индикации АИУ) и за пределы аэродрома (METAR/SPECI, TAF, SIGMET, AIRMET).

Кроме этих функций КРАМС-4 производит автоматическое построение графиков изменения метеовеличин за прошедшее время измерений, автоматическое формирование и печать журнала фактической погоды формы АВ-6, автоматическую обработку шарапилотных наблюдений, автоматический прием и выдачу информации от АМРК «Метеоячейка».

Автоматическое построение и печать графиков изменения метеовеличин во времени производятся по зарегистрированным (записанным в архив) результатам измерения метеовеличин следующими датчиками:

- метеорологической оптической дальности;
- высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости);

- параметров ветра, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, а также вычисленным по этим измерениям значений дальности видимости на ВПП;

- осредненным значениям скорости и направления ветра и т. д.

Пример представления графического отображения изменения видимости во времени представлен на рис. 12.

Автоматическое формирование и печать журнала фактической погоды формы АВ-6 производится по результатам автоматических измерений метеовеличин, их обработки и преобразования (осреднения, определения дальности видимости на ВПП и др.), ручному вводу дополнительной информации (время начала и окончания атмосферных явлений, количество и форма облаков, сцепление, прогноз на посадку, сведения об обледенении, ветер на круге, ветер на высоте 60 или 100 м и др.).

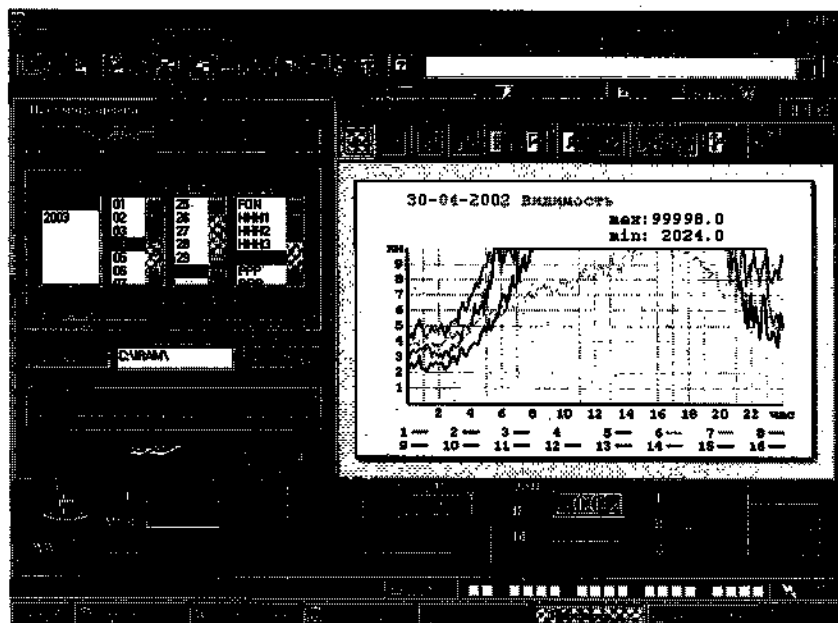


Рис. 12. График изменения дальности видимости во времени

Пример автоматически отпечатанной страницы журнала фактической погоды формы АВ-6 представлен на рис. 13. Журнал содержит следующие графы:

Формат АБ															
Графа	Ветер				Горизонтальная видимость		Облачность погоды (куча, кучев)		Облачность (куча, кучев)		Температура	Влажность			
	у земли	на высоте 60 м	на высоте 100 м	на высоте 200 м	по прибору (по прибору)	по глазомеру	по прибору	по глазомеру	по прибору	по глазомеру					
10:30	000	00			100	15	0700	0	0700	•	5/3	св		15.9	10
10:30	000	00			100	15	0800	0	0800	•	5/3	св	1000	15.9	10
10:36	000	00			100	15	0700	0	0700	•	5/3	св	1000	15.9	10
10:36	000	00			100	15	0800	0	0800	•	5/3	св		15.9	10
10:37	000	00			100	15	0700	0	0700	•	5/3	св	1000	15.9	10
10:37	000	00			100	15	0800	0	0800	•	5/3	св		15.9	10

Рис. 13. Страница автоматически печатаемого журнала фактической погоды формы АВ-6.

графа 1 – время наблюдений (0 или 30 мин каждого часа), время составления специальных сводок погоды (шторм), время проведения наблюдений по запросу, по сигналу «Тревога» и изменения курса посадки, сообщения величины коэффициента сцепления, составления и передачи прогноза на посадку;

графы 2–8 – «Ветер» заполняются значениями параметров ветра (2–4 – направление и скорость ветра у земли, скользяще осредненные за истекшие 2 мин, и максимальная скорость ветра, скользяще выбранная за истекшие 10 мин; 5–6 – направление и скорость ветра на высоте 60 или 100 м; 7–8 – направление и скорость ветра на высоте круга);

графы 9–11 – «Горизонтальная видимость» (9 – по прибору или ориентирам видимости при видимости более 5 км в километрах, при видимости 2000 м и менее записывается видимость по

приборам – минимальная из двух-трех значений, в графе 10 – ступени яркости огней аэродромной светосигнальной системы, 11 – минимальное значение дальности видимости на ВПП, определенное по 2–3 датчикам MOR);

графа 12 – «Особые явления погоды» (указываются атмосферные явления в символах, установленных «Наставлением», и время начала и окончания);

графы 13–15 – «Облачность» (13 – количество облаков в дробном виде, где в знаменателе указывается количество облаков нижнего яруса, в числителе – общее количество облаков; 14 – форма облаков СВ и/или TCU; 15 – высота нижней границы облаков);

графа 16 – «Температура» (указываются значения температуры в целых и десятых градуса Цельсия со знаком плюс при температуре выше 0 °C, со знаком минус – при температуре ниже 0 °C);

графа 17 – «Температура точки росы» (указываются значения температуры точки росы аналогично температуре воздуха);

графы 18–19 – «Влажность» (18 – относительная влажность в процентах; 19 – абсолютная влажность или парциальное давление водяного пара в гектопаскалях);

графа 20 – «Давление, мм» (указываются значения давления, приведенные к уровню порогов ВПП (QFE) рабочего курса посадки);

графа 21 – «Барическая тенденция» (указывается величина барической тенденции с точностью до десятых долей гектопаскаля со знаком плюс, если атмосферное давление растет, и со знаком минус, если оно падает);

графа 22 – «Сведения об обледенении/Сведения о болтанке» (вводятся вручную по сообщениям экипажей воздушных судов);

графа 23 – «Курс посадки» (вводится вручную по установленному курсу посадки);

графа 24 – «Сцепление/Сдвиг ветра» (заполняется по ручному вводу по информации, полученной от аэродромной службы, о сцеплении, от экипажей воздушных судов или инструментальных наземных наблюдений о сдвиге ветра или закрытии гор облаками);

графа 25 – «Прогноз на посадку» (вводится из окна ручного ввода по информации, полученной от синоптиков).

Автоматическая обработка шаропилотных наблюдений производится по следующим исходным данным, вводимым в окно Шаропилотные наблюдения (см. рис. 10) вручную:

а) дата и время выпуска шаропилота (местное среднесолнечное время);

б) номер шаропилотной оболочки, ее вес и вес электрического фонарика, подвешиваемого к шару при ночных наблюдениях;

в) длина окружности наполненной водородом шаропилотной оболочки и свободная подъемная сила шаропилота;

г) атмосферное давление, температура и влажность воздуха, облачность (количество и форма), направление и скорость ветра в приземном слое (по датчику параметров ветра);

д) значения вертикального и горизонтального углов, отсчитанные по шаропилотному теодолиту, через определенные временные интервалы (через 30 с в начале и через 1 или 2 мин в последующее время полета) во время сопровождения свободного полета шаропилота в атмосфере.

Результаты обработки и расчетов отображаются в левой части окна (см. рис. 10) в виде таблицы, содержащей:

а) высоту (км) над поверхностью Земли и над уровнем моря;

б) направление ветра относительно истинного севера (градусы) и скорость ветра (м/с).

Информация, отображаемая в окне *Шаропилотные наблюдения*, записывается в архив и печатается на принтере в виде книжки шаропилотных наблюдений формы КАЭ-1.

Автоматический прием измерительных сигналов от АМРК «Метеоячейка» производится по телефонному каналу связи со скоростью 1200–9600 бит/с с целью распространения информации о кучево-дождевой (CB), мощной кучевой (TCU) и слоисто-дождевой (NS) облачности и связанных с ними атмосферных явлений, распространяемых на аэродроме (метеодисплей) и за пределы аэродрома.

Стандартный временной режим выдачи этой информации устанавливается оператором в пределах 10–180 мин. При этом выдается следующая информация:

а) распределение радиолокационной отражаемости по 11 горизонтальным сечениям с шагом 1 км для каждой ячейки площадью 4×4 км для территории 400×400 км;

б) высота верхней границы радиозха с дискретностью 250 м в диапазоне от 0 до 20 000 м;

в) интенсивность осадков по элементам площади 4×4 км в виде: слабые, умеренные, сильные, очень сильные для жидких осадков и слабые, умеренные и сильные для твердых осадков;

г) сумма количества осадков за любой заданный интервал времени для элементов площадью 4×4 км;

д) виды атмосферных осадков (ливневые, град, обложные), атмосферные явления (гроза, шквал), формы облаков (CB, TCU, NS);

е) направление и скорость перемещения кучево-дождевых (CB), мощных кучевых (TCU) и слоисто-дождевых (NS) облаков и связанных с ними атмосферных явлений.

Обеспечено графическое изображение перечисленной в пп. а)-е) информации на дисплее рабочей ПЭВМ с возможностью распечатки на принтере, а также на выносных дисплеях диспетчеров управления воздушным движением и синоптика в виде карт радиолокационной отражаемости и карт опасных для авиации атмосферных явлений (рис. 14).

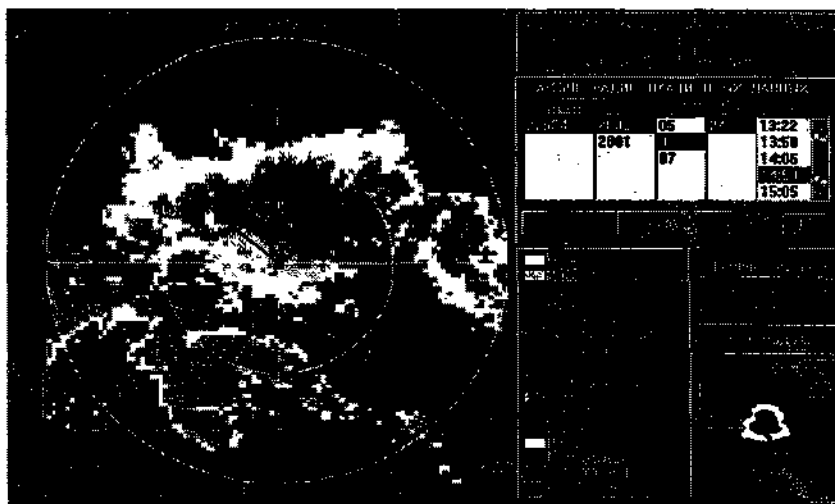


Рис. 14. Радиолокационная карта опасных для авиации атмосферных явлений

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАМС-4

Технические характеристики КРАМС-4 зависят от технических характеристик датчиков метеовеличин, входящих в комплектацию (конфигурацию) изделий КРАМС-4, поэтому некоторые технические характеристики имеют неоднозначные значения, например, диапазоны и точности измерения метеовеличин.

Диапазоны и погрешности измерения (определения) характеристик видимости. Видимость определяется по измеренной метеорологической оптической дальности (MOR) при комплектации датчиками типа ФИ-3 в диапазоне 70–5000 м с пределом допускаемой погрешности $\pm 10\%$ в диапазоне 70–150 м, $\pm 7\%$ в диапазоне 150–1300 м, $\pm 10\%$ в диапазоне 1300–2200 м, $\pm 20\%$ в диапазоне 2200–5000 м.

При комплектации КРАМС-4 датчиками типа Mitras или LT31 фирмы Vaisala (Финляндия) диапазон измерения видимости составляет 10–10 000 м с пределом допускаемой погрешности $\pm 10\%$ в диапазоне 10–50 м, $\pm 7\%$ в диапазоне 50–1500 м, $\pm 10\%$ в диапазоне 1500–10 000 м.

При комплектации КРАМС-4 датчиками MOR типа FS11 фирмы Vaisala (Финляндия) диапазон измерения видимости составляет 5–75 000 м с погрешностью не более $\pm 10\%$ в диапазоне 5–10 000 м и $\pm 20\%$ в диапазоне 10 000–75 000 м.

При всех видах комплектации (конфигурации) КРАМС-4 датчиками метеорологической оптической дальности в соответствии со стандартами и рекомендациями ИКАО в информации, выдаваемой КРАМС-4, видимость округляется в сторону меньшего значения, кратного 50 м при видимости до 800 м, 100 м – при видимости от 800 м до 5000 м и кратного 1 км при видимости от 5 км до 10 км. При видимости более 10 км она обозначается *более 10 км*.

Дальность видимости на ВПП определяется (оценивается) по измеренной метеорологической оптической дальности с учетом освещенности (яркости фона) и силы света огней аэродромной светосигнальной системы.

Диапазон определения (оценки) дальности видимости на ВПП (RVR) в КРАМС-4 составляет 50–2000 м и более с погрешностью не более:

- ±25 м при дальности видимости на ВПП до 150 м;
- ±50 м при дальности видимости на ВПП от 150 до 500 м;
- ±10 % при дальности видимости на ВПП от 500 до 2000 м;

Примечание. По стандартам и рекомендациям ИКАО дальность видимости на ВПП должна определяться в диапазоне 50–2000 м. В соответствии с РД Росгидромета в КРАМС-4 верхний предел определения дальности видимости на ВПП определяется величиной, соответствующей метеорологической оптической дальности 2000 м.

Выдаваемые значения дальности видимости на ВПП округляются в сторону меньшего значения, кратного:

- 25 м при дальности видимости на ВПП до 400 м;
- 50 м при дальности видимости на ВПП от 400 до 800 м;
- 100 м при дальности видимости на ВПП более 800 м.

В КРАМС-4 возможно определение *видимости для авиационных целей и преобладающей видимости* в диапазоне и с погрешностями, соответствующими диапазонам и погрешностям измерения метеорологической оптической дальности.

Диапазоны и погрешности измерения характеристик облачности. Диапазоны и погрешности измерения высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) зависят от датчиков высоты нижней границы облаков, которыми укомплектовано изделие КРАМС-4.

В КРАМС-4, укомплектованных датчиками высоты нижней границы облаков типа РВО-2М с преобразователем ДВО, диапазон измерения высоты нижней границы облаков составляет 15–1000 м, с погрешностью ±10 м в диапазоне 15–150 м и ±10 % в диапазоне 150–1000 м, при этом вертикальная видимость не измеряется. В условиях (туман, осадки и другие атмосферные явления, ухудшающие видимость), когда нижняя граница облаков не обнаруживается, показания датчика о расстоянии (высоте) светового пятна, воспринимаемого приемником, принимается за вертикальную видимость.

При комплектации КРАМС-4 дальномером облаков ДОЛ-1 диапазон измерения высоты облаков составляет 10–3000 м, погрешность измерения (абсолютная) ±10 м в диапазоне 10–100 м и ±(0,05h + 5) м в диапазоне 100–3000 м, где h – высота нижней границы облаков (м).

В КРАМС-4, в комплектацию которых входят «облакомеры» СТ25К и CL31, серийно выпускаемые фирмой Vaisala (Финляндия), обеспечивается измерение высоты нижней границы облаков в диапазоне 15–7500 м с погрешностью измерения расстояния (высоты) по твердой цели (экрану) не более $\pm(0,2 + 0,5r)$ м, где r – разрешающая способность облакомера, равная 15 м. Предел допускаемой погрешности измерения высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) составляет:

± 10 м в диапазоне 15–100 м,

± 10 % в диапазоне 100–7500 м.

Примечание. Указанные диапазоны и погрешности измерения высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) взяты из эксплуатационной документации на них. Фактически диапазоны и погрешности измерения высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) зависят не только от технических характеристик облакомеров (датчиков), но и от формы облаков, имеющих весьма неоднородную нижнюю границу.

Независимо от метода и средств измерения высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) КРАМС-4, в соответствии со стандартами и рекомендациями ИКАО, выдает информацию, распространяемую внутри аэродрома и за его пределы, о высоте нижней границы облаков дискретную 30 м до высоты 3000 м и 300 м – при высоте более 3000 м; о вертикальной видимости дискретную 30 м до высоты 600 м.

Количество облаков, как это определено стандартами и рекомендациями ИКАО, в сводках, распространяемых на аэродроме и за пределы аэродрома (METAR/SPECI), измеряется и выдается в форме сокращений: FEW (1–2 окта), SCT (3–4 окта), BKN (6–7 окт), OVC (8 окт).

Если облаков нет и вертикальная видимость является неограниченной, а сокращение CAVOC для описания условий погоды не подходит, используется сокращение SKC.

Если облаков, значимых для полетов, нет, отсутствуют кучево-дождевые (CB) облака и вертикальная видимость является неограниченной, а сокращение CAVOC и SKC для описания условий погоды не подходит, используется сокращение NSC.

Форма облаков в сводках погоды, распространяемых как на аэродроме, так и за пределы аэродрома (METAR/SPECI) в соответствии со стандартами и рекомендациями ИКАО, в КРАМС-4 выдается только в виде СВ (кучево-дождевые) и TCU (мощные кучевые).

Диапазоны и погрешности измерения параметров ветра. Диапазон измерения направления ветра в КРАМС-4 независимо от датчиков направления ветра составляет $0-360^\circ$, предел допускаемой погрешности в большинстве случаев (при комплектовании отечественными датчиками мгновенной скорости и направления ветра) составляет $\pm 10^\circ$, при комплектовании КРАМС-4 датчиком направления ветра типа WAV 15A/150 фирмы Vaisala (Финляндия) мгновенные (осредненные за 3 с) значения направления ветра измеряются с погрешностью, не превышающей $\pm 3^\circ$, с дискретностью представления информации о направлении ветра 6° .

Диапазон измерения мгновенной (осредненной за 5 с) скорости ветра в КРАМС-4, укомплектованной измерителем параметров ветра ИПВ-01, составляет 0,5–80 м/с, предел допускаемой погрешности измерения $\pm 0,3$ м/с при скорости ветра от 1 до 6 м/с, $\pm 5\%$ – при скорости ветра более 6 м/с.

Диапазон измерения мгновенной (осредненной за 3 с) скорости ветра в КРАМС-4, укомплектованной датчиком скорости ветра WAA 15A/151 фирмы Vaisala (Финляндия), составляет 0,6–75 м/с, предел допускаемой погрешности измерения скорости ветра $\pm(0,4 + 0,035V)$ м/с, где V – измеренная мгновенная скорость ветра.

При любой комплектации КРАМС-4 датчиками мгновенной скорости и направления ветра в информации, распространяемой на аэродроме и за его пределы, в соответствии со стандартами и рекомендациями ИКАО выдаются следующие характеристики скорости и направления приземного ветра:

а) направление и скорость ветра, скользяще осредненные за истекшие 2 и 10 мин, с дискретностью 10° по направлению и 1 м/с по скорости;

б) максимальная скорость ветра, скользяще выбранная за истекшие 10 мин, при превышении ее над средней, осредненной за 10 мин, на 5 м/с и более, с дискретностью 1 м/с;

в) направление ветра, исправленное на магнитное склонение при его величине 5° и более, округленное до 10° ;

г) перпендикулярная к ВПП составляющая максимальной скорости ветра с дискретностью 1 м/с.

Диапазоны и погрешности измерения атмосферного давления. КРАМС-4 обеспечивает измерение атмосферного давления в диапазоне 600–1080 гПа с пределом допускаемой погрешности измерения $\pm 0,3$ гПа, а также выдачу информации, распространяемой на аэродроме и за его пределы (METAR/SPECI), об атмосферном давлении в следующем виде:

а) давление на уровне порогов ВПП (QFF) при разности высоты порогов ВПП и высоты установки датчика атмосферного давления 2 м и более, в целых единицах гектопаскаля и миллиметра ртутного столба, округленных в сторону меньшего значения (десятые доли отбрасываются);

б) давление, приведенное к уровню моря по стандартной атмосфере (QNH) в целых единицах гектопаскаля, округленных в сторону меньшего значения (десятые доли отбрасываются);

в) давление, приведенное к уровню моря по реальной атмосфере (QFF) в десятых долях гектопаскаля;

г) величина и форма барической тенденции.

Диапазоны и погрешности измерения температуры и влажности воздуха. При комплектовании КРАМС-4 датчиками температуры и влажности, выпущенными из производства в комплекте КРАМС-2:

- диапазон измерения температуры воздуха составляет $-60 \dots 50^\circ\text{C}$, погрешность измерения не превышает $\pm 0,4^\circ\text{C}$;

- диапазон измерения относительной влажности воздуха 3–100 %, погрешность измерения не превышает ± 5 % при температуре выше 0°C , ± 10 % при температуре ниже 0°C .

При комплектовании КРАМС-4 датчиками температуры и влажности воздуха фирмы Vaisala (Финляндия) типа HMP45D:

- диапазон измерения температуры воздуха составляет $-50 \dots 50^\circ\text{C}$, погрешность измерения $\pm 0,3^\circ\text{C}$;

- диапазон измерения относительной влажности воздуха составляет 20–100 %, погрешность измерения ± 4 % в диапазоне 20–90 % и ± 5 % в диапазоне 90–100 %.

В информации, выдаваемой КРАМС-4 и распространяемой внутри аэродрома и за его пределы (METAR/SPECI), температура воздуха представляется в целых градусах Цельсия, округленных в сторону более высокого значения, например 2,5 °С округляются до 3 °С, а -2,5° – до -2°; информация о влажности воздуха – в целых градусах температуры точки росы.

Температура воздуха обозначается символом Т, а температура точки росы – символом DT.

Информация о температуре воздуха, включаемая в сводки КН-01, дается в целых и десятых долях градуса Цельсия.

Автоматическое формирование и кодирование информации об атмосферных явлениях. В КРАМС-4, укомплектованной идентификаторами погоды FD12 и получающей непрерывную информацию от метеорологических радиолокаторов или автоматизированных метеорологических радиолокационных комплексов, обеспечена автоматическая выдача информации о видах осадков (морось, дождь, снег, ливневый дождь и снег, град), об атмосферных явлениях, ухудшающих видимость (дымка, туман, дым, мгла, пыль), о грозах, шквалах, смерчах, торнадо.

При отсутствии радиолокационной метеорологической информации и идентификаторов погоды типа FD12 информация об атмосферных явлениях формируется и кодируется по ручному вводу оператора ПЭВМ (техника-метеоролога).

Автоматическое формирование, кодирование и передача информации в регулярных и специальных сводках. КРАМС-4 обеспечивает формирование, кодирование и передачу информации, распространяемой на аэродроме (дисплей и блоки индикации АИУ) и за пределы аэродрома (METAR/SPECI) в виде регулярных и специальных (шторм) сводок.

Периодичность передачи регулярных сводок, устанавливаемая оператором (техником-метеорологом), 1, 30 или 60 мин. Время передачи не превышает 15 с после окончания измерений (наблюдений).

Специальные сводки (шторм) передаются незамедлительно после начала или усиления опасных для авиации атмосферных явлений или при переходе пороговых значений метеовеличин, установленных инструкцией по метеорологическому обеспечению по-

летов на данном аэродроме. Время передачи информации об ослаблении, окончании опасных метеоусловий составляет 10 мин.

Автоматическая выдача информации об отказах системы. В КРАМС-4 обеспечена световая индикация информации об отказах датчиков, средств связи, центральной системы и средств отображения метеоинформации (дисплеи или блоки индикации АИУ).

В случае отказа ПЭВМ центральной системы КРАМС-4 обеспечен оперативный переход на резервную. Время перехода основной ПЭВМ на резервную не превышает 2 мин. При отказе любого датчика метеовеличин обеспечен ручной ввод информации о неизмеренной метеовеличине, при этом преобразование введенной метеовеличины в информативную сохраняется, так же как и автоматически измеряемой метеовеличины.

Дистанционность передачи измерительных и информационных сигналов. Дистанционная передача измерительных сигналов от датчиков и промежуточных измерительных преобразователей до центральной системы производится по аэродромным линиям связи длиной до 8 км.

Дистанционная передача сигналов, содержащих информацию о значениях метеовеличин, отображаемых на дисплее рабочей ПЭВМ, производится также по аэродромным линиям связи, соединяющим центральную систему с выносным дисплеем или блоком индикации АИУ, длиной до 10 км.

Электропитание. Электропитание КРАМС-4 осуществляется отдельно. Центральная система, устанавливаемая в рабочем помещении техников-метеорологов, питается от сети однофазного переменного тока напряжением 220 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность не более 1000 ВА. Центральная система работоспособна при колебании питающего напряжения на $\pm 10\%$ от номинала (220 В) и частоты на $\pm 1,5$ Гц.

Датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи метеовеличин, средства отображения метеоинформации подключаются к сети электропитания автономно и так же, как центральная система, питаются от сети однофазного переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. Потребляемая мощность на датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи и средства отображения метеоинформации указана в их

эксплуатационной документации, входящей в комплектацию изделий КРАМС-4.

Электромагнитная совместимость. КРАМС-4 электромагнитно совместима с визуальными и не визуальными навигационными средствами аэродромов. Она соответствует европейским и международным стандартам IEC 801-4 (электромагнитная совместимость), MIL-STD-461, RED2 (электромагнитное излучение) и MIL-STD-461, RS03 (восприимчивость к электромагнитному излучению).

Рабочие условия. Центральная система КРАМС-4 и средства отображения метеоинформации, устанавливаемые в рабочих (отапливаемых) помещениях, работоспособны при температуре воздуха от 5 до 40 °С, относительной влажности до 80 % при температуре 35 °С и ниже. Однако для более надежной работы ПЭВМ, входящих в центральную систему, целесообразно в помещении, в котором установлена центральная система, обеспечить кондиционирование воздуха.

Условия воздействия внешней среды (температура, предельная влажность, воздушный поток, иней, роса, пыль, гололед и др.), при которых работоспособны датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи, устанавливаемые на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях, указаны в их эксплуатационной документации, входящей в комплект поставки изделий КРАМС-4.

КРАМС-4 работоспособна при атмосферном давлении от 600 до 1080 гПа.

Показатели надежности. КРАМС-4 по ГОСТу 27.003-83 относится к изделиям группы Z второго вида, т. е. восстанавливаемые, ремонтируемые и требующие технического обслуживания без установления критериев предельного состояния с предоставлением возможности продления среднего ресурса (срока службы).

Средний ресурс КРАМС-4 80 000 часов в течение среднего срока службы 10 лет, с условием замены комплектующих изделий, выработавших свой ресурс и пришедших в предельное состояние.

Средняя наработка на отказ КРАМС-4 1000 ч. Средняя наработка на отказ центральной системы КРАМС-4 5000 ч. Среднее время восстановления после отказа 2 ч.

Средние ресурсы датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей метеовеличин, средств отображения метеоинформации и средняя наработка их на отказ указаны в эксплуатационной документации на них, входящей в комплектацию КРАМС-4.

Меры безопасности. КРАМС-4 относится к электрическим изделиям I класса защиты (по ГОСТ 12.2.003-74, изделия, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления). Сопротивление заземляющего устройства в период наименьшей проводимости почвы должно быть не более 4 Ом.

К работам по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделий КРАМС-4 допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные правилам техники безопасности при работе с электроустановками потребителей до 1000 В, изучившие ПТЭ и ПТБ.

Для обеспечения безопасности при работе с КРАМС-4 необходимо:

а) заземлить через клеммы заземления все корпуса блоков, электропитание которых осуществляется переменным током напряжением более 42 В переменного тока и более 110 В постоянного тока;

б) ремонт производить только при отключенном электропитании;

в) запрещается проверять наличие электрического напряжения на клеммах и проводниках прикосновением рукой или токопроводящими предметами; одновременно касаться токоведущих и заземляющих частей изделия, а также неизолированных и неисправных проводов;

г) при измерении высоких напряжений необходимо пользоваться специальными высоковольтными щупами;

д) все замеры электрических параметров производить так, чтобы исключить прикосновение открытых частей тела к механическим частям корпусов изделий и к проводам заземления.

При монтаже и пуске датчиков, первичных и промежуточных преобразователей метеовеличин и средств отображения метеоинформации необходимо подробно изучить меры безопасности, указанные в эксплуатационной документации, и строго их соблюдать.

Комплекующие КРАМС-4 изделия, устанавливаемые на открытом воздухе, должны быть надежно заземлены через заземлительный контур. При его отсутствии рекомендуется использовать стальные трубы длиной 1,5–2,5 м диаметром 25–30 мм и другие металлические предметы, врытые в землю на глубину влажного грунта. Присоединение заземляющих проводов к заземлителям должно производиться сваркой, а к корпусам блоков – болтами М4. Диаметр контактной площади должен быть не менее 12 мм.

При проведении текущего ремонта КРАМС-4 должны соблюдаться меры безопасности при работе с электроустановками потребителей 1-го класса защиты по ГОСТу 12.2.003-74 (меры безопасности при работе с изделиями, имеющими рабочую изоляцию и элементы заземления). Основными из них являются:

- а) корпуса блоков изделий должны быть заземлены;
- б) пользоваться соединительными кабелями электропитания, предназначенными только для данного изделия.

Запрещается:

- а) проверять наличие напряжения на клеммах и проводниках прикосновением к ним рукой или токопроводящими предметами;
- б) извлекать блоки из кожухов, заменять детали, производить пайку и распайку контактов, перемонтаж проводов, подключать и отключать соединительные кабели и провода при включенных в электрическую сеть питания блоках.

Рекомендуется при измерении высоких напряжений пользоваться только специальными высоковольтными шупами.

Все замеры электрических параметров производить так, чтобы исключалось прикосновение открытых частей тела к металлическим частям блоков, корпусов и к проводам заземления.

Ремонтные работы производить в присутствии второго специалиста, который должен уметь оказать первую помощь при поражении электрическим током.

Перед извлечением (при необходимости) блоков из кожухов их электропитание должно быть выключено (штепсельные разъемы должны быть разомкнуты).

При техническом обслуживании датчиков метеовеличин и других изделий, входящих в комплектацию КРАМС-4, необходимо выполнять указания по безопасности, указанные в их эксплуатационных документах.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КРАМС-4

Запуск и работа системы при ее использовании на аэродроме. При первоначальном включении компьютера на экране ПЭВМ появляется окно, называемое *Рабочий стол*. Прямоугольная горизонтальная полоса в низу экрана называется *Панель задач*. В ее левом углу находится кнопка *Пуск*. На рабочем столе размещены значки (например *Мой компьютер*) и ярлыки программ (например *КРАМС*).

Запуск КРАМС осуществляется двойным щелчком мыши по ярлыку *КРАМС*, расположенному на рабочем столе. При этом запускаются три приложения (задачи): *КРАМС*, *ПРИЕМ* и *ПОРТ*. Окно приложения *КРАМС* остается развернутым на весь экран, а окна приложений *ПРИЕМ* и *ПОРТ* находятся в свернутом состоянии на панели задач в низу экрана справа от кнопки *ПУСК*.

После запуска КРАМС-4 на экран монитора выводится *Главное окно КРАМС-4*, описанное выше (рис 3). Используя *Главное меню КРАМС-4*, щелкнув на его названии, открывается выпадающее меню со списком команд. Для выполнения нужной команды следует выбрать нужную, с помощью которой выбираются соответствующие окна и производимые в них операции. Операции, которые выполняются в соответствующих окнах, приведены в табл. 4–8.

Из перечня команд, перечисленных в табл. 4–8, следует, что КРАМС-4 предоставляет очень большие возможности по управлению системой и получению многоцелевой информации для метеорологического обеспечения аэронавигации при использовании по назначению.

Таблица 4

Наблюдения

Команда	Окно
<i>Данные наблюдений</i>	Ручной ввод данных
<i>Данные измерений</i>	Ручной ввод приборных данных
<i>Прогноз на посадку</i>	Ручной ввод прогноза на посадку
<i>Запись срока</i>	Формирование телеграмм METAR, NAGOVOR, SYNOP
<i>Передача данных</i>	Редактор телеграмм
<i>Передача на индикатор Vaisala</i>	Телеграмма для индикатора
<i>Передача на индикатор</i>	Телеграмма MD для ВПП-1 (ВПП-2)
<i>Запись SPECI</i>	Редактор телеграмм SPECI
<i>Запись KNO1</i>	Формирование сводки SYNOP и вызов редактора
<i>Шаропилотные наблюдения</i>	Шаропилотные наблюдения
<i>Режим автоматической передачи</i>	Настройка интервалов передачи метеоисвдодк
<i>Передача Metreport/Special</i>	
<i>Конфигурация комплекта датчиков</i>	Конфигурация рабочего комплекта датчиков
<i>Конец работы</i>	

Таблица 5

Просмотр данных

Команда	Окно
<i>Анализ архива данных</i>	Отображение архивных данных. При отсутствии данных открывается окно с сообщением <i>Нет данных.</i>
<i>Просмотр архива датчиков</i>	Просмотр архива датчиков
<i>Работа с АВ-6</i>	Журнал АВ-6
<i>Работа с архивами</i>	Просмотр архивов
<i>Расчет характеристик</i>	Расчетные данные
<i>Время передачи телеграмм</i>	Время передачи телеграмм
<i>Квитанция от Метеодисплея</i>	Просмотр событий от Метеодисплеев
<i>Расчет температуры, осадков</i>	Расчет минимальной и максимальной температуры, осадков
<i>Справка о метеоусловиях</i>	

Таблица 6

Настройка

Команда	Окно
<i>Штормовые критерии</i>	Штормовые критерии
<i>Штормовые критерии SPECI</i>	Штормовые критерии для SPECI
<i>Штормовые критерии Warep</i>	Критерии для кода WAREP
<i>Видимость на ВПП</i>	Таблица перевода метеорологической оптической дальности в видимость на ВПП
<i>Параметры станции</i>	Параметры станции
<i>Округление значений</i>	Округление значений
<i>Дополнительные ф-ции</i>	Дополнительные функции
<i>Настройка METAR</i>	Настройка METAR
<i>Настройка SYNOP</i>	Настройка кода SYNOP
<i>Настройка HAГOBOP</i>	Настройка HAГOBOP
<i>Настройка SPECI</i>	Настройка SPECI
<i>Настройка METREP</i>	Настройка METREP
<i>Настройка индикаторов</i>	Настройка индикатора
<i>Настройка индикаторов Vaisala</i>	Настройка индикаторов Vaisala
<i>Выбор функций</i>	Выбор рабочих функций приложения
<i>Параметры светосигнальной системы</i>	Параметры светосигнальной системы
<i>Назначение дисковых устройств</i>	Назначение устройств для размещения приложений
<i>Настройка цветов приложения</i>	Настройка цветов приложения

Таблица 7

Техника

Команда	Окно
<i>Данные всех датчиков</i>	Данные всех датчиков
<i>Поверка КРАМС-4</i>	Имитатор каналов
<i>Контроль датчиков</i>	Диагностика системы
<i>Очистка осадкомера</i>	
<i>Интервал обновления давления</i>	Настройка времени обновления давления

Таблица 8

Справка

Команда	Окно
<i>Использование справки</i>	Вызов HELP
<i>Вызов справки по КРАМС-4</i>	Вызов HELP
<i>Поиск по справке</i>	Вызов HELP
<i>О программе</i>	О станции КРАМС-4
<i>Сохранение настроек</i>	Сохранение настроек

Ручной ввод данных. Ручной ввод данных производится оператором (техником-метеорологом) по команде *Данные наблюдений* (см. табл. 4) с использованием окна *Ручной ввод данных* (см. рис. 4), которое вызывается из *Главного окна КРАМС-4* (см. рис. 3) наводкой указателя мыши на *Наблюдения* главного меню, щелкнув кнопкой мыши.

Используя окно *Данные наблюдений* (левая часть), производится ручной ввод данных, необходимых для формирования сводок погоды, передаваемых в коде КН-01:

- общее количество облаков и количество облаков нижнего яруса (окты);
- количество осадков (мм);
- высота нижней границы облаков рабочего курса посадки (м);
- форма облаков (данные о наличии кучево-дождевых облаков (СВ) и/или мощных кучевых облаков (TCU), которые выбираются из списка);
- количество облаков второго слоя (опты);
- высота облаков второго слоя (м);
- форма облаков второго слоя, при отсутствии облаков второго слоя вводятся количество и высота облаков среднего яруса;
- количество облаков верхнего яруса и его высота;
- атмосферные явления, обозначаемые в коде METAR/SPECI;
- погода между сроками наблюдений (*Прошедшая погода*).

В среднюю часть окна (*Данные бортовой погоды*) вводится следующая информация:

- обледенение, устанавливается одно из четырех возможных состояний (НЕТ, СЛАБ, УМРН, СИЛЬН);
- высота нижней и верхней границ обледенения;
- турбулентность, устанавливается одно из трех состояний турбулентности (НЕТ, УМРН, СИЛЬН);
- высота слоя турбулентности (от м до м);
- сдвиг ветра, устанавливается при наличии сдвига ветра в одно из трех положений (УМРН, СИЛЬН, ОЧЕНЬ СИЛЬН);
- электризация, устанавливается при наличии электризации;

- ветер на круге (направление и скорость ветра на высоте круга);
- ветер на высоте h_2 (направление и скорость ветра на высоте h_2);
- ветер на высоте h_1 (направление и скорость ветра на высоте h_1).

В правую часть окна (*ВПП*) вводится информация о выборе ВПП, о включенных ступенях огней ВПП (при наличии двух ВПП информация дается для двух или одной ВПП) в следующем объеме:

- в группе переключателей *Основная* устанавливается одно из двух возможных положений (*ВПП1* или *ВПП2*); наличие «точек» свидетельствует о выборе соответствующей ВПП, по данным которой будет формироваться информация о погоде;
- в группе переключателей *Активная* устанавливается информация о передаче метеоинформации на средства отображения (метеодисплей или блоки индикации АИУ) только для одной или двух ВПП; наличие светящихся галочек для двух ВПП свидетельствует о передаче метеоинформации для двух ВПП;
- сцепление (указывается характеристика сцепления шасси воздушных судов с поверхностью ВПП в виде группы цифр);
- курс (вводятся сведения о рабочем курсе);
- информация о включенных ступенях огней аэродромной светосигнальной системы в виде *III*, *IV* или *V ступень* или кнопки *IV*, *V* или *VI*.

В нижнюю часть окна *Ручной ввод данных* вводится следующая информация:

- фамилия и инициалы техника-метеоролога (*Наблюдатель*), осуществившего ручной ввод информации;
- об используемых пороговых значениях естественной освещенности (ночь, сумерки, день, пасмурно днем (темный день) или яркий день) с указанием *Ручной ввод*, *По таблицам*, *По датчику*;
- информация о грозовых очагах (текстовое окно *RMK METAR*);
- информация об используемой ВПП (кнопки *Основная станция* или *Резервная станция*);

- информация о закрытости препятствий на приаэродромной территории (горы, трубы, мачты и др.).

Для записи введенных данных в архив следует щелкнуть мышью на кнопке *Записать*.

Для выхода из окна *Ручной ввод данных* без изменения данных следует щелкнуть мышью на кнопке , находящейся в правом верхнем углу.

Контроль и коррекция автоматически измеряемых метеовеличин. По команде *Данные измерений* (см. табл. 4) открывается окно *Ручной ввод приборных данных* (см. рис. 5). Используя это окно, техник-метеоролог осуществляет контроль значений метеовеличин, высвечиваемых в окне по автоматическим измерениям и при необходимости их коррекцию, а также ввод метеовеличин при отказе соответствующих датчиков или при переходе на визуальное определение метеовеличин.

По панелям ВПП-1 и ВПП-2 производится контроль и при необходимости – исправление (ввод) следующих метеовеличин, соответствующих ВПП1 или ВПП2:

- мгновенные, осредненные за 3 с направление и скорость ветра, а также максимальная скорость ветра (текстовое окно *Ветер, м/с*);

- высота нижней границы облаков (вертикальная видимость) для курса 1 (левое) и курса 2 (правое) текстовые окна *ВНГО*;

- метеорологическая оптическая дальность (текстовые окна *МДВ, м*) по соответствующим датчикам MOR, установленным у порога ВПП (левые), у середины ВПП (средние) и у конца ВПП (правые).

По панели, находящейся между панелями ВПП1 и ВПП2, производится контроль и при необходимости исправление следующих метеовеличин:

- атмосферного давления (текстовое окно *Давление, гПа*) с точностью до десятых долей гектопаскаля;

- температуры воздуха (текстовое окно *Температура, град*) с точностью до десятых долей градуса Цельсия;

- относительной влажности воздуха (текстовое окно *Влажность, %*).

Примечание. По высвечиваемым или введенным значениям метеовеличин соответственно автоматически вычисляются значения атмосферного давления, приведенные к уровню порогов ВПП (QFE), к уровню моря по стандартной атмосфере (QNH), к уровню моря по реальной атмосфере (QFF), температура точки росы, парциальное давление водяного пара, которые автоматически включаются в сводки погоды.

Для записи высвечиваемых, исправленных или введенных метеовеличин следует щелкнуть мышью на кнопке *Запись*.

Для выхода из окна *Ручной ввод приборных данных* без изменения метеовеличин следует щелкнуть мышью на кнопке , находящейся в правом верхнем углу.

Передача прогноза на посадку. Передача прогноза на посадку производится по команде *Прогноз на посадку* (см. табл. 4), вызываемой пиктограммой *Прогноз на посадку*. В панель *Прогноз* вводится прогноз *TREND* на английском языке. Прогноз на русском языке вызывается нажатием на клавишу *Перевод прогноза на русский язык* или в текстовой строке *TREND* вводом с клавиатуры ПЭВМ.

В текстовое окно *Прогноз* данные вводятся с клавиатуры ПЭВМ.

Формирование, контроль и корректировка сводок METAR. Формирование сводок, передаваемых в коде METAR/SPECI, в КРАМС-4 производится автоматически. Распространение информации в коде METAR/SPECI (за пределы аэродрома) производится после проверки и при необходимости корректировки техником-метеорологом.

Проверка и, при необходимости, корректировка сводок METAR производятся с помощью окна *Редактор телеграмм* (см. рис. 7), вызываемого по команде *Запись срока* (см. табл. 4). В окне *Редактор телеграмм* высвечивается текст телеграммы METAR, сформированной автоматически. После проверки телеграммы и при необходимости коррекции ее следует щелкнуть мышью по кнопке телеграммы *Передача (отправка) телеграммы в линию связи* (рис. 15). При необходимости выполнения других функций выбираются другие кнопки пиктограммы. На панели инструментов расположены еще два окна со списком. Первое предназначено для выбора типа сводки для просмотра и отправки. Второе предназначено для выбора канала отправки соответствующей сводки.



Передача (отправка) телеграммы в линию связи

Создание новой телеграммы(очистка поля редактора)

Запись телеграммы на диск

Вывод телеграммы на печать

Вырезать (удалить) телеграмму

Удалить телеграмму

Копирование в буфер

Вставка из буфера

Отмена выполненной операции

Время последней отправки телеграмм

Работа с архивами

Вызов справки

Рис. 15. Назначение пиктограмм на панели окна
Редактор телеграмм.

Запись телеграмм METAR после активизации пункта *Передачи (отправки) телеграммы в линию связи* производится автоматически. Признаком передачи является бегущая строка в нижней части окна Редактор телеграмм.

Формирование, контроль и корректировка информации на средства отображения метеоинформации. В КРАМС-4 обеспечено автоматическое формирование и регулярная передача на выносные средства отображения (метеодисплеи и блоки индикации) через 1, 30 или 60 мин (устанавливается техником-метеорологом) после проверки и, при необходимости, корректировки.

Контроль метеоинформации, передаваемой на средства отображения метеоинформации (метеодисплеи или блоки индикации АИУ) производится с помощью окна *Телеграмма MD для ВПП* (см. рис. 8), которое вызывается на экран дисплея ПЭВМ командой *Передача на индикатор Vaisala* (см. табл. 4). При активизации текстового окна *Задержать*, расположенного в левой нижней части окна, производится задержка высвечиваемой информации о метеовеличинах, подлежащих контролю и, при необходимости, исправлению. После окончания проверки, исправления метеоинформации и нажатия клавиши *Отправить*, информация передается на выносные средства отображения.

Признаком передачи метеоинформации во всех случаях является бегущая строка. Если до окончания бегущей строки не будет нажата кнопка *Задержать*, метеоинформация на выносные средства отображения передается без задержки (автоматически).

Для обозначения специального сообщения (шторм) используется красный квадрат, расположенный рядом с обозначением «Курс 1».

Запись метеоинформации, передаваемой на средства отображения в архив, производится автоматически.

Формирование, контроль, исправление и передача сводок SPECI. Формирование сводок SPECI (шторм) об опасных для авиации атмосферных явлений и переходе через пороговые значения метеовеличин (видимость, дальность видимости на ВПП, высота нижней границы облаков и вертикальная видимость, скорость ветра) производится автоматически.

Контроль и при необходимости исправление сводок SPECI (шторм) производится техником-метеорологом с помощью окна *Редактор телеграмм SPECI* (см. табл. 4). Телеграммы SPECI ото-

бражаются на экране окна *Редактор телеграммы SPECI* и подвергаются контролю.

Аналогично контролю и коррекции телеграмм, производимых в окне *Редактор телеграмм* для сводок METAR (см. рис. 7) после проверки телеграммы SPECI и ее коррекции следует щелкнуть мышью по пиктограмме *Передача (отправка) телеграммы в линию связи* (см. рис. 15). После выполнения этой операции производится автоматическая передача телеграммы SPECI в линию связи и автоматическая запись в архив, а признаком передачи является бегущая строка в нижней части окна.

Переход с основных датчиков метеовеличин на резервные. При наличии в комплектации изделия КРАМС-4 основных и резервных датчиков метеовеличин обеспечивается их переход с основных на резервные. Переход с основных на резервные датчики метеовеличин при необходимости (отказ основного датчика, нестабильная работа датчика) выполняется оператором (техником-метеорологом) с помощью окна *Конфигурация рабочего комплекта датчиков* (см. рис. 11), выводимого на экран дисплея по команде *Конфигурация рабочего комплекта датчиков* (см. табл. 4).

Для перехода с основного датчика метеовеличин на резервный необходимо в ряду резервных датчиков (см. рис. 11) выбрать резервный датчик, который резервирует основной (отказавший), и нажать кнопку *Применить*. Информация, получаемая от выбранного (резервного) датчика метеовеличины, будет поступать на вход центральной системы КРАМС-4 и использоваться для формирования метеоинформации.

Формирование и передача сводок в установленные сроки «наблюдений» (00 и/или 30 мин каждого часа). Сроки автоматического формирования и передачи метеоинформации, распространяемой внутри аэродрома (метеодисплеи или блоки индикации АИУ), а также за пределы аэродрома (в коде METAR), устанавливаются техником-метеорологом в зависимости от интенсивности полетов и сложности метеорологических условий взлета и посадки воздушных судов. При посадке воздушных судов по минимуму II и III категорий информация о метеовеличинах, непосредственно влияющих на взлет и посадку воздушных судов (дальность видимости на ВПП, высота нижней границы облаков (вертикальная види-

мость), скорость и направление ветра), должна автоматически обновляться на средствах отображения диспетчеров управления воздушным движением (метеодисплеях или блоках индикации АИУ) через каждую минуту. При этом время передачи информации не должно превышать 15 с после окончания измерений метеовеличин.

При формировании сводок через окно *Ручной ввод данных* (см. рис. 4) производится ручной ввод данных, которые не определены автоматически, а также прогноз на посадку. После ручного ввода и контроля сводки и, при необходимости, ее корректировки устанавливается курсор на время и дается команда на передачу информации (щелкнуть мышью по пиктограмме *Запись срока*).

После передачи сводок, распространяемых внутри аэродрома (метеодисплеи или блоки индикации АИУ) в *Редакторе телеграмм* устанавливается тип телеграммы ATIS, а также производится передача данных для формирования дневника погоды (форма АВ-6) с вводом информации о количестве и форме облаков, времени начала и окончания атмосферных явлений и других данных.

Информация, автоматически формируемая и передаваемая между установленными сроками. Между установленными сроками автоматического формирования и передачи метеоинформации последняя может формироваться по запросам (вызовам) диспетчеров службы управления воздушным движением с помощью установленных у них метеодисплеев или блоков индикации АИУ, а также при возникновении или усилении опасных для авиации атмосферных явлений или при переходе установленных критериев по дальности видимости на ВПП, видимости, высоте нижней границы облаков (вертикальной видимости) и параметров ветра.

Метеоинформация, вызываемая (запрашиваемая) диспетчерами службы управления воздушным движением, передается автоматически через временной интервал не более 15 с после окончания измерений (определения) дальности видимости на ВПП или видимости, высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) и параметров ветра.

Информация о возникновении, усилении опасных для авиации атмосферных явлений или переходе через установленные инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме пороговые значения метеовеличин (дальность видимости на ВПП,

видимость, высота нижней границы облаков (вертикальная видимость), параметры ветра) должна автоматически передаваться в сводках погоды, распространяемых на аэродроме (метеодисплей или блоки индикации АИУ) и за его пределы (код SPECI), незамедлительно.

Работа по сигналу «Тревога». При летных происшествиях или предпосылках к ним от соответствующего органа УВД поступает сигнал «Тревога». По сигналу «Тревога» техник-метеоролог должен обеспечить проведение измерений метеовеличин в полном объеме, т. е. обеспечить измерения метеорологической оптической дальности всеми датчиками, установленными у ВПП, определение (оценку) по ним дальности видимости на ВПП, высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости), параметров ветра, а также измерения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, идентификацию атмосферных явлений и их визуальную оценку (наблюдения).

Результаты измерений метеовеличин (наблюдений) записываются в архив с возможностью распечатки на принтере, входящем в комплектацию ПЭВМ.

Просмотр данных, записанных архив и построение графиков. Просмотр значений метеовеличин, записанных в архив (измеренные, введенные вручную, вычисленные, осредненные, включенные в сводки и т. д.), производится в меню *Просмотр данных*.

При выборе команды *Анализ архива данных* (табл. 5) на экране рабочего дисплея открывается рабочее окно (рис. 16), содержащее изменение во времени температуры, относительной влажности воздуха и атмосферного давления или изменения во времени дальности видимости (см. рис. 12), высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости).

В КРАМС-4 обеспечена возможность просмотра в цифровом и графическом виде изменения измеренных значений дальности видимости на ВПП, метеорологической оптической дальности, высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости), скорости и направления ветра, осредненных за 2 и 10 мин, мгновенных и максимальных значений скорости ветра, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха во времени за любые сутки прошедшего месяца (30 суток).

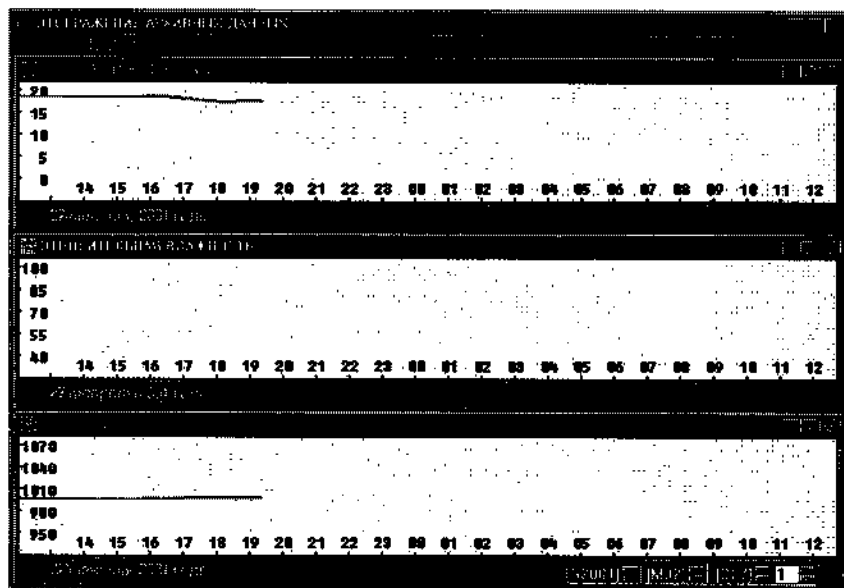


Рис. 16. График изменения температуры и влажности воздуха, атмосферного давления во времени.

Проверка настройки датчиков, настройки каналов приема-передачи и настройки передачи метеосводок. Проверка настройки датчиков метеовеличин:

- а) приложения «Порт» и «Прием» должны быть включены;
- б) в главном меню КРАМС-4 (см. рис. 3) выберите команды *Настройка/Выбор функций*, проверьте наличие флажков *Порт* и *Прием* в панели выбора рабочих функций приложения КРАМС и проверьте назначение контрольных интервалов;
- в) проверьте установку превышений датчиков ВНГО относительно порогов ВПП;
- г) проверьте высоту установки датчика атмосферного давления над средним уровнем моря и относительно порогов ВПП;
- д) проверьте ориентировку датчиков параметров ветра относительно географического и магнитного севера.

При необходимости производится соответствующая настройка корректировка:

- а) перейдите в приложение «Порт»;

б) проверьте каналы приема-передачи (*Настройка/Выбор функций*);

в) проверьте настройки параметров датчиков метеовеличин (*Настройка/Датчики Vaisala* или *Настройка/Параметры БУП*);

г) проверьте установки параметров каналов (*Настройка/Параметры каналов*);

д) просмотрите работу каждого канала, для чего выберите канал (*Вид → Выбор канала → Применить*) и просмотрите его работу (*Вид → Прием-передача*); в окне должны отображаться передаваемые и принимаемые сообщения;

е) перейдите в приложение «Прием»;

ж) проверьте каналы приема-передачи (*Настройка → Выбор функций*); при подключенных датчиках метеовеличин от КРАМС-2 через БУП или датчиков метеовеличин фирмы Vaisala должны быть выставлены соответствующие обозначения (флажки);

з) настройте параметры каналов (*Настройка → Параметры каналов*);

и) проверьте привязку датчиков (*Настройка → Привязка датчиков*);

к) проверьте конфигурацию QLI50 (*Настройка → Конфигурация QLI50*).

Примечание. Проверка по пункту (к) производится на тех изделиях КРАМС-4, которые укомплектованы датчиками метеовеличин фирмы Vaisala и промежуточным измерительным преобразователем QLI50.

Настройка передачи метеосводок:

а) проверьте настройку формирования и передачи сводок погоды, используя соответствующие окна (работа с меню *Настройка*);

б) проверьте установку меток (флажков) метеосводок, необходимых для работы станции (*Настройка → Выбор функций*);

в) проверьте настройку METAR (*Настройка → Настройка METAR*) и, при необходимости, других сводок, например, НАГОВОР, КН-01, SPECI;

г) проверьте работу индикаторов метеоинформации (*Настройка → Настройка индикаторов*);

д) проверьте настройку каналов передачи сводок в приложении «Порт» ((*Настройка* → *Параметры каналов*));

е) проверьте настройку каналов передачи сводок, используя окна, вызываемые при работе с меню *Настройка* и откройте окно *Редактор телеграмм* (см. рис. 7).

Работа с меню *Данные АМРК*. Абонентский пункт АМРК «Метеоячейка» в КРАМС-4 является автоматизированным рабочим местом для анализа радиолокационной метеоинформации, ее формирования и представления в составе метеорологической информации, представляемой КРАМС-4.

Абонентский пункт решает следующие задачи:

а) прием информации от АМРК «Метеоячейка»;

б) представление радиолокационной метеоинформации на экранах дисплеев ПЭВМ, включая метеодисплеи, установленные у диспетчеров службы управления воздушным движением и у синоптиков;

в) вывод на экран дисплеев ПЭВМ таблиц штормового оповещения с отображением очагов кучево-дождевой облачности и связанных с ними опасных атмосферных явлений с указанием направления и скорости перемещения этих очагов и изменения интенсивности их во времени и пространстве;

г) инерционный прогноз перемещения очагов кучево-дождевой облачности и связанных с ней атмосферных явлений;

д) ведение архива радиолокационной метеорологической информации.

Запуск автоматизированного рабочего комплекса АМРК «Метеоячейка» осуществляется двойным щелчком левой клавиши мыши по ярлыку *АРМ-АП* на экране ПЭВМ центральной системы КРАМС-4. Выбор функций осуществляется нажатием левой клавиши мыши на соответствующем пункте меню или кнопке.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По Закону Российской Федерации об обеспечении единства измерений комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС-4 как измерительная система, предназначенная для обеспечения гидрометеорологических работ, подлежит государственному метрологическому контролю и надзору, который выражается в обязательной государственной поверке при выпуске из производства (первичная поверка) и при эксплуатации (периодическая поверка).

В соответствии с нормативно-руководящими документами Госстандарта Российской Федерации КРАМС-4 подлежит покомпонентной первичной и периодической поверке, т. е. измерительный компонент (датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи как средства измерения) поверяется отдельно по своим нормативным документам (инструкция, методика или раздел в эксплуатационном документе).

При поверке КРАМС-4 выполняются следующие операции:

- внешний осмотр, при котором осуществляется проверка комплектности поверяемого изделия КРАМС-4 со сличением заводских номеров комплектующих изделий, нанесенных на изделиях и указанных в эксплуатационных документах;
- проверка документов, удостоверяющих поверку датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей;
- состояние лакокрасочных покрытий и наличие внешних повреждений всех изделий, входящих в комплектацию КРАМС-4;
- надежность подсоединения кабелей электропитания и связи и оценка состояния штепсельных разъемов и изоляции кабелей;
- проверяется работоспособность всех измерительных каналов измерительной системы КРАМС-4 (периодичность выдачи метеоинформации и возможность изменения ее оператором);
- правильность отображения метеоинформации на дисплеях ПЭВМ рабочей станции и выносных средствах отображения;
- правильность регистрации измеренных метеовеличин и всей выдаваемой метеоинформации (запись в архив с возможностью распечатки на принтере) и другие эксплуатационные характеристики).

Проведение первичной и периодической поверки КРАМС-4 производится лицами, имеющими специальную подготовку и аттестованными уполномоченными организациями Госстандарта России, входящими в аккредитованные Госстандартом России организации (лаборатории).

Поверка КРАМС-4 производится в рабочих условиях. Первичная поверка производится на предприятии-изготовителе или в ремонтной организации после среднего или капитального ремонта. Периодическая поверка производится на месте эксплуатации изделия КРАМС-4.

Комплектующие КРАМС-4 изделия, устанавливаемые в помещении, поверяются при температуре от 15 до 40 °С, относительной влажности до 80 %, атмосферном давлении от 600 до 1080 гПа.

Комплектующие КРАМС-4 изделия, устанавливаемые на открытом воздухе, поверяются при температуре от 5 до 30 °С, относительной влажности до 95 % при температуре 35 °С, атмосферном давлении от 600 до 1080 гПа.

Датчики метеорологической оптической дальности (MOR) и высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) кроме вышеуказанных условий, должны поверяться при устойчивой прозрачности атмосферы (видимость более 10 км).

При проведении поверки КРАМС-4 выполняются необходимый объем операций и определение метрологических характеристик измерительного компонента и вычислительного компонента.

Вычислительный компонент КРАМС-4, состоящий из измерительных каналов (до 15) температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, параметров ветра, высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости), дальности видимости на ВПП и видимости, атмосферных явлений и др., поверяется через поверку измерительных каналов по эталонам.

Измерительный компонент (датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи метеовеличин, входящие в комплектацию поверяемой КРАМС-4) поверяется отдельно по соответствующим ему нормативным документам. Если при подготовке к поверке выявлено, что датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи поверены и имеют действующий документ (клеймо) о поверке, они вновь поверке не подвергаются.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КРАМС-4

Техническое обслуживание изделий КРАМС-4 производится инженерно-техническим персоналом АМЦ (АМСГ), имеющим специальную подготовку:

техники-метеорологи (операторы) – специальный курс подготовки для работы на персональных ПЭВМ;

инженеры и техники, осуществляющие техническое обслуживание и текущий ремонт, имеющие радиотехническое образование и специальные курсы по изучению КРАМС-4 и датчиков метеовеличин.

Допуск к работе технического персонала производится в установленном на АМЦ (АМСГ) порядке.

Техническое обслуживание датчиков, первичных и промежуточных измерительных преобразователей метеовеличин, входящих в комплектацию КРАМС-4 (измерительный компонент), производится по их эксплуатационной документации.

Техническое обслуживание КРАМС-4, как и всего метеоборудования аэродромов, производится по установленным видам:

ТО-1 – оперативное ежедневное;

ТО-2 – периодическое недельное;

ТО-3 – периодическое месячное;

ТО-4 – периодическое квартальное;

ТО-5 – периодическое сезонное;

ТО-6 – специальное техническое обслуживание.

Оперативное ежедневное техническое обслуживание (ТО-1) включает:

а) внешний осмотр аппаратуры центрального устройства (системного блока ПЭВМ, монитора, принтера, клавиатуры, устройства бесперебойного питания, адаптеров и модемов) и проверка их функционирования в обычно режиме работы;

б) ознакомление с замечаниями дежурного техника-метеоролога по работе всей КРАМС-4, включая датчики, первичные и промежуточные измерительные преобразователи и средства отображения метеоинформации и устранение недостатков;

Периодическое недельное техническое обслуживание (ТО-2) включает:

- а) протирку экрана монитора с использованием спирта;
- б) обслуживание жесткого диска для проверки файловой системы.

Проверка выполняется с помощью программ chkdsk, skandisk, входящих в базовый комплект WINDOWS NT, или пакета Disk Manager 7.0.

Периодическое месячное техническое обслуживание (ТО-3) включает:

- протирку манипулятора «мышь» и коврика для него с использованием спирта;
- заправку принтера бумагой;
- обслуживание жесткого диска с целью обнаружения физических дефектов на нём и оптимизации размещения файлов на диске.

Периодическое квартальное техническое обслуживание (ТО-4) включает:

- а) проверку встроенных тест-программ (перезагрузка программы);
- б) протирку и чистку клавиатуры и головок дисководов с использованием спирта.

Периодическое сезонное техническое обслуживание (ТО-5) производится два раза в год перед наступлением весенне-летнего и осенне-зимнего периодов эксплуатации метеооборудования аэродромов в соответствии с требованиями ПЭМОА-86 и включает:

- а) проверку выполнения тест-программ;
- б) чистку и подкраску (при необходимости) блоков аппаратуры центральной системы.

При проведении сезонного технического обслуживания (ТО-5) необходимо особое внимание уделять техническому обслуживанию датчиков метеовеличин, устанавливаемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях. Сезонное техническое обслуживание датчиков, входящих в комплектацию КРАМС-4, производится по их эксплуатационной документации, указанной в «Ведомости эксплуатационных документов».

Специальное техническое обслуживание (ТО-6) системы производится при возникновении отказов, которые не могут устраняться обслуживающим КРАМС-4 инженерно-техническим персоналом, и включает:

а) проверку тест-программ от внешнего имитатора, имитирующего измерительные сигналы от датчиков метеовеличин;

б) средний ремонт или замену комплектующих изделий.

Проверка центральной системы по тестам от внешнего имитатора производится обслуживающей организацией, которая определяется договором на поставку КРАМС-4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов (НГЭА) СССР-80). – М.: Воздушный транспорт, 1984. – 136 с.
2. Дополнения и изменения к нормам годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов (НГЭА СССР) и методика оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов (МОС НГЭА СССР). – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 40 с.
3. Министерство гражданской авиации. Межведомственная комиссия по нормам годности к эксплуатации в СССР аэропортов, гражданских аэродромов, воздушных трасс и их оборудования. Нормы годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (НГЭО-81). – М.: Воздушный транспорт, 1983. – 144 с.
4. Изменения и дополнения к нормам годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (НГЭО-81) и методикам оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (МОС НГЭО). Раздел 15. Метеооборудование. – Л.: изд. ГГО, 1991. – 54 с.
5. Министерство гражданской авиации. Методики оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР оборудования гражданских аэродромов и воздушных трасс (МОС НГЭО-81). Приложение к НГЭО. – М.: Воздушный транспорт, 1984. – 280 с.
6. Межгосударственный авиационный комитет. Авиационные правила. Часть 139. Сертификация аэродромов. Том II. Сертификационные требования к аэродромам. 1996. – 84 с.
7. Межгосударственный авиационный комитет. Авиационные правила. Часть 170. Сертификация оборудования аэродромов (аэропортов) (АП-170), 1994. – 23 с.
8. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России (НМО ГА - 95). – М.: Росгидромет, 1995. – 156 с.
9. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации. Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации. Издание четырнадцатое. Июль 2001 г. – ИКАО, 2001. – 151 с.
10. Руководство по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней (Doc 9328 AN/908). Изд. второе. – ИКАО, 2000. – 86 с.
11. Всемирная метеорологическая организация. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. Изд. шестое – Женева: ВМО, 2000, № 8. – 305 с.
12. Всемирная метеорологическая организация. Руководство по системам метеорологических наблюдений и распространения информации на аэродромах. – Женева: ВМО, 1992, № 731 – 64 с.
13. Правила технической эксплуатации наземных средств радиотехнического обеспечения полетов и электросвязи гражданской авиации (ПТЭ РТОС ГА-77). – М.: Воздушный транспорт, 1978, 77 с..

14. Положение о порядке выделения полос радиочастот в Российской Федерации для радиоэлектронных средств всех назначений и высокочастотных устройств. – М.: ГКРЧ, 2001. – 32 с.
15. Государственный стандарт СССР. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Общие технические требования. Методы испытаний. ГОСТ 12997-84. – М.: Госстандарт, 1984. – 16 с.
16. Плис Г.С. Стандартизация в электротехнике. – М.: Изд. стандартов, 1979, с. 73–75.
17. Госстандарт СССР. Надежность в технике. Термины. ГОСТ 13377-84. – М.: Изд. стандартов, 1984. – 16 с.
18. Госстандарт СССР. Надежность в технике. Выбор и нормирование показателей надежности. Основные положения. ГОСТ 27003-83. – М.: Изд. стандартов, 1984. – 16 с.
19. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. РМГ 29-99. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск: 1999. – 38 с.
20. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов Гражданской авиации СССР (ПЭМОА-86). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 262 с.
21. Кузнецов А.А., Дубровский В.И., Уланов А.С. Эксплуатация средств управления воздушным движением. Справочник. – М.: Транспорт. 1983. – 165 с.
22. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ). – М.: Атомиздат, 1973, 41 с..
23. Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. – Л.: Гидрометеиздат, 1983, 57 с..
24. Правила устройства электроустановок. Изд. 5-е. – М.: Энергоиздат, 1982, 10 с.
25. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. ГОСТ 2.601-95. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, ИПК. – Изд. стандартов, 1996. – 64 с.
26. Российская Федерация. Закон об обеспечении единства измерений. 27 февраля 1993 г., № 4871-1. – М.: Дом Советов России, 1993. – 7 с.
27. Наставление по производству полетов в гражданской авиации СССР (НПП ГА-85). – М.: Воздушный транспорт, 1985. – 254 с.
28. Сеттон О.Г. Микрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1968, с. 255–268.
29. Код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций Госкомгидромета СССР, расположенных на суше (включая береговые станции). КН-01. Национальный вариант международного кода FM 12-IX SYNOP. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 64 с.
30. Дюбкин А.К. О взаимосвязи расстояния между пунктами наблюдений и точностью измерения атмосферного давления. Труды ГГО, 1976, вып. 375.
31. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Системы измерительные. Метрологическое обеспечение. Основные положения. МИ 2438-97. – М.: ВНИИМС, 1997. – 14 с.

32. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов. МИ 2440-97. – М.: ВНИИМС, 1997. – 24 с.
33. Сборник международных метеорологических авиационных кодов (МЕТАР, СПЕСИ, ТАФ). – М.: Росгидромет, 1995, 44 с.
34. Правила сертификации оборудования аэропортов, гражданских аэродромов и воздушных трасс СССР (временные). – М.: Воздушный транспорт, 1976. – 63 с.
35. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации СССР (ПЭМОА-81). – М.: Гидрометеиздат, 1982. – 160 с.
36. Департамент транспорта США. Федеральная авиационная администрация. Руководящий циркуляр ФАА на проведение сертификационных испытаний автоматических систем погодного наблюдения. РЦ номер 150/5220-16А 6.12.90, с. 24–31.
37. Официальные документы. ПР 50.2.009-94. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений. Утвержден постановлением Госстандарта России от 8.02.94 № 8. Зарегистрирован Минюстом России 13.07.94 под № 634. – М.: Госстандарт, 1994. – 8 с.
38. Госстандарт Российской Федерации. ВНИИМС. Рекомендация. Государственная система единства измерений. Испытания для целей утверждения типа измерительных систем. Общее требование. МИ 2441-97. – М.: ВНИИМ, 1997. – 16 с.
39. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть 1. Метеорологические наблюдения на станциях. – Л.: Гидрометеиздат, 1985, с. 10–14.
40. Ковалев В.А. Видимость в атмосфере и ее определение. – Л.: Гидрометеиздат, 1988, – с. 65–68.
41. Всемирная метеорологическая организация. Инструменты и методы наблюдений. Отчет № 57. – Женева, WMO/TD, No. 588. – 106 с.
42. Иванов А.П. Оптика рассеивающих сред. – Минск: Наука и техника, 1969. – 590 с.
43. Бочарников Н.В., Никишков П.Я., Солонин А.С. Дальность видимости на взлетно-посадочной полосе и ее определение. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 70 с.
44. Метеоагентство Росгидромета. Национальное руководство по определению дальности видимости на ВПП (RVR). – М.: Гидрометеиздат, 2002. – 90 с.
45. Андросов И.Д. Выбор оптимального интервала осреднения скорости ветра. Труды ГГО, 1958, вып. 83.
46. Баранов А.М., Солонин С. В. Авиационная метеорология. Изд. второе, переработанное и дополненное. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 383 с.
47. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 332 с.
48. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. Изд. второе, переработанное и дополненное. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 391 с.
49. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81. – М.: Госстандарт СССР. – 179 с.
50. Психрометрические таблицы. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 235 с.

51. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2, МРЛ-5. – РД 52.04.320-91. Ростгидромет, 1993., - 358. с.
52. Основные термины в области стандартов. Словарь-справочник. – М.: Изд. стандартов, 1989. – 60 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Устройство и принцип функционирования КРАМС-4	7
2. Технические характеристики КРАМС-4	44
3. Рекомендации по эксплуатации КРАМС-4	54
4. Метрологическое обеспечение	63
5. Техническое обслуживание КРАМС-4	71
Литература	74

TABLE OF CONTENTS

Introduction	3
1. The device and a principle of functioning of complex radio engineering air-field meteorological station KRAMS-4	7
2. Technical characteristics of KPAMC-4.	44
3. Recommendations about practical use of KPAMC-4.	54
4. Metrological maintenance of KPAMC-4.	63
5. Maintenance service of KPAMC-4.	71
Literature	74

65-30

Учебное издание

**Леонид Исаевич Дивинский,
Анатолий Дмитриевич Кузнецов,
Александр Сергеевич Солонин**

**КОМПЛЕКСНАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ
АЭРОДРОМНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ -
КРАМС-4**

Учебное пособие

**Редактор О.С. Крайнова
Компьютерная верстка Н.И. Афанасьевой**

ЛР № 020309 от 30.12.96

Подписано в печать 14.03.10. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,0. Тираж 250 экз. Заказ № 12/10
РГТМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.
ЗАО «НПП «Система», 197045, Санкт-Петербург, Уляковская наб., 17/1.
