



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Метеорологическое обеспечение международного полёта на примере полёта
воздушного судна 'Airbus A319' по маршруту Санкт-Петербург (Пулково, LED,
ULLI) – Ларнака (LCA, LCLK) 15 марта 2018 г., 09:06 – 13:33 UT+3»

Исполнитель Коротеев Адриан Владимирович

Руководитель к.г.н., доцент Иошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»
Заведующая кафедрой

сца

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«21» июня 2018 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
« <u>18</u> » <u>июня</u> 20 <u>18</u> г.	
<i>Май</i> ПОДПИСЬ	<i>Маймен Аз</i> РАСШИФРОВКА ПОДПИСИ

Туапсе
2018



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Метеорологическое обеспечение международного полёта на примере полёта
воздушного судна ‘Airbus A319’ по маршруту Санкт-Петербург (Пулково, LED,
ULLI) – Ларнака (LCA, LCLK) 15 марта 2018 г., 09:06 – 13:33 UT+3»

Исполнитель Коротеев Адриан Владимирович

Руководитель к.г.н., доцент Йошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«____» _____ 2018 г.

Туапсе
2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Метеорологическое обеспечение полётов	6
1.1 Характеристика видов работ на АМСГ	7
1.2 Порядок метеорологического обеспечения полётов по трассам	9
1.3 Особенности метеорологического обеспечения международных полётов	11
1.4 Авиационные метеорологические коды	13
Глава 2 Авиационные прогнозы погоды.....	15
2.1 Исходные материалы для разработки авиационных прогнозов погоды	15
2.2 Виды авиационных прогнозов погоды	19
2.3 Опасные для авиации явления погоды	21
Глава 3 Анализ метеорологических условий полёта ВС ‘Airbus A319’ по маршруту Санкт-Петербург (Пулково, LED, ULLI) – Ларнака (LCA, LCLK) 15 марта 2018 г., 09:06 – 13:33 UT+3.....	23
3.1 Самолёт ‘Airbus A319’. Основные технические характеристики.....	23
3.2 Практическая работа по подготовке метеообеспечения рейса	24
3.3 Метеоконсультация командира ВС.....	49
Заключение.....	53
Список использованной литературы.....	55
Приложения.....	58

Введение

Основное назначение гражданской авиации (ГА) – пассажирские и грузовые перевозки. Авиация широко используется при решении многих хозяйственных задач и для специальных операций в различных отраслях экономики. ГА представлена большим спектром современных летательных аппаратов – от пассажирских лайнеров международного сообщения с дальностью полёта до 9000 км до одномоторной авиации учебно-транспортного, санитарного и спортивного назначения. Обеспечение регулирования движения по авиалиниям осуществляется службами управления и радиотехническими средствами. Особое место занимает метеорологическая служба обеспечения авиации.

Специфика работы этого потребителя метеоинформации в том, что авиация функционирует в условиях наиболее высокого риска метеорологической опасности, она в наибольшей степени подвержена влиянию метеоусловий.

Влияние метеоусловий на авиацию рассматривается отдельно в зависимости от фазы полёта: взлёта, посадки и полёта на высотах, что показано на примере метеообеспечения конкретного рейса в третьей главе этой бакалаврской работы. Метеорологические и синоптические условия развития опасных для авиации явлений погоды достаточно хорошо изучены и приведены в известных учебниках и монографиях П.Д. Астапенко, С.В. Солонина, А.М. Баранова, О.Г. Богаткина, Г.И. Мазурова и других [25, с. 91-94].

Современный этап развития мировой ГА характеризуется увеличением интенсивности воздушного движения, причём эти тенденции носят нарастающий характер. Отсюда постоянно повышаются требования к обеспечению безопасности полётов (БП). Поддержание заданного уровня БП, определённого документами Международной организации ГА (ИКАО), зависит от очень многих факторов, среди которых одним из главенствующих является фактор метеорологических условий во время выполнения полёта воздушного

судна (ВС). Неблагоприятные метеорологические условия вызывают, прежде всего, задержку рейсов, т.е. приводят к снижению регулярности полётов, и в то же время неблагоприятные метеорологические условия полёта в значительной мере влияют на безопасность полётов. Именно метеорологические условия в основном и создают понятие «полёты в особых условиях», к которым относятся: полёты в зонах обледенения, грозовой деятельности и сильных ливневых осадков, сильной болтанки, повышенной электрической активности атмосферы, сдвига ветра, пыльной бури.

Неправильная оценка метеорологической обстановки может привести к изменению маршрута или к вынужденному прекращению полёта, хотя в этом может не быть необходимости. В наиболее тяжёлых случаях неправильная оценка метеоусловий полёта может привести к авиакатастрофе.

Отсюда вытекает **актуальность данной работы** – обеспечение максимальной достоверности и оперативности получаемой экипажами перед вылетом метеорологической информации для обеспечения безопасности на всех этапах полёта ВС.

Объектом исследования являются метеорологические и синоптические условия с их изменчивостью во времени и пространстве в районах взлёта и посадки, а также на эшелоне полёта ВС.

Предмет исследования: оценка фактических метеорологических условий и разработка прогноза их развития с целью обеспечения безопасности полёта ВС, выполняющего конкретный рейс.

Цель работы – комплексное исследование на примере полёта ВС по маршруту Санкт-Петербург (Пулково) – Ларнака условий и характеристик атмосферы, оказывающих наибольшее влияние на безопасное выполнение полёта.

Исходя из цели работы, были сформулированы следующие **задачи**:

- 1) описать общие принципы метеорологического обеспечения ГА;
- 2) собрать необходимые результаты наблюдений и аэросиноптический материал для подготовки метеорологического сопровождения полёта

выбранного рейса;

3) обработать названный выше материал, на его основе разработать прогноз, рекомендации по выполнению полёта с их фиксацией в форме специализированных авиационных кодов и в полётной документации международного рейса;

4) подготовить и провести метеоконсультацию командира ВС на английском языке в формате деловой игры, ответить на его вопросы.

Структура работы: введение, три главы, заключение, список использованной литературы и приложения.

В первой главе рассказывается о работе авиационных метеорологических станций (гражданских) (АМСГ) по метеообеспечению взлёта, полёта по трассе и посадки ВС.

Во второй главе рассмотрена специфика разработки специализированных авиационных прогнозов погоды.

В третьей на примере метеообеспечения конкретного рейса показана практическая работа авиационного синоптика АМСГ «Пулково», приведён текст метеоконсультации, которая разработана на основе анализа аэросиноптического материала.

Информационной и методической базой исследования послужили сайты Всемирной метеорологической организации (ВМО), flymeteo.org, kcgms.ru/unimas/maps, aviationwxchartsarchive.com, учебники по синоптической метеорологии, авиационной метеорологии, руководящие документы по метеорологическому обеспечению авиации, международные авиационные метеорологические коды.

Объём работы – 57 страниц, работа содержит 6 таблиц, 15 рисунков, 9 приложений.

Глава 1 Метеорологическое обеспечение полётов

При полёте на ВС воздействуют внешние условия, которые могут иногда создавать ситуацию, опасную для полётов. Для безопасного полёта необходимо знать фактическую погоду и будущее состояние внешней среды на аэродроме вылета, маршруте полёта и аэродроме посадки. Каждый полёт должен обеспечиваться в метеорологическом отношении. Целью метеорологического обслуживания ГА является обеспечение **безопасности, регулярности и экономической эффективности** полётов путём предоставления экипажам ВС, органам обслуживания и управления воздушным движением и другим службам, связанным с планированием, выполнением и обеспечением полётов, метеорологической информации, необходимой для выполнения их функций.



Рис. 1. Схема оперативных органов Росгидромета, осуществляющих метеообеспечение ГА[4, с. 231]

Метеорологическое обеспечение ГА организует Росгидромет РФ

(«Авиаметтелеком Росгидромета»). Оно организуется и осуществляется в соответствии с «Положением о метеорологическом обеспечении ГА», «Наставлением по метеорологическому обеспечению ГА» (НМО ГА), «Нормами годности к эксплуатации аэродромов» (НГЭА) и другими нормативными документами Государственной службы ГА (ГС ГА) и Росгидромета. Схема оперативных органов Росгидромета, непосредственно осуществляющих метеообеспечение ГА, представлена на рис. 1.

1.1 Характеристика видов работ на АМСГ

На каждой АМСГ можно выделить следующие основные виды работ:

- 1) производство наблюдений;
- 2) оперативно-прогностическая работа;
- 3) информационная работа;
- 4) методическая работа.

В этом дипломном проекте в формате деловой игры представлена оперативно-прогностическая работа синоптика на АМЦ «Пулково». Подробное рассмотрение специфик информационной и методической работ выходят за пределы обозначенной темы. А вот на наблюдениях можно остановиться, так как качество и полнота исходной информации во многом определяют успех разработки прогнозов погоды и оперативно-информационной работы.

На АМСГ проводятся метеорологические (направление и скорость ветра, видимость и видимость на ВПП, явления погоды, облачность, температура и точка росы, относительная влажность, атмосферное давление), аэрологические (далеко не везде), радиолокационные наблюдения, спутниковые наблюдения, используются наблюдения и донесения с бортов ВС. Эти наблюдения (регулярные и эпизодические) ведутся в объёме и в сроки, соответствующие возможностям метеорологического органа и установленному порядку его работы [4, с. 231-246].

Метеорологическое обеспечение (оперативно-прогностическая работа)

производится по плану и по дополнительным заявкам, которые должны быть переданы на АМСГ диспетчером (не позднее, чем за 3 ч до вылета). В заявке должны быть указаны **время вылета и время посадки, маршрут полёта, запасные аэродромы**, которые должны находиться на расстоянии, не превышающем 2 ч полёта от основного аэродрома посадки, **эшелон полёта и правила выполнения полёта** (визуальный или по приборам). Три часа до полёта используются для запроса погоды и прогноза на АМСГ, получения ответа из пункта посадки и запасных аэродромов, формулировку и разработку своего прогноза по маршруту полёта.

В период предполётной подготовки (проводится всегда за 1 ч до вылета) экипажи ВС обеспечиваются:

- данными о фактической погоде и оперативными прогнозами по аэродрому вылета, посадки и запасным;
- прогнозами погоды и штормовыми предупреждениями по маршрутам полётов;
- данными бортовой погоды (если они есть);
- приземными и высотными картами погоды, охватывающими весь маршрут полёта;
- данными МРЛ и искусственных спутников Земли;
- обязательной устной консультацией [19, с. 28].

АМСГ аэродрома вылета обеспечивает экипажи информацией до первого пункта посадки и разрабатывает все прогнозы, кроме прогноза по аэродрому посадки.

Срок действия прогноза погоды по маршруту должен превышать расчётное время полёта на 30 мин при любой продолжительности полёта. Вручение полётной метеорологической документации (той документации, которую экипаж берёт на борт ВС) должно производиться не ранее, чем за 45 мин до запланированного времени вылета (если произошла задержка вылета на 20 мин и более, то экипаж обязан получить новую устную консультацию на АМСГ).

При выполнении полёта в так называемом штатном режиме, когда нет никаких сбоев, информация о погоде передаётся на борт ВС три раза: на взлёте, в зоне подхода и в зоне круга (рис. 2).



Рис. 2. Метеоинформация, передаваемая на борт ВС на различных этапах полёта[4, с. 292]

1.2 Порядок метеорологического обеспечения полётов по трассам

Метеообеспечение полётов по трассам заключается в обязательной устной консультации каждого экипажа и выдаче на борт ВС различной метеорологической документации, объём и содержание которой зависят от характера и продолжительности полёта.

В содержание устной консультации входит следующая информация в указанной последовательности:

1) синоптическое положение по всему маршруту или до пункта первой посадки ВС;

- 2) прогноз температуры и ветра на высотах;
- 3) высота и температура тропопаузы и высота уровня максимального ветра (при необходимости);
- 4) фактические и ожидаемые опасные явления погоды по маршруту полёта и информация о струйных течениях;
- 5) фактическая погода и прогнозы погоды по аэродромам вылета, посадки и запасным;
- 6) другая метеоинформация (по требованию экипажа);
- 7) данные бортовой погоды (если они есть).

При выполнении визуальных полётов экипажам дополнительно сообщается ВНГО, видимость и опасные явления погоды у земли, закрытие гор облаками, тенденция изменения давления и сама величина атмосферного давления.

Консультация сопровождается иллюстрацией и показом всего синоптического материала, который есть в распоряжении у дежурного синоптика. Особое внимание уделяется тем условиям и тем участкам маршрута, где полёт наиболее сложен. Текст консультации (весь диалог между синоптиком и командиром экипажа) записывается на магнитофон. Перед началом консультации командир экипажа сообщает свою фамилию, номер рейса и маршрут полёта.

При полётах на малых высотах и визуальных полётах используется информация до уровня 700 гПа, а при полётах по трассам – до уровня полёта и выше до ближайшей основной изобарической поверхности.

При продолжительности беспосадочного полёта менее 2 ч экипаж на АМСГ получает только устную консультацию. При продолжительности полёта от 2 до 5 часов экипаж помимо устной консультации получает бланк, в котором записаны прогнозы погоды в пункте вылета, посадки и на запасных аэродромах на срок, превышающий время полёта не менее чем на 30 мин. Экипажи ВС, выполняющие полёты по трассам продолжительностью более 5 ч, дополнительно к устной консультации получают:

- авиационную прогностическую карту особых явлений погоды;
- авиационную прогностическую карту барической топографии того уровня, который является ближайшим к заданному эшелону полёта (карту АКП), или прогноз ветра и температуры на эшелоне полёта, который выдаётся в виде таблицы;
- бланк с прогнозами погоды по аэродрому вылета, посадки и запасным с записью атмосферного давления на аэродроме вылета за последний срок;
- бланк «Бортовая погода», который экипаж заполняет в полёте[4, с. 281-282].

1.3 Особенности метеорологического обеспечения международных полётов

Международные полёты – это полёты, связанные с пересечением воздушными судами государственных границ России или другого государства или полёты, выполняемые в воздушном пространстве другого государства (государств). Международные полёты подразделяются на регулярные, выполняемые по расписанию, дополнительные и эпизодические (разовые), к которым относятся чартерные и специальные полёты.

Международные полёты ГА России выполняет в соответствии с требованиями и условиями международных договоров, заключённых между правительством России и другими странами о воздушном сообщении.

Метеорологическое обеспечение международных полётов осуществляется АМСГ (АМЦ) согласно требованиям НМО ГА и Технического регламента Всемирной метеорологической организации (Приложение 3 к Конвенции о Международной организации гражданской авиации).

АМСГ (АМЦ), осуществляющие метеорологическое обеспечение международных полётов, обеспечивают командный, диспетчерский, лётный состав и представителей зарубежных авиакомпаний метеорологической консультацией и данными о фактическом и ожидаемом состоянии погоды на воздушных трассах, аэродромах вылета, посадки и запасных.

С целью метеобеспечения международных полётов ГАМЦ и зональные авиационные метеорологические центры (Новосибирск, Хабаровск) регулярно составляют по закреплённым районам авиационную прогностическую документацию. Для территорий, в пределах которых указанные центры несут ответственность за составление прогнозов, все виды прогнозов погоды и уровни (высоты), для которых они разрабатываются, определяются Росгидрометом с учётом эксплуатационных требований и согласовываются с ГС ГА.

Независимо от продолжительности полёта экипаж ВС или представитель авиакомпании перед вылетом получает метеорологическую документацию. Она включает в себя **авиационную прогностическую карту особых явлений погоды, карту барической топографии и прогноз ветра и температуры на эшелоне полёта, бланк с прогнозами погоды по аэродрому вылета, посадки и запасным.** Документация оформляется на русском (для российских экипажей) или на английском (для всех остальных) языке в соответствии с требованиями ICAO. В том случае, если имеющаяся карта освещает не весь маршрут полёта, экипажу вручается прогноз по остальному участку маршрута, составленный по международному коду ROFOR открытым текстом. Кроме того, экипажу может быть вручена карта особых явлений погоды, полученная от другого прогностического центра.

Прогнозы погоды по аэродромам, прогнозы на посадку, коррективы к ним и сводки о фактической погоде составляются с использованием международных кодов. Штормовые сообщения SIGMET составляются на АМСГ по зоне ответственности районных центров ЕС ОрВД, привлекаемых к обеспечению международных полётов. Эти сообщения составляются в тех случаях, когда наблюдаются или ожидаются зоны активной грозовой деятельности (фронтальные грозы), сильный фронтальный шквал, сильный град, сильные обледенение или турбулентность. Эта информация составляется открытым текстом с использованием принятых сокращений на английском языке и передаётся руководителю полётов района (старшему диспетчеру) для

предупреждения экипажей воздушных судов.

Экипажи ВС, находящиеся в полёте, обеспечиваются сведениями о фактической погоде (код METAR), прогнозами погоды (код TAF), которые передаются по каналам метеовещания VOLMET, данными о фактической погоде по запросу экипажа по диспетчерским каналам связи и штормовыми сообщениями SIGMET, передаваемыми на борт ВС по диспетчерским каналам связи.

В зарубежных аэропортах метеобеспечение экипажей ВС России производится по соответствующим соглашениям, заключённым ГС ГА России и компетентными органами других стран, ответственными за обеспечение полётов[4, с. 288-289].

1.4 Авиационные метеорологические коды

Авиационно-метеорологические коды, используемые для обмена метеорологической информацией при метеобеспечении ГА, представлены на рис. 3.

KN-01 – передача данных приземных метеорологических наблюдений;

KN-03 – передача данных ветрового зондирования атмосферы;

KN-04 – передача данных вертикального температурно-влажностно-ветрового зондирования атмосферы;

METAR и SPECI – передача информации о фактической погоде на аэродроме. С помощью кода METAR передаются регулярные сводки, а с помощью кода SPECI – сообщения о существенных изменениях в погоде (нерегулярные сводки). В METAR после регулярной сводки (результатов наблюдений) обязательно сообщается прогноз типа тренд на посадку (на срок два часа от момента наблюдения);

TAF – передача прогнозов погоды по аэродрому;

WINTeM – передача прогноза температуры и ветра на высотах;

ARFOR – передача прогнозов погоды по территории;

ROFOR – передача прогнозов погоды по маршруту;

WAREP – передача информации об опасных явлениях погоды;

RADOB – передача информации МРЛ.

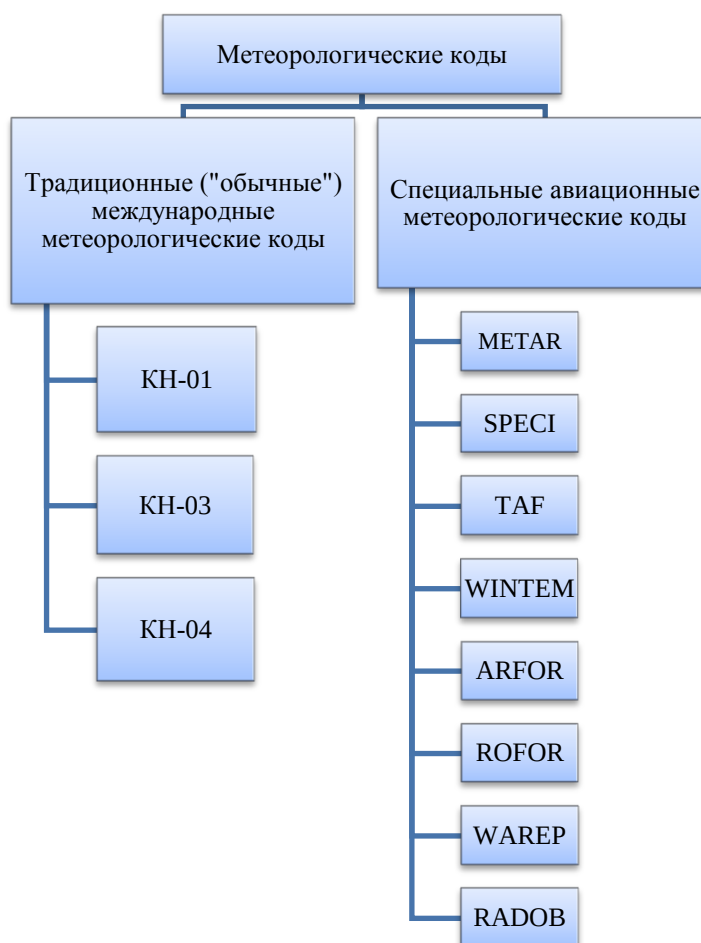


Рис. 3. Метеорологические коды, используемые на АМСГ[4, с. 260]

Все перечисленные коды являются международными и используются для передачи информации во всех странах-членах ИКАО. Авиационные коды в каждой группе могут содержать различное количество знаков (в обычных кодах в каждой группе обязательно пять цифр), в группах помимо цифр могут встречаться буквенные символы. В начале каждой телеграммы или сводки ставятся отличительные буквы, соответствующие названию кода. Срок наблюдения или срок прогноза во всех телеграммах указывается по UT [4, с. 260-261].

Глава 2 Авиационные прогнозы погоды

Итак, прогностическая работа на АМСГ – один из основных видов работы. Прогноз погоды – предполагаемое наиболее вероятное состояние погоды (метеоусловий), ожидаемой в определённый период времени в конкретной части воздушного пространства. Прогноз строится на основе научного предположения с учётом известных закономерностей изменения метеорологических условий во времени и пространстве. В основе прогнозирования лежит исходная информация о фактическом состоянии погоды (совокупность значений метеовеличин и атмосферных явлений в момент наблюдения) с присущими ей погрешностями при наблюдении, а также изменчивостью в пространстве и времени.

2.1 Исходные материалы для разработки авиационных прогнозов погоды

1)Приземные синоптические и кольцевые карты погоды. Основные приземные синоптические карты погоды составляются по метеорологическим наблюдениям метеостанций на большой территории за 00, 06, 12, 18 ч UT [22]. Основные синоптические карты имеют масштаб 1:15000000. По таким картам экипажи ВС могут получить консультации о погоде по маршруту полёта большой протяжённости (приложение 5). Составляются также приземные синоптические карты отдельно для тропической зоны и др.

Кольцевые карты погоды составляются каждые три часа, начиная с 00 ч UT, на бланках более крупного масштаба (1:5000000). Эти карты содержат большой объём информации. Они предназначены для уточнения синоптической обстановки при составлении прогноза погоды, используются также для консультаций об условиях погоды по маршруту полёта небольшой продолжительности (приложение 7).

Микрокольцевые карты погоды составляются каждый час метеорологических наблюдений в радиусе примерно 200-400 км; на них

наносятся только инструментальные данные. Масштаб этих карт 1:2500000. По ним можно более подробно оценить метеорологические условия погоды по району аэродрома, составить и уточнить прогноз.

2)Карты барической топографии разных уровней. Это карты от АТ-850 до АТ-200, а также карта ОТ 500/1000. Для низких изобарических поверхностей (приблизительно до 700 гПа) изменение давления на уровне моря сильнее изменяет их абсолютный геопотенциал, чем изменение средней температуры слоя; для высоких изобарических поверхностей ($p < 700$ гПа) – наоборот [6, с. 16]. Карта АТ-700 для обслуживаемого полёта приведена в приложении 6.

3)Приземные и высотные прогностические карты. Прогностические авиационные карты погоды (АКП) уровней 400, 300 и 200 гПа. Карты особых явлений погоды ниже и выше уровня 400 гПа. Подробно о составлении и обработке этих карт говорится в третьей главе.

4)Данные температурно-ветрового зондирования атмосферы различных пунктов, в том числе карты тропопаузы и максимального ветра.

5)Данные о фактической и ожидаемой погоде с аэродромов посадки и запасных аэродромов.

6)Штормовые оповещения со станций штормового кольца.

7)Информация о погоде по запросу.

8)Данные бортовой погоды.

9)Информация о погоде с аэродромов местных воздушных линий.

10)Информация о погоде с зарубежных аэродромов.

11)Данные искусственных спутников Земли.

12)Данные МРЛ. Метеорологические радиолокаторы (МРЛ) предназначены для получения информации об облачности и осадках и связанных с ними опасными явлениями погоды. В основе метода – явление рассеяния электромагнитных волн сантиметрового и миллиметрового диапазонов частицами облаков и осадков и некоторыми другими атмосферными образованиями. МРЛ позволяют в любое время суток и при

любой погоде вести практически непрерывные наблюдения за состоянием тропосферы, получать вертикальные и горизонтальные разрезы метеообразований, определять границы облаков, измерять интенсивность выпадающих осадков, оценивать интенсивность и тенденцию развития метеообразований [9, с. 279].

13) Данные шаропилотных наблюдений. Перед началом разработки прогноза погоды необходимо ознакомиться со всем синоптическим материалом, имеющимся в распоряжении. **Необходимо определить расположение барических центров, их свойства, эволюцию, направление и скорость перемещения, а также характеристики воздушных масс, атмосферных фронтов и условия погоды, которые будут наблюдаться в заданном районе за период прогноза.** В этом и состоит **комплексный анализ атмосферных процессов** – изучение состояния атмосферы в заданном районе с помощью карт погоды и других материалов. При анализе устанавливаются закономерности, которые были и существуют в развитии синоптических процессов и делаются выводы о предполагаемом их развитии в дальнейшем. Поэтому целью комплексного анализа является, исходя из прошлого и настоящего в развитии синоптических процессов, предсказать будущее, то есть дать прогноз. Комплексный анализ предшествует прогнозу и является его основой.

Основные принципы комплексного анализа:

1. Сопоставление (сравнение). При сопоставлении или сравнении синоптик сравнивает метеорологические величины на одной или разных метеостанциях или в один момент времени, или в разное время. Например, проведение изобар на приземной карте погоды есть не что иное, как сравнение атмосферного давления в один момент времени на разных станциях, а анализ записи барографа – это анализ изменения во времени атмосферного давления на одной станции.

2. Показательность (репрезентативность). Результаты наблюдений на станции должны быть характерны для наблюдающегося атмосферного

процесса. Если же метеостанция подвержена влиянию каких-либо местных условий, то результатами наблюдений на этой станции лучше не пользоваться или пользоваться с осторожностью. Например, на станциях, расположенных на берегу больших водоёмов, направление ветра не может быть показательным из-за существования местных бризовых циркуляций. Также на этих станциях температура воздуха не является показательной из-за разного термического режима воды и суши. Можно говорить и о неважной показательности отдельных сроков наблюдений, особенно за ночные по местному времени сроки.

3. Физическая логика.

4. Историческая последовательность. Перед составлением прогноза погоды необходимо просмотреть карты за предыдущие сроки, уяснить предшествующее развитие процессов и критически оценить деятельность предыдущего дежурного синоптика.

5. Трёхмерность. В атмосфере все процессы происходят в объёме. Необходимо хорошо представлять, как поведут себя метеорологические величины при изменении высоты, на которой производился комплексный анализ. Например, атмосферный фронт отыскивают на карте АТ-850, а не на приземной карте. При этом надо держать в уме, что у земной поверхности тёплая ветвь фронтальной зоны будет находиться примерно на 150 км сзади положения фронта на карте АТ-850, а холодная ветвь – примерно на 100 км впереди. Таких примеров множество.

Следовательно, основными задачами комплексного анализа атмосферных процессов являются выявление пространственной структуры барических систем, обуславливающих погоду в заданном районе, установление закономерностей их перемещения и их эволюции, определение типа воздушной массы в районе и определение возможности и времени прохождения атмосферного фронта через заданный район.

Метеоусловия, которые экипаж может встретить в полёте, зависят от многих факторов. Это прежде всего форма барического образования, стадия его

развития (I, II, III, IV), время года и суток (днём холодные фронты обостряются), взаимное положение оси маршрута и оси барической системы и других факторов. Поэтому при разработке прогнозов погоды необходимо в первую очередь разработать прогноз синоптического положения. Несмотря на многообразие синоптических процессов, можно выделить основные барические системы (рис. 4).

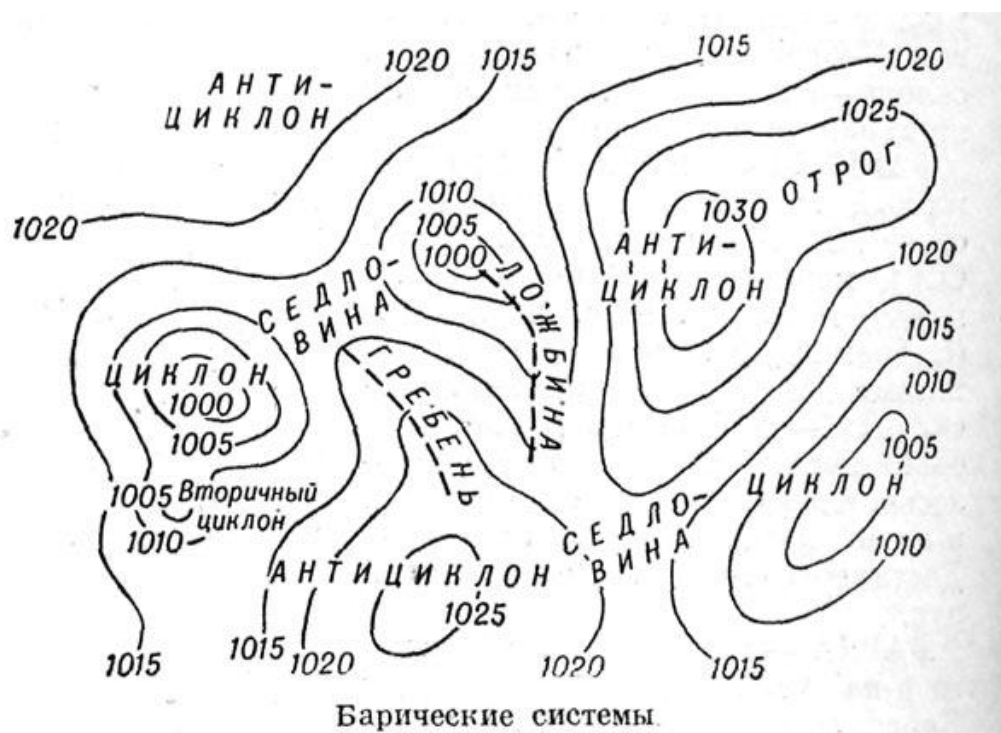


Рис. 4. Основные формы барического рельефа[2]

2.2 Виды авиационных прогнозов погоды

В целях обеспечения полётов синоптики АМСГ (АМЦ) разрабатывают следующие виды авиационных прогнозов погоды: суточный прогноз, оперативный прогноз по аэродрому, прогноз погоды по маршруту полёта и много других.

Суточный прогноз погоды предназначен для планирования лётной работы на следующие сутки. Он составляется по местному времени с 18 ч до 18 ч следующих суток и состоит из двух частей: прогноза на ночь (с 18 до 06 ч) и прогноза на день (с 06 до 18 ч). В суточный прогноз погоды, в каждую его часть,

включаются в указанной последовательности следующие прогностические величины: направление и скорость ветра у земли, видимость у земли, явления погоды, количество, форма и ВНГО и температура воздуха (в прогнозе на ночь – минимальная, в прогнозе на день – максимальная).

Оперативные прогнозы погоды предназначены для обеспечения взлёта, посадки ВС и передачи по каналам связи в соседние аэропорты. Эти прогнозы составляются на срок 6, 9 или 12 ч с интервалом 3 ч или на срок 18 и 24 ч с интервалом 6ч (ИКАО рекомендует разрабатывать прогнозы на 9 ч). В оперативные прогнозы в указанной последовательности включаются: ветер у земли (направление и скорость), видимость у земли, явления погоды, облачность (количество, форма, ВНГО), температура воздуха у земли (если она выше 25°C, ниже –30°C или за срок прогноза переходит через 0°C к отрицательным значениям), обледенение или турбулентность (нижняя и верхняя границы слоя и интенсивность явления), высота верхней границы облаков (только для облачности нижнего яруса и облаков вертикального развития), закрытие естественных и искусственных препятствий облаками и направление и скорость ветра на высоте круга.

Маршрутные прогнозы погоды разрабатываются для обеспечения полётов по маршрутам. Срок действия этих прогнозов должен превышать расчётное время полёта на 30 мин. При полётах по трассе в маршрутные прогнозы погоды включается следующее: явления погоды (если ожидается гроза или град), количество и форма облаков (если ожидаются Cu cong. или Cb), отклонение температуры воздуха от стандартных значений (если оно больше 5°C по абсолютной величине), данные о прогнозе обледенения и турбулентности, высоты верхней границы облачности (только для облаков нижнего яруса и вертикального развития), направление и скорость ветра на эшелоне полёта и данные о прогнозе струйных течений.

Все авиационные прогнозы погоды должны быть разработаны за час до начала их действия, а метеовеличины указываются в них в соответствии с требованиями НМО ГА [4, с. 263-265].

2.3 Опасные для авиации явления погоды

К опасным явлениям погоды **при полётах по трассам** относятся:

- кучево-дождевая облачность;
- грозы (любые – фронтальные и внутримассовые);
- град;
- тропические циклоны;
- сильные турбулентность и обледенение (при полётах со скоростью $M = 0,8$ и более – и умеренная турбулентность);
- сильные горные волны и пыльные (песчаные) бури;
- вулканический пепел.

Если на аэродроме наблюдается или ожидается какое-либо из этих явлений, выпускаются сводки в формате SIGMET, которые передаются по каналам связи.

К опасным явлениям погоды **при полётах на местных воздушных линиях и по району (на высотах до 3000 м)** дополнительно к указанным выше относятся:

- ветер у земли со скоростью более 15 м/с;
- видимость у земли менее 5 км на большой территории;
- облачность с ВНГО менее 300 м на большой территории;
- умеренная турбулентность и умеренное обледенение;
- умеренные горные волны.

При наличии или прогнозе перечисленных выше явлений на АМСГ выпускаются сводки AIRMET.

К опасным явлениям погоды, которые **наблюдаются на аэродроме**, относятся:

- тропические циклоны;
- гроза, град;
- сильный снег продолжительностью более 2 ч;

- гололёд и гололедица;
- шквал и смерч;
- пыльная или песчаная буря;
- ветер со скоростью более 15 м/с;
- температура воздуха у земли или ниже -30°C или выше 40°C ;
- переход температуры воздуха у земли через 0°C к отрицательным значениям.

Если что-то из перечисленных явлений ожидается на аэродроме, то синоптик составляет штормовое предупреждение. Все штормовые сводки (SIGMET, AIRMET и штормовые предупреждения) установленным порядком сообщаются руководству авиапредприятия, службе УВД, лётному составу и передаются по каналам связи [4, с. 257-259].

Глава 3 Анализ метеорологических условий полёта ВС ‘Airbus A319’ по маршруту Санкт-Петербург (Пулково, LED, ULLI) – Ларнака (LCA, LCLK) 15 марта 2018 г., 09:06 – 13:33 UT+3

3.1 Самолёт ‘Airbus A319’. Основные технические характеристики

Обслуживаемое ВС представляет собой узкофюзеляжный ближнемагистральный пассажирский самолёт (рис. 5). Введён в эксплуатацию в 1996 г. Короткофюзеляжный вариант самолёта А-320. Лётный экипаж – 2 человека, плюс 124 пассажира в двух классах, до 142 при уплотнённой конфигурации кресел. Технические характеристики ‘Airbus Q319’ приведены в табл. 1.

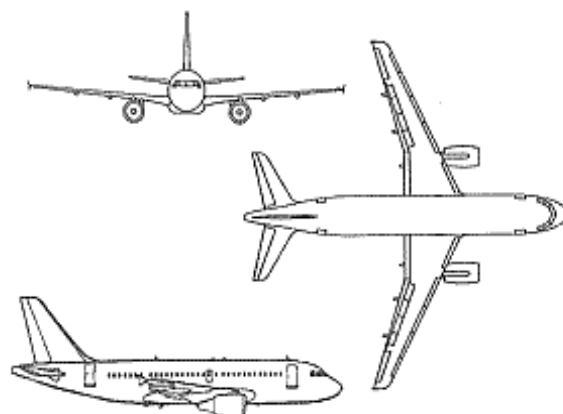


Рис. 5. Самолёт ‘AirbusA319’ [21]

Таблица 1

Основные характеристики самолета ‘Airbus A319-100’ [24]

Положение крыльев	Нижнее расположение крыльев
Положение двигателя	Подкрыльевые двигатели
Конфигурация хвоста	Стандартное хвостовое оперение, среднерасположенный стабилизатор
Шасси	Трёхстоечное убирающееся шасси
Размах крыльев	34,1 м
Длина	33,84 м
Высота	11,76 м
Двигатель	2 турбовентиляторных двигателя CFM56-5A4 мощностью 98 Кн или 2 турбовентиляторных двигателя IAE V2524-A5 мощностью 104,6 Кн.

3.2 Практическая работа по подготовке метеобеспечения рейса

Анализ отклонений параметров атмосферы от стандартных по данным радиозондирования (исходные данные в коде КН-04 приведены в приложении 8).

Полёты ВС, естественно, происходят в атмосфере, и поэтому они в большой степени зависят от её строения и характеристик. При выполнении аэродинамических расчётов для различных условий атмосферы и сравнении результатов испытаний ВС во всём мире пользуются условной осреднённой стандартной атмосферой (СА). Согласно существующему сейчас ГОСТу (4401-81) СА характеризуется следующими параметрами:

- температура воздуха на уровне моря $t_0 = 15^\circ\text{C} = 288\text{ K}$;
- вертикальный градиент температуры воздуха γ : до высоты 11 км $\gamma = 6,5^\circ\text{C/км}$; в слое 11-20 км $\gamma = 0$;
- атмосферное давление у земли на уровне моря $p_0 = 1013,25\text{ гПа} = 760\text{ мм рт. ст.}$;
- изменение давления с высотой происходит до уровня 11 км по закону политропной атмосферы, а в слое 11-20 км – по закону изотермической атмосферы;
- относительная влажность на всех высотах $R = 0\%$;
- ветер на всех высотах – штиль;
- скорость звука $a = 20,05 \times \sqrt{T}$, где a – скорость звука, м/с, T – температура воздуха, К [23, с. 3-19].

Вышеуказанные параметры являются наиболее важными с точки зрения оценки влияния параметров атмосферы на параметры полёта ВС [5, с. 4-5].

1) Раскодируем часть ТТАА телеграмм в коде КН-04 по данным радиозондирования атмосферы предшествующей обслуживаемому полёту ночи для пунктов взлёта, посадки, а также расположенным по трассе полёта [8; 14; 15; 16]. Определим отклонения температуры воздуха и высоты стандартных

изобарических поверхностей от стандартных значений. Результаты расчётов представим в виде таблиц (приложение 1).

Наш полёт по пунктам зондирования: Санкт-Петербург – Таллин – Калининград – Легионово – Поппрад – Будапешт – Сегед – Белград – Ираклион (рис. 6).

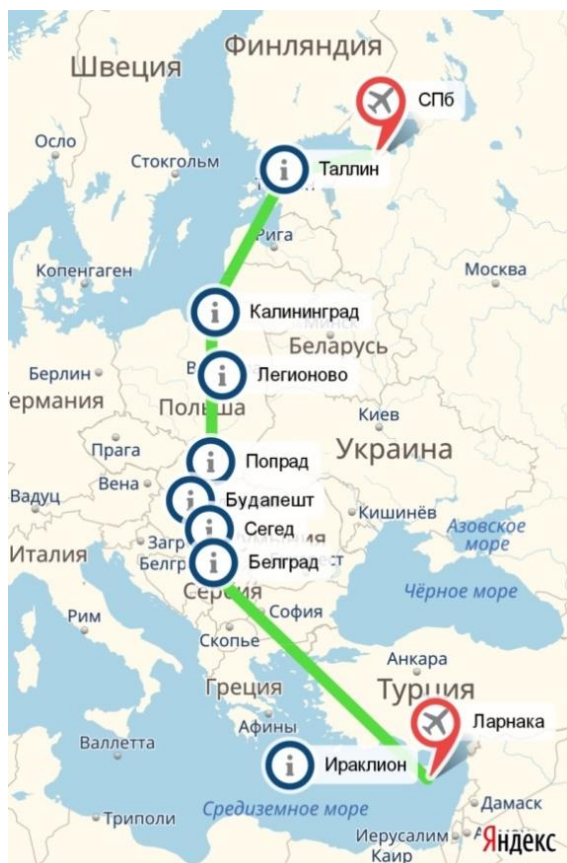


Рис. 6. Пункты радиозондирования атмосферы по трассе полёта обслуживаемого ВС¹

Использование аэрологической диаграммы для анализа условий погоды на примере пункта «Ираклион» (ручная обработка данных зондирования). Большую помощь специалистам метеослужбы при анализе синоптических процессов и прогнозе отдельных метеовеличин и явлений погоды оказывает аэрологическая диаграмма. Она даёт наглядное представление о распределении по вертикали температуры воздуха, влажности и ветра. С помощью неё можно определить термодинамические характеристики

¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

воздушной массы, расслоённость облачности, положение фронтального раздела над пунктом зондирования и др. Аэрологическая диаграмма позволяет также прогнозировать возможность возникновения конвективных явлений, обледенения ВС, максимальную температуру воздуха и другие характеристики.

Все построения на аэрологической диаграмме и расчёты с её помощью не занимают много времени, поэтому они широко используются на практике. В настоящее время применяются три формы аэрологической диаграммы, одна из которых построена в прямоугольной системе координат, а две другие – в косоугольной. В рамках данного задания мы будем проводить все построения и расчёты на бланке аэрологической диаграммы, построенной в прямоугольной системе координат.

Результаты температурно-ветрового зондирования атмосферы различных пунктов, закодированные кодом КН-04, поступают на АМСГ (АМЦ). По этим данным вначале наносятся результаты зондирования атмосферы на бланк аэрологической диаграммы, а затем выполняется их анализ [5, с. 13]. Построенная аэрологическая диаграмма по пункту радиозондирования «Ираклион» представлена в приложении 2.

Диагноз и прогноз струйных течений. Для авиации струйные течения (СТ) имеют большое значение. При полёте самолёта в зоне СТ путевая скорость значительно отличается от воздушной, что обусловлено большой скоростью ветра, нередко достигающей на оси струи значений 200 км/ч и более. Самолёт, пересекая область СТ, испытывает значительный снос. Так, при боковом ветре на оси СТ, скорость которого составляет 200 км/ч, максимальный угол сноса достигает 14°. Естественно, это приводит к необходимости внесения поправок в курс самолёта. Часто в зоне СТ отмечается интенсивная атмосферная турбулентность, которая может значительно осложнить полёт.

Для диагноза и прогноза СТ применяются фактические и прогностические карты барической топографии уровней 400, 300 и 200 гПа, а также карты максимального ветра. СТ обнаруживаются на них по сгущению изогипс в высотных фронтальных зонах.

Детальный анализ распределения ветра в СТ основан на построении вертикального профиля ветра по данным температурно-ветрового зондирования атмосферы. В авиационных прогнозах погоды о СТ нужно знать направление ветра, его максимальную скорость на оси струи, высоту оси СТ и толщину СТ (высоту верхней и нижней границы струи). Всю информацию о СТ, кроме направления ветра, которое всегда определяется синоптическим методом, можно определить, используя **метод прогноза, предложенный Е. Рейтером** (рис. 7) [5, с. 44].

1) Раскодируем данные температурно-ветрового зондирования атмосферы по пунктам взлёта, посадки и трассы полёта. Результаты запишем в форме таблиц (приложение 3).

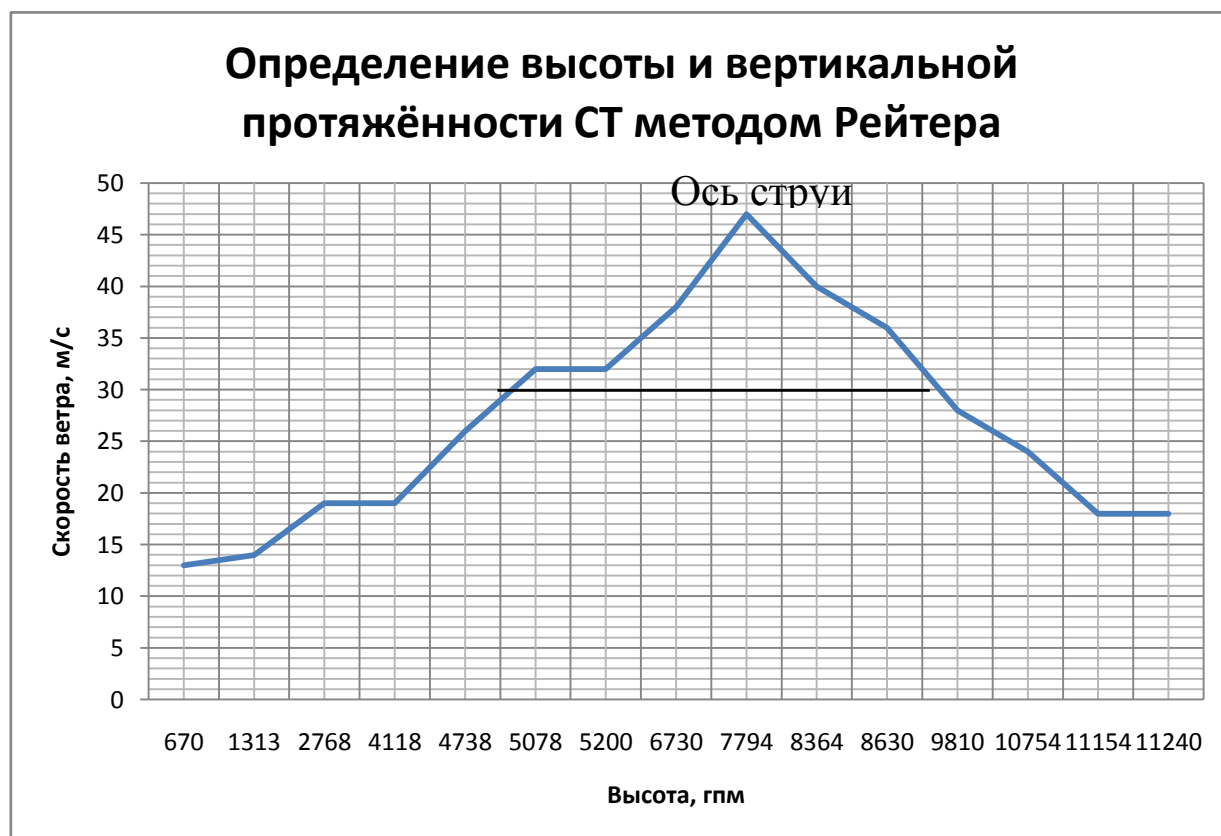


Рис. 7. График Рейтера диагноза высоты оси и толщины струйного течения (15.03.18, 00:00 UT, Санкт-Петербург)²

По Сегеду ограничимся анализом аэрологической телеграммы: на изобарических поверхностях и тропопаузе сильного ветра (более 30 м/с или 108

² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

км/ч) нет, среди особых ветровых точек данная скорость также не встречается. По Белграду сильного ветра тоже нет. Над Ираклионом наблюдаем СТ.

Вывод: на протяжении всей трассы полёта, включая участки взлёта, набора высоты, снижения и посадки, выявлено два струйных течения. Первое обнаружено над Санкт-Петербургом и Таллином. Оно связано с высотной фронтальной зоной, его ось находится на высоте 7794 гпм с максимальной скоростью ветра 47 м/с (169 км/ч) на ней. Вертикальная протяжённость его – около 5 км. Траектория полёта обслуживаемого ВС с ним не пересекается.

Второе течение обнаружено над радиозондировочным пунктом «Ираклион». Оно также связано с ВФЗ – границей раздела между умеренной и тропической воздушными массами. Ось на высоте 10282 гпм с максимальной скоростью ветра 41 м/с (148 км/ч). Вертикальная протяжённость – 6,5 км. Наш самолёт с ним пересекается в четвёртой четверти полёта на эшелоне и на этапе подхода к аэродрому назначения.

Но, принимая во внимание предостережение автора учебника по авиационным прогнозам погоды Блохиной [3], что отсутствие сильного ветра на аэрологической диаграмме какого-либо пункта ещё не означает отсутствие струи, были проанализированы карты АТ-500 – АТ-200. Наблюдающиеся на протяжении второй и третьей четвертей полёта на эшелоне на всех уровнях отсутствие температурных контрастов, разрежение изогипс и дивергенция потоков говорит о правильности нашего вывода.

Диагноз и прогноз атмосферной турбулентности, вызывающей болтанку самолётов. Среди метеоявлений, оказывающих влияние на полёт ВС, одним из наиболее опасных является атмосферная турбулентность, вызывающая интенсивную болтанку, под которой понимается резкое перемещение самолёта в вертикальной плоскости. Болтанка, особенно сильная, – явление довольно редкое. Тем не менее, внезапное попадание самолёта в зону интенсивной турбулентности может быть причиной серьёзных лётных происшествий.

Атмосфера практически всегда находится в турбулентном состоянии.

Основной причиной возмущения воздушных течений являются сдвиги ветра в атмосфере и контрасты температуры. **На практике обычно различают механическую (орографическую), термическую (конвективную) и динамическую турбулентность.**

В авиационных прогнозах погоды указывается нижняя и верхняя границы зоны турбулентности и её интенсивность. Для прогноза атмосферной турбулентности, вызывающей болтанку самолётов, используются как синоптические, так и расчётные методы.

Рассмотрим графический метод прогноза атмосферной турбулентности, который получил достаточно широкое распространение на практике. В основу графического метода диагноза и прогноза болтанки положено предположение, что турбулентность, вызывающая болтанку самолётов, обусловлена только вертикальными градиентами скорости ветра, направления ветра и температуры воздуха.

В качестве критериев при диагнозе и прогнозе болтанки используется понятие критических значений вертикальных градиентов. По результатам экспериментальных исследований за критические значения вертикальных градиентов (на 1 км высоты) приняты следующие величины: для скорости ветра – 10 м/с, для направления ветра – 15° и температуры – 7°C . Графический метод диагноза и прогноза болтанки самолётов по сути дела позволяет проследить за вертикальным распределением всех характеристик, которые входят в число Ричардсона Ri (число Ричардсона есть отношение работы, совершаемой архимедовой (гидростатической) силой в атмосфере, к работе сил турбулентного трения) [5, с. 49-52].

Можно воспользоваться автоматизированной обработкой данных температурно-ветрового зондирования на предмет наличия слоёв турбулентности по предустановленным критериям. Проанализируем построенные аэрологические диаграммы (приложение 9). Нигде по траектории полёта не складываются условия, отвечающие критериям наличия умеренной или сильной турбулентности, вызывающей болтанку ВС [7].

Диагноз и прогноз облачности. Условия полётов определяются пространственной структурой облачности (высотой верхней и нижней границ, вертикальной мощностью, расслоённостью, толщиной облачных слоёв и безоблачных прослоек), её микрофизическими характеристиками, температурным режимом, водностью и турбулентным состоянием. Облачность существенно сказывается на самолётовождении, усложняет визуальное наблюдение и ориентировку в пространстве, оказывает влияние на профиль полёта и выбор маршрута, затрудняет выполнение манёвров на высоте.

Основные затруднения для пилотов при взлёте и посадке связаны с облачностью и условиями видимости, которая зависит от высоты облаков, влажности и скорости ветра. Ухудшение видимости у земной поверхности чаще всего происходит при наличии низкой облачности. Под низкими облаками обычно понимают облака с ВНГО ниже 600 м, хотя наиболее опасными для полётов являются облака с высотой нижней границы менее 200 м. Высота нижней границы низких облаков довольно изменчива во времени и в пространстве. Эта характеристика чрезвычайно важна для оценки метеоусловий взлёта, посадки ВС и полётов на малых высотах [5, с. 57].

1) Низкая облачность чаще всего образуется в холодное время года, когда температура подстилающей поверхности близка к 0°C или отрицательна. Повторяемость низкой облачности возрастает при адвекции влажного и тёплого воздуха над холодной подстилающей поверхностью. Вероятность появления низких облаков можно определить по прогнозу температуры воздуха у поверхности земли с помощью графика, предложенного А.К. Лугченко. Но в нашем случае отсутствует адвекция тепла – данный метод неприменим.

2) В условиях медленно изменяющейся синоптической обстановки, когда прогноз низких облаков связан с хорошо выраженным переносом воздушных масс, для определения высоты облаков используется график Е.И. Гоголевой. Этот график отражает зависимость высоты облаков от разности температуры воздуха в пункте прогноза и температуры точки росы поступающего воздуха. В тех случаях, когда поступающая воздушная масса характеризуется более

высокой температурой точки росы, чем температура подстилающей поверхности, будет происходить увеличение относительной влажности и понижение облачности или появление низких облаков. Наоборот, если температура точки росы поступающего воздуха ниже, чем температура воздуха в данном районе, следует ожидать уменьшение относительной влажности и повышения высоты облаков или их растекания. В Санкт-Петербурге утром 15 марта сложилась вторая ситуация.

3) Для прогноза верхней границы облачности используют сведения экипажей ВС, находящихся в воздухе, данные радиолокационных наблюдений или температурно-ветрового зондирования атмосферы. При отсутствии этой информации высоту верхней границы **внутримассовой слоистой и слоисто-кучевой облачности** можно оценить по формуле:

$$H_v = 2 \times (H_n + 100), \quad (1)$$

где H_v и H_n – соответственно верхняя и нижняя границы облачности.

Для Санкт-Петербурга $H_v = 2 \times (600 + 100) = 1400$ м, что согласуется с отклонением депеграммы от кривой стратификации на аэрологической диаграмме.

4) Для прогноза количества внутримассовых конвективных облаков необходимо по данным радиозондирования атмосферы определить коэффициент стратификации, а затем, используя зависимость количества облаков от коэффициента стратификации (рис. 8), найти количество облаков. На графике рис. 8 по вертикали отложено количество ожидаемой облачности, по горизонтали – коэффициент стратификации $K_{стр}$. Чёрная линия на рисунке обозначает наиболее вероятное количество облаков.

Коэффициент стратификации определяется по следующей эмпирической формуле:

$$K_{стр} = \frac{0,3 \times \Delta T \times R_{cp}}{(T - T_d)_{cp} + (1 - \gamma_{cp})}, \quad (2)$$

где ΔT – разность между максимальной дневной температурой и температурой в период ночного подъёма радиозонда (00 UT); максимальная температура воздуха на день прогнозируется общепринятым методом; R_{cp} – среднее значение относительной влажности в слое от верхней границы приземной инверсии (практически от 300-500 м) до высоты 3000 м; $(T - T_d)_{cp}$ – среднее значение разности между температурой и точкой росы в момент подъёма радиозонда в слое от земли до 200-500 м. Средняя разность берётся в слое от земли до 500 м, если разность $(T - T_d)$ у земли меньше или равна 1°C , или больше или равна 4°C , и в слое от земли до 200 м – в остальных случаях (если такой информации нет, то берутся только данные о дефиците температуры точки росы у земли); $(1 - \gamma_{cp})$ – разность сухоадиабатического градиента и среднего градиента температуры в слое от верхней границы приземной инверсии до высоты 3000 м.

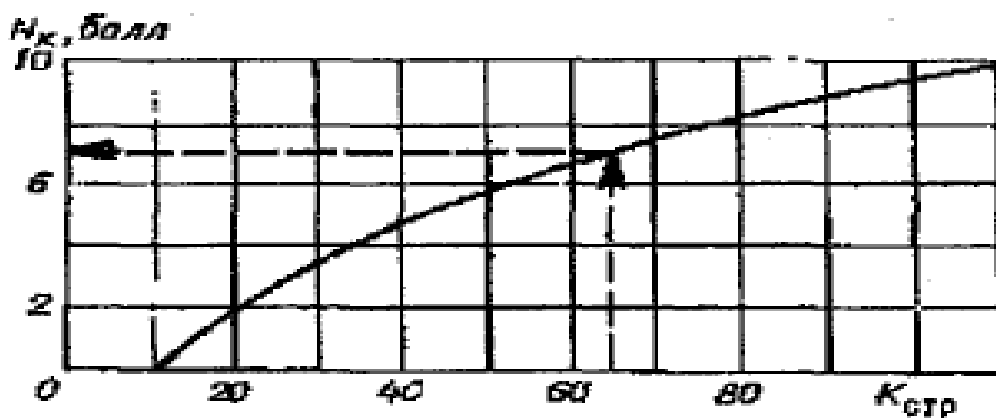


Рис. 8. График определения количества конвективной облачности [5, с. 59]

Из приведённой формулы следует, что если известен суточный ход температуры, то можно оценить количество конвективных облаков в любое время суток. В этом случае вместо T берётся ожидаемая в интересующий нас срок температура.

Для дня 15 марта по Ираклиону: $\Delta T = 18^\circ - 12^\circ = 6^\circ$. Среднюю относительную влажность в слое от верхней границы приземной радиационной инверсии до поверхности 700 гПа рассчитаем, сведя данные радиозондирования в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

**Расчёт средней относительной влажности слоя от верхней границы
приземной инверсии до поверхности 700 гПа над Ираклионом 15.03.18,
00:00 UT³**

P, гПа	H, м	T, °C	γ , °C/100 м	D, °C	τ	f, %
1000	111	14	-	6	8	70
925	764	9	0,77	3,1	5,9	85
850	1460	3,8	0,75	2,1	1,7	90
776	2227	1,3	0,33	1,7	-0,4	92
757	2423	-1,3	1,33	7	-8,3	65
750	2496	-1,1	инверсия	9	-10,1	55
728	2724	-1,5	0,18	17	-18,5	15
700	3014	-3,5	0,69	15	-18,5	25
Среднее значение			0,68			62

По данным таблицы рассчитаем коэффициент стратификации:

$$K_{\text{стр}} = \frac{0,3 \times 6 \times 62}{3,3 + 0,32} \approx 30,8.$$

Прогнозируем три балла внутримассовой конвективной облачности днём в момент максимального развития (11-12 UT) по Ларнаке (приблизительное смещение воздушной массы от Ираклиона).

Диагноз и прогноз туманов и дымок. Исходными данными для построения графиков прогноза вероятности возникновения и времени возникновения **радиационного тумана** (график Петренко, номограмма Кирюхина, график Зверева) служат значения температуры воздуха и точки росы за два-три срока наблюдений, близких ко времени захода солнца, а также спрогнозированные скорость ветра и количество и высота облачности в методике Зверева. В пункте вылета возникновение радиационного тумана, исходя из прогноза синоптического положения, исключено. Также пункт вылета находится в холодном секторе циклона (нет адвекции тепла и, соответственно, **адвективных туманов**). Финский залив и каналы скованы льдом – **тумана испарения нет**.

³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Прогноз опасных для авиации атмосферных явлений, обусловленных конвекцией. Развитие интенсивной конвекции и образование Cu cong. и Cb приводит к возникновению таких опасных явлений погоды, как грозы, ливневые осадки, град и шквалы. Преднамеренный заход ВС в Cb категорически запрещается. В этих облаках наблюдаются сильные восходящие и нисходящие (до 20-30 м/с) потоки, разряды молний, интенсивная турбулентность, обледенение и т.д.

Существует множество методик прогноза гроз, среди которых разработанные Н.В. Лебедевой, Г.Д. Решетовым, Коксом и другими отечественными и зарубежными учёными. Рассмотрим два других метода прогноза гроз, которые получили наиболее широкое распространение на АМСГ. Однако сначала всегда с помощью аэрологической диаграммы определяется разница высот между уровнем конвекции и уровнем конденсации, и если эта разница более 4500 м, то в этом случае по району следует ожидать грозы, а грозу прогнозировать каким-либо другим методом. В качестве «других методов» рассмотрим следующие.

Метод Вайтинга. По данным утреннего зондирования атмосферы для пунктов заданного района вычисляется коэффициент К по формуле:

$$K = 2 \times T_{850} - T_{500} - D_{850} - D_{700}, \quad (3)$$

где буквой Т обозначена температура воздуха, а буквой D – дефицит температуры точки росы на соответствующем уровне.

Статистически установлено, что для средних широт при $K < 20$ гроз ожидать не следует. Если коэффициент К находится в пределах от 20 до 25, то ожидаются отдельные грозы, если К равен 25-30, то следует прогнозировать многочисленные грозы, а при К больше 30 ожидается повсеместное развитие гроз. Рассчитанные значения К наносятся на бланк карты, а затем проводятся изолинии значений К, кратные 5, начиная с $K = 20$. Полученная область значений $K > 20$ будет зоной возможной грозовой деятельности.

Метод Фауста. Согласно методу Фауста, рассчитывается критерий неустойчивости атмосферы ΔT_H по формуле:

$$\Delta T_H = T_v - T_{500} + \Delta T_R, \quad (4)$$

где T_v – температура нулевого испарения, определяемая с помощью номограммы на рис. 9 с учётом температуры воздуха на уровне 850 гПа и среднего арифметического значения дефицитов температуры точки росы на уровнях 850, 700 и 500 гПа. Наклонные линии на рисунке – температуры нулевого испарения.

Если среднее значение дефицита точки росы в слое 850-500 гПа больше 14°C , то гроз в пункте ожидать не следует. ΔT_R – это поправка на кривизну изобар. Эта величина определяется по данным табл. 3.

Значения ΔT_H наносятся на карту и проводится изолиния $\Delta T_H = 0$. В области, где $\Delta T_H > 0$, следует ожидать грозы.

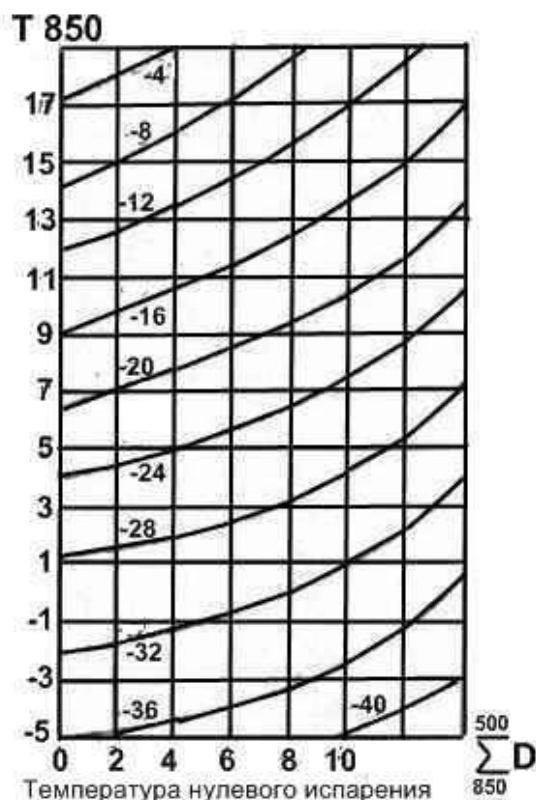


Рис. 9. График определения температуры нулевого испарения по Фаусту

[5, с. 82]

Таблица 3

Поправка на кривизну изобар ΔT_R [5, с. 83]

Кривизна	Радиус кривизны R, км			
	< 250	250-500	500-1000	> 1000
Циклоническая	2,0	1,4	1,0	0
Антициклоническая	-2,0	-1,4	-1,0	0

Отметим на карте области возможной грозовой деятельности (рис. 10). Сравним положение этих областей по методам Вайтинга и Фауста. Для удобства расчётов исходные данные сведём в таблицы (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Результаты расчёта вероятности возникновения гроз по данным
радиозондирования 15.03.18 00:00 UT методом Вайтинга⁴

Пункт	φ (широта)	λ (долгота)	T_{850}	D_{850}	D_{700}	T_{500}	K	D_{500}	D_{cp}	T_v	R*	ΔT_R	ΔT_n
СПб	59°93'	30°34'	-16,1	2,2	7,0	-32,1	-9,3	15,0	8,1	--	600ц	1,0	--
Таллин	59°44'	24°75'	-13,3	7,0	30,0	-33,5	-30,1	30,0	22,3	--	0	0	--
Калининград	54°71'	20°45'	-5,9	15,0	22,0	-25,9	-22,9	9,0	15,3	--	0	0	--
Легионово	52°40'	20°95'	-4,3	0,7	5,0	-27,1	12,8	17,0	7,6	-38	1000ц	0	-10,9
Попрад	49°05'	20°30'	-2,7	0,0	0,2	-29,5	23,9	1,2	0,5	-33	1000ц	0	-3,5
Будапешт	47°50'	19°04'	-0,3	7,0	6,0	-29,1	15,5	4,6	5,9	-31	1100ц	0	-1,9
Сегед	46°25'	20°14'	0,2	9,0	8,0	-28,5	11,9	10,0	9,0	-32	1100ц	0	-3,5
Белград	44°79'	20°45'	0,4	1,1	3,5	-27,9	24,1	1,4	2,0	-29	1200ц	0	-1,1
Ираклион	35°34'	25°14'	3,8	2,1	15,0	-20,1	10,6	36,0	17,7	--	0	0	--

* а – антициклоническая кривизна; б – циклоническая

Таблица 5

Результаты расчёта вероятности возникновения гроз по данным
радиозондирования 15.03.18 00:00 UT методом Фауста⁵

Пункт	φ (широта)	λ (долгота)	T_{850}	D_{850}	D_{700}	T_{500}	K	D_{500}	D_{cp}	T_v	R	ΔT_R	ΔT_n
СПб	59°93'	30°34'	-16,1	2,2	7,0	-32,1	-9,3	15,0	8,1	--	600ц	1,0	--
Бологое	57,88°	34,07°	-11,9	1,0	17	-27,3	-14,5	14,0	10,7	--	500ц	1,4	--
Москва	55,76°	37,62°	-1,9	1,2	1,6	-22,7	16,1	2,0	1,6	-32	700ц	1,0	-8,3
Рязань	54,61°	39,71°	-7,9	0,6	10,0	-22,9	-3,5	1,0	3,9	--	0		--
Воронеж	51,68°	39,21°	0,6	?	?	-26,7	?	1,2	?	?	0		?
Калач	50,42°	41,00°	1,2	0,1	0,4	-25,3	27,2	12	4,2	-29	0		-3,7
Ростов	47,24°	39,70°	2,4	2,7	2,0	-26,1	26,2	10,0	4,9	-28	500ц	1,4	-0,5
Туапсе	44,11°	39,08°	1,8	2,3	3,8	-25,1	22,6	17,0	7,7	-30	800ц	1,0	-3,9
Самсун	41,28°	36,34°	4,8	5,0	2,0	-24,9	27,5	3,4	3,5	-24	1000ц	0	0,9
Анкара	39,93°	32,86°	3,0	3,3	7,0	-24,5	20,2	10,0	6,8	-28	1100ц	0	-3,5

⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁵ То же

Продолжение таблицы 5

Стамбул	41,01°	28,98°	2,8	4,7	6,0	-25,5	20,4	16,0	8,9	-30	1000ц	0	-4,5
Испарта	37,76°	30,55°	3,8	4,6	3,1	-22,1	22,0	16,0	7,9	-26	1200ц	0	-3,9
Измир	38,42°	27,14°	4,4	7,0	2,5	-23,3	22,6	11,0	6,8	-26	1200ц	0	-2,7
Ираклион	35°34'	25°14'	3,8	2,1	15,0	-20,1	10,6	36,0	17,7	--	0	0	--



Рис. 10. Пункты, где спрогнозированы грозы (отмечены восклицательными знаками), расположенные по возможным трассам полёта обслуживаемого ВС⁶

Диагноз и прогноз обледенения. Обледенение самолёта возникает вследствие осаднения и замерзания на его поверхности переохлаждённых капель и вмержания кристаллов льда. Обледенение ухудшает аэродинамические, лётные и эксплуатационные характеристики самолёта. Обледенению подвергаются все типы ВС.

Обледенение возможно только при наличии благоприятных атмосферных условий и при отрицательной температуре поверхности самолёта. При полёте с

⁶ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

большой скоростью температура поверхности самолёта повышается под влиянием кинетического нагрева, возникающего за счёт сжатия воздуха.

Для анализа метеоусловий обледенения самолёта по данным радиозондирования на аэрологической диаграмме выделяются облачные слои. В тех слоях, где температура воздуха находится в пределах $0 \dots -20^\circ\text{C}$, возможно опасное для ВС обледенение. Условия для развития интенсивного обледенения особенно благоприятны в тех облачных слоях, где температура воздуха T ниже температуры насыщения надо льдом $T_{\text{н.л.}}$ (синяя пунктирная линия на аэрологической диаграмме, приложения 2 и 9), определяемой по формуле Годске: $T_{\text{н.л.}} = -8 \times (T - T_d)$, то есть там, где $\Delta T_G = T - T_{\text{н.л.}} \leq 0$.

Для определения интенсивности обледенения I (мм/мин) при пробивании слоистой облачности следует воспользоваться номограммой, приведённой на рис. 11.

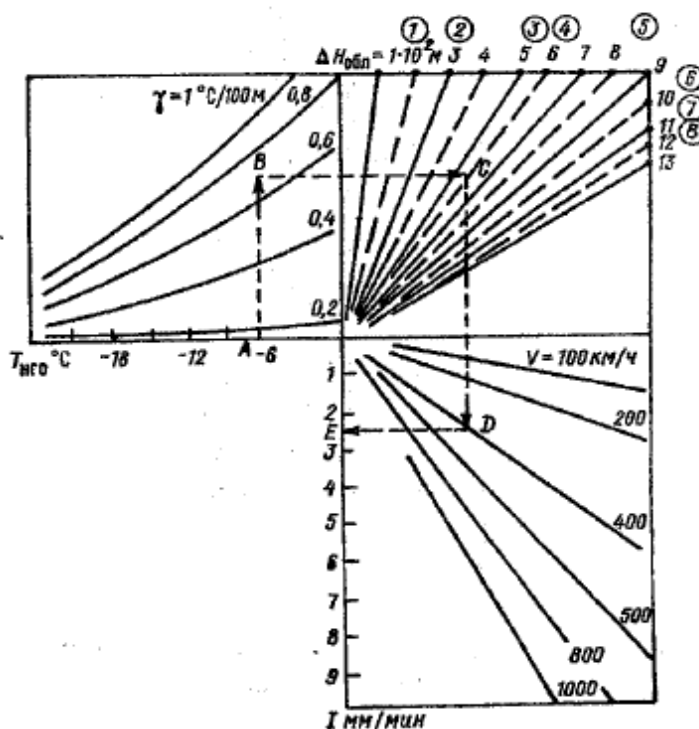


Рис. 11. Номограмма для оценки интенсивности обледенения при полёте в облаках слоистых форм [5, с.94]

Исходными данными являются температура основания облака $T_{\text{нго}}$ ($^\circ\text{C}$), вертикальный градиент температуры в облаке γ ($^\circ\text{C}/100 \text{ м}$), толщина облачного

слоя $\Delta H_{\text{обл}}$ (сотни метров) и скорость полёта V , км/ч. Порядок оценки интенсивности обледенения указан стрелками. **Над Санкт-Петербургом определим I по исходным данным: $T_{\text{НГО}} = -10^{\circ}\text{C}$; $\gamma = 0,42^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$; $\Delta H_{\text{обл}} = 15 \cdot 10^2 \text{ м}$; $V = 305 \text{ км/ч}$. $I = 2 \text{ мм/мин}$.**

Использование метеорологических авиационных кодов при обмене метеорологической информацией. Международный метеорологический авиационный код METAR. В начале каждой телеграммы ставится название кода METAR. В тех случаях, когда телеграммы объединены в сводку, слово METAR ставится только в начале сводки. Последовательность передачи информации, закодированной этим кодом, остаётся постоянной, однако если тот или иной элемент (явление) отсутствует, соответствующая группа или её часть в телеграмме опускается. Отдельные группы или их части в соответствии с региональными соглашениями между странами-членами ИКАО могут не использоваться. Некоторые группы кода могут повторяться несколько раз (например, при передаче информации о нескольких слоях облачности). Срок наблюдения в телеграммах всегда указывается по UT (ZULU).

Группа CAVOK – индикатор благоприятной погоды, включается в телеграмму вместо групп видимости, явлений погоды и облачности. Включение этой группы означает, что на аэродроме одновременно выполняются (наблюдаются следующие условия): горизонтальная видимость у земли 10 км и более, ВНГО 1500 м и более, отсутствуют S_b , нет осадков, грозы, пыльной бури, приземного тумана и позёмка.

После информации о фактической погоде в телеграммах сообщается прогноз тенденции погоды для посадки самолётов на ближайшие два часа (прогноз типа TREND). В некоторых странах в конце телеграммы сообщается особой группой состояние ВПП.

Международный метеорологический авиационный код TAF. В начале текста телеграммы всегда ставится слово TAF. В тех случаях, когда телеграммы объединены в общую сводку, слово TAF ставится только один раз в начале сводки. Отдельные группы кода могут быть опущены, если в прогнозе не

ождается элементов, указываемых в этой группе, или если сведений о них не требуется. Отдельные группы кода могут повторяться в телеграмме несколько раз в зависимости от характера погодных условий. Полное описание прогнозируемых погодных условий должно включать информацию о ветре, видимости, явлениях погоды и облачности [5, с. 101-102].

1) Поскольку код КН-04 прекрасно мною освоен в процессе выполнения предыдущих задач настоящей работы, в этой части мы зададимся целью раскодировать телеграммы, закодированные METAR и TAF [10, с. 25-35]. Данные о фактической погоде и прогнозах погоды по аэродромам вылета, посадки и запасным я раскодирую и выпишу отдельно. **Ближайший к метеоконсультации срок выпуска сводок METAR– 05:00UT.** Приведём сводки по аэродромам вылета, посадки, запасным. Запасными являются аэропорты Стамбула (SAW/LTFJ), Афин (ATH/LGAV), Ираклиона (HER/LGIR) и Александрии (HBE/HEBA) [12; 13] (рис. 12).

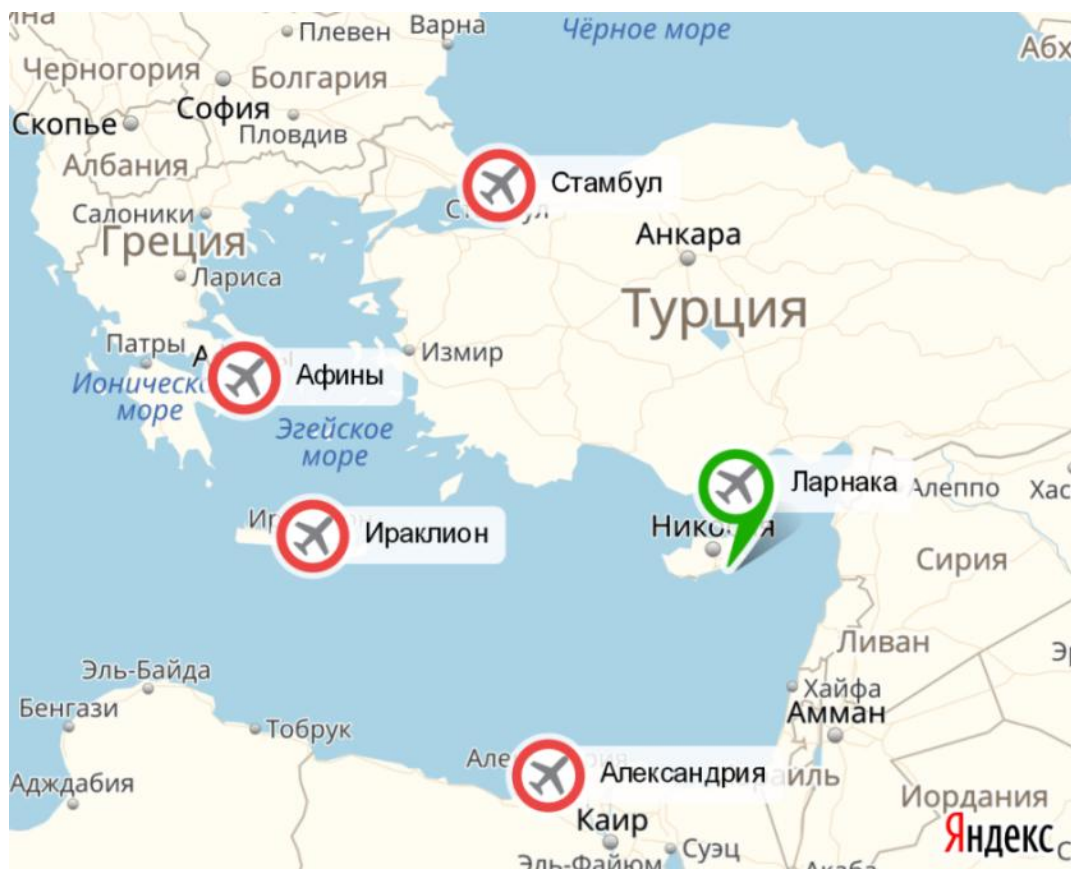


Рис. 12. Запасные аэродромы посадки обслуживаемого ВС⁷

⁷ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

(Санкт-Петербург) ULLI 150500Z 33008MPS 9999 4200SE -SHSN DRSN BKN020CB OVC032 M07/M12 Q1010 WS R28L R88/520350 NOSIG Ветер 330°, 8 м/с; видимость больше 10 км, 4200 м в юго-восточном направлении; слабый ливневый снег, позёмок (low drifting snow); 5-7 октантов кучево-дождевой облачности на высоте 600 м, всё небо закрыто облаками на высоте 960 м; температура воздуха -7°C, точка росы -12°C; давление, приведённое к уровню моря, - 1010 гПа; сдвиг ветра на ВПП R28L (правая и левая с курсом 280°); состояние всех ВПП (R88): мокрый снег, от 11 до 25% ВПП покрыто им, толщина покрытия 3 мм, коэффициент сцепления 0,5; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

(Ларнака) LCLK 150500Z 28005KT 9999 FEW025 11/11 Q1014 NOSIG Ветер 280°, 5 узлов (1 узел = 0,514444 м/с); видимость больше 10 км; 1-2 октанта облачности на высоте 750 м (не Cu cong. и не Cb); температура воздуха 11°C, точка росы 11°C; давление, приведённое к уровню моря, - 1014гПа; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

(Стамбул) LTFJ 150520ZVRB02KT 9999 SCT040 12/07 Q1009 NOSIGRMKRWY24 15001KT Ветер переменный, 2 узла; видимость больше 10 км; 3-4 октанта облачности на высоте 1200 м (не Cu cong. и не Cb); температура воздуха 12°C, точка росы 7°C; давление, приведённое к уровню моря, - 1009гПа; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается; /по национальному решению/ ветер на ВПП с курсом 240° 150°, 1 узел.

(Афины) LGAV 150520Z VRB02KT 9999 FEW050 12/05 Q1011 NOSIG Ветер переменный, 2 узла; видимость больше 10 км; 1-2 октанта облачности на высоте 1500 м (не Cu cong. и не Cb); температура воздуха 12°C, точка росы 5°C; давление, приведённое к уровню моря, - 1011 гПа; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

(Ираклион) LGIR 150520Z 16008KT 9999 FEW025 12/07 Q1012 NOSIG Ветер 160°, 8 узлов; видимость больше 10 км; 1-2 октанта облачности на высоте

750 м (не Cu cong. и не Cb); температура воздуха 12°C, точка росы 7°C; давление, приведённое к уровню моря, – 1012 гПа; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

(Александрия) HEBA 150500Z 00000KT 6000 NSC 12/11 Q1016 NOSIG

Ветра нет; видимость 6000 м; без существенной облачности; температура воздуха 12°C, точка росы 11°C; давление, приведённое к уровню моря, – 1016гПа; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

2) Теперь обратимся к прогнозам погоды по аэродромам вылета, посадки и запасным в коде TAF.

ULLI 150457Z 1506/1606 32008G13MPS 6000 DRSN BKN013 BKN020 TEMPO 1506/1509 2500 -SHSN BLSN BKN011 BKN017CB TEMPO 1509/1606 36010G15MPS 3100 -SHSN BLSN BKN011 BKN020CB Прогноз разработан в 04:57 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 320°, 8 м/с (с порывами до 13 м/с); горизонтальная видимость у поверхности земли 6000 м; позёмок; 5-7 октантов облачности на высоте 390 м (не Cu cong. и не Cb), 5-7 октантов облачности на высоте 600 м (не Cu cong. и не Cb); **временами с 06:00 до 09:00 UT** видимость 2500 м, слабый ливневый снег, низовая метель (blowing snow), 5-7 октантов облачности на высоте 330 м и **кучево-дождевая облачность на высоте 410 м**; временами с 09:00 15 марта до 06:00 16 марта ветер 360°, 10 м/с (с порывами до 15 м/с), видимость 3100 м, слабый ливневый снег, низовая метель, 5-7 октантов облачности на высоте 330 м (не Cu cong. и не Cb), 5-7 октантов кучево-дождевой облачности на высоте 600 м.

LCLK 150530Z 1506/1606 28007KT 9999 SCT030 BECMG 1509/1512 22017KT PROB30 TEMPO 1511/1515 5000 SHRA BECMG 1517/1520 29009KT Прогноз разработан в 05:30 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 280°, 7 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли более 10 км; 3-4 октанта облачности на высоте 900 м (не Cu cong. и не Cb); с 09:00 до 12:00 UT 15 марта

постепенное изменение ветра на 220° со скоростью 17 узлов; с вероятностью 30% временами в период с 11:00 до 15:00 UT 15 марта видимость 5000 м при умеренном ливневом дожде; с 17:00 до 20:00 UT 15 марта постепенное изменение ветра на 290°, 9 узлов.

LTFJ 150440Z 1506/1606 23007KT 9999 SCT040 PROB30 TEMPO 1512/1515 -TSRA FEW020CB BKN030 BECMG 1520/1522 4000 BR BKN010 PROB40 TEMPO 1523/1602 1600 BCFG BECMG 1603/1605 6000 Прогноз разработан в 04:40 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 230°, 7 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли более 10 км; 3-4 октанта облачности на высоте 1200 м (не Cu cong. и не Cb); с вероятностью 30% временами в период с 12:00 до 15:00 UT 15 марта слабый ливневый дождь с грозой, 1-2 октанта кучево-дождевой облачности на высоте 600 м, 5-7 октантов облачности на высоте 900 м (не Cu cong. и не Cb); с 20:00 до 22:00 UT 15 марта постепенное изменение видимости до 4000 м (дымка), 5-7 октантов облачности на высоте 300 м (не Cu cong. и не Cb); с вероятностью 40% временами в период с 23:00 15 марта до 02:00 16 марта UT видимость 1600 м, туман клочьями, с улучшением видимости до 6000 м в период с 03:00 до 05:00 UT 16 марта.

LGAV 150500Z 1506/1606 27008KT 9999 FEW020 Прогноз разработан в 05:00 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 270°, 8 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли более 10 км; 1-2 октанта облачности на высоте 600 м (не Cu cong. и не Cb).

LGIR 150500Z 1506/1606 18010KT 9999 FEW025 BECMG 1506/1508 31015KT BECMG 1519/1521 18010KT Прогноз разработан в 05:00 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 180°, 10 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли более 10 км; 1-2 октанта облачности на высоте 750 м (не Cu cong. и не Cb); с 06:00 до 08:00 UT 15 марта постепенное изменение ветра на 310°, 15 узлов; с 19:00 до 21:00 UT 15 марта постепенное изменение ветра на 180°, 10

узлов.

HEBA 150500Z 1506/1612 22006KT CAVOK PROB40 TEMPO 1506/1508 VRB03KT 4000 BR NSC BECMG 1508/1510 32008KT Прогноз разработан в 05:00 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 12:00 UT 16 марта; ветер 220°, 6 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли 10 км или более + нет облаков ниже 1500 м (5000 футов) + отсутствуют Cb = CAVOK; с вероятностью 40% временами с 06:00 до 08:00 UT ветер переменный, 3 узла, видимость 400 м при дымке и в отсутствие существенной облачности; в период с 08:00 до 10:00 15 марта постепенное изменение ветра на 320°, 8 узлов [20, с. 178].

Составление вертикального разреза атмосферы. Вертикальные разрезы атмосферы предназначаются для более наглядного представления условий погоды по какому-нибудь маршруту или району. При метеообеспечении полётов сверхзвуковых транспортных самолётов (СТС), а также при обеспечении так называемых «особо важных рейсов» вертикальные разрезы составляются всегда.

В отдельных случаях они могут составляться также при обеспечении полётов по трассам большой протяжённости, полётов по международным трассам (для всех этапов полёта ВС, рис. 13) и при обеспечении полётов в определённом районе.

На крупных АМСГ вертикальные разрезы иногда составляются по постоянным направлениям (например, южное, восточное и т.д.). Различают три типа вертикальных разрезов: пространственные, временные и пространственно-временные разрезы.

Пространственные разрезы строятся по результатам температурно-ветрового зондирования атмосферы, а также по данным инструментальных и визуальных наблюдений в один и тот же момент времени в нескольких пунктах.

Временные разрезы составляются по данным наблюдений и измерений, а также по прогностическим данным в одном пункте. Пространственно-

временные разрезы представляют собой графическое изображение авиационных прогнозов погоды по маршрутам полётов [5, с. 113].

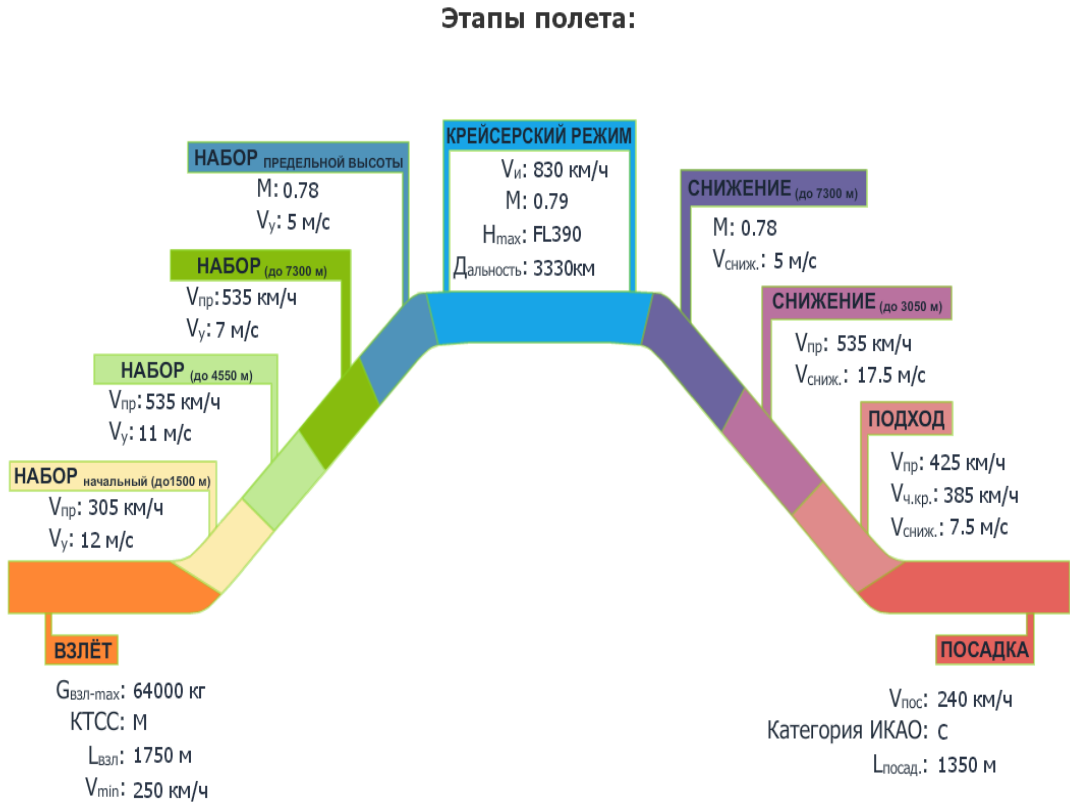


Рис. 13. Этапы полёта ВС ‘Airbus A319’ [11]

Мы построим и проанализируем пространственный вертикальный разрез. Порядок построения разреза подробно описан в [5, с. 114-116]. Сам разрез представлен в приложении 4. Вспомогательные расчёты –в табл. 6.

Таблица 6

Этапы и характеристики полёта обслуживаемого ВС (заданный эшелон –FL 335, 10200 м, 33500 футов, 256 гПа)⁸

Этап полёта	Вертикаль-ная скорость	Приборная скорость	Время пролёта отрезка пути	Пройденное расстояние (по траектории) S	Угол тангажа $\sin\alpha=H/S$, $\alpha=\arcsin H/S$	Пройденное расстояние (по горизонтали) $\cos\alpha*S$
Набор до 1500	12 м/с	305 км/ч	125 с	10,59 км	8,14°	10,48 км
Набор до 4550	11 м/с	535 км/ч	277 с	41, 17 км	4,25°	41,06 км

⁸ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 6

Набор до 7300	7 м/с	535 км/ч	393 с	58, 4 км	2,7°	58,34 км
Набор до 10200	5 м/с	820 км/ч	580 с	132,11 км	1,26°	132,08 км
Крейсер-ский режим	0 м/с	830 км/ч	15171 с	3497,8 км	0°	3497,8 км
Снижение до 7300	5 м/с	820 км/ч	580 с	132, 11 км	1,26°	132,08 км
Снижение до 3050	17,5 м/с	535 км/ч	243 с	36,11 км	6,76°	35,86 км
Снижение до 0	7,5 м/с	425 км/ч	407 с	48,05 км	3,64°	47,95 км

Составление и обработка авиационных прогностических карт погоды. АКП практически всегда используются при метеобеспечении ВС ГА. Они составляются 4 раза в сутки на фиксированные сроки 00, 06, 12, 18 ч UT, а срок их действия считается равным 12 ч (по 6 ч в обе стороны от фиксированного времени).

1) Рассмотрим карту особых явлений погоды уровня FL250-630 (для высоких уровней) (рис. 14).

По трассе полёта обслуживаемого ВС отмечаем вероятность образования Сб (отдельные, замаскированные в слоях других облаков) вертикальной протяжённостью от уровня ниже FL 250 (7600 м, 25000 футов, 376 гПа) до уровня FL 250 в третьей четверти полёта на эшелоне. Они ниже уровня полёта более чем на 500 м и опасности не представляют. Также видим струйное течение с осью на FL310 (9450 м, 31000 футов, 287 гПа) с максимальной скоростью ветра 48 м/с (173 км/ч). Струя в зоне четвёртой четверти полёта на эшелоне и на первой половине этапа снижения (попутный ветер).

2) Рассмотрим карту температуры и ветра уровня FL340 (10350 м, 34000 футов, 250 гПа), ближайшей по высоте к эшелону полёта (FL 335, 10200 м, 33500 футов, 256 гПа) (рис. 15).

Ветер на эшелоне северо-западный и западный. Температура в стандартной атмосфере на уровне FL340 составляет $-52,275^{\circ}\text{C}$.

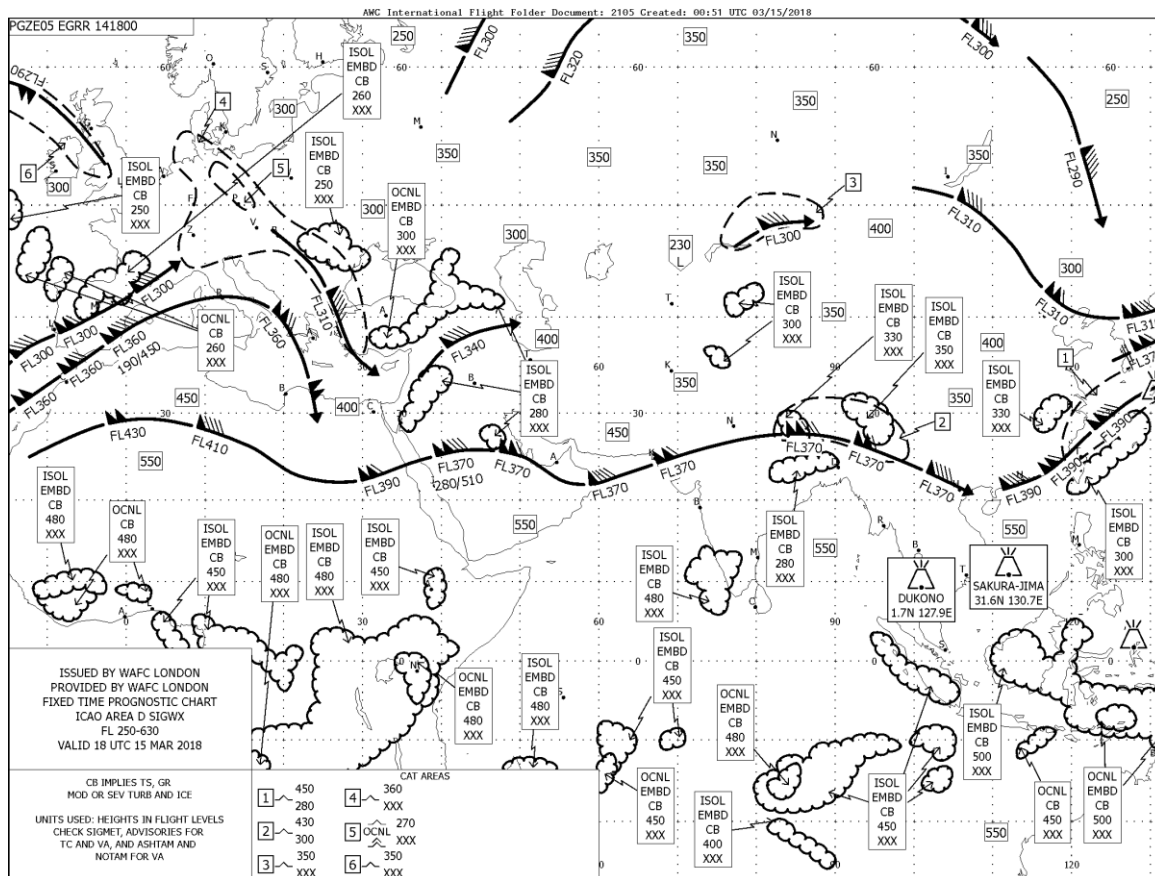


Рис.14. Карта особых явлений погоды уровня FL250-630 [1]

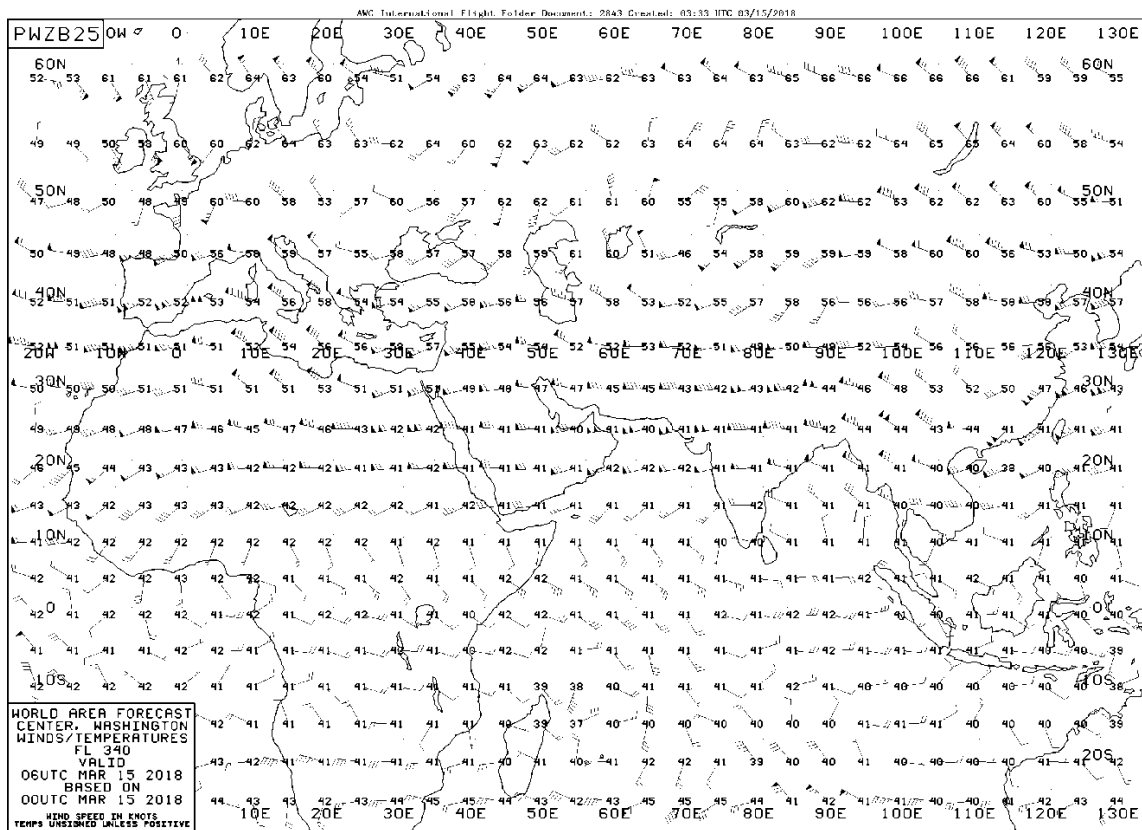


Рис.15. Карта температуры и ветра уровня FL340 [1]

Комплексный анализ атмосферных процессов. Пункт вылета (Санкт-Петербург) будет находиться в зоне прохождения вторичного холодного фронта в тыловой части заполняющегося циклона (IV стадия развития) с центром над югом Архангельской области, смещающегося на восток со скоростью 40 км/ч. Воздушная масса холодная, арктическая, термодинамически устойчивая.

Погода пункта назначения будет определяться центральной частью многоядерного ослабевающего антициклона. Воздушная масса тёплая, тропическая, устойчивая (определяется наличие нескольких антициклонических инверсий оседания, в слое от 2 до 6 км, мощностью от 90 до 284 м, глубиной 0,2-0,6°C).

Набор высоты с выходом на предполагаемый эшелон полёта (FL 335) будет производиться с пробиванием слоисто-дождевой облачности (толщина слоя около 1000 м с ВНГО 500 м) вторичного холодного анафронта с маскированными Сб. Температура в слое облачности –10...–15°C, опасность умеренного обледенения. Ветер северный с поворотом на северо-западный на высоте 3 км, от 5 м/с на поверхности до 20 м/с на высоте 3 км. На высотах 5000-8500 м ВС пересекает струйное течение западного направления (к югу от оси струи) с максимальной скоростью ветра 112 км/ч на 6,5 км.

Полёт на эшелоне с ветром западного и северо-западного направлений, без пересечения струйных течений на протяжении 2800 км. На расстоянии 3100 км от пункта вылета по траектории полёта – пересечение оси струйного течения на высоте максимального ветра (148 км/ч, западо-юго-западный). Нахождение в зоне действия этого СТ на этапе снижения до высоты 5 км с сохранением западного направления ветра и постепенным уменьшением скорости ветра до 100 км/ч на высоте 5 км.

В зоне подхода может наблюдаться слабая и умеренная турбулентность при ясном небе (ТЯН) вследствие дневной конвекции разной интенсивности над сушей и островами Эгейского моря.

Разработанные и закодированные в коде TAF суточные прогнозы по

аэродрому вылета и посадки, а также запасным (в радиусе 300-500 км от аэродрома посадки), представлены на страницах 42-44 данной работы.

3.3 Метеоконсультация командира ВС

Метеорологическая информация, используемая для проведения инструктажа и консультации, содержит любой или все из следующих элементов:

- 1) текущие и прогностические данные о ветре на высотах, температуре воздуха на высотах и влажности;
- 2) высоту и температуру тропопаузы, а также направление, скорость и высоту максимального ветра;
- 3) фактические и ожидаемые особые явления погоды по маршруту и коррективы к этой информации;
- 4) прогноз для взлёта;
- 5) сводки METAR и, если имеются, сводки SPECI, включая прогнозы типа «тренд», по аэродрому вылета и на маршруте, аэродрому намеченной посадки и запасным аэродромам;
- 6) прогнозы TAF и коррективы к ним для аэродромов вылета и намеченной посадки, а также запасных;
- 7) информацию SIGMET и соответствующие специальные донесения с борта, которые еще не использованы при подготовке сообщений SIGMET [17, с.2-3].

Исходя из полученных в ходе анализа метеоданных, а также по указаниям специализированных пособий и руководящих документов [18] представим **текст метеоконсультации командира экипажа нашего рейса.**

Доброе утро! Садитесь, пожалуйста! Рейс FV 6617, Санкт-Петербург – Ларнака, авиакомпания «Аэрофлот», всё верно? Я предоставляю Вам всю необходимую информацию. Это папка с полётной документацией для Вас. Ваш эшелон полёта FL 335, 33500 футов, так?

Сегодня маршрут полёта проходит по западной траектории в связи с прогнозируемой грозовой деятельностью над Турцией на холодном фронте в зоне подхода аэропорта Ларнака. Для Вашего рейса я построил вертикальный разрез атмосферы. На нём наглядно представлены метеорологические условия полёта.

Я хотел бы Вам рассказать о прогнозах ветра и температуры на высотах по маршруту Санкт-Петербург – Ларнака. Это прогностическая высотная карта эшелона полёта FL 340 (34000 футов), действительна на 6 UT. Прогнозы основаны на синоптических данных за 00 UT. Ветер на эшелоне северо-западный в первой половине и западный во второй половине маршрута. Его скорость составит от 72 км/ч в первой половине маршрута до 137 км/ч во второй, в зоне струйного течения западного направления. Температура воздуха на эшелоне будет от -53° до -64°C , что соответствует или ниже стандартных условий. Положительных аномалий температуры на FL 335 не диагностировано, и не они не прогнозируются.

Теперь обратимся к прогностической карте особых явлений погоды между эшелонами полёта FL250-630. Она действительна до 18 UT. Высота тропопаузы изменяется от 25000 футов на выходе на эшелон до 35000 в начале снижения. Большая часть полёта на эшелоне пройдёт над ней. Это видно на вертикальном разрезе. Полёт на эшелоне с ветром северо-западного и западного направлений, без пересечения струйных течений на протяжении 2800 км. На расстоянии 3100 км от пункта вылета по траектории полёта – пересечение оси струйного течения на высоте максимального ветра (148 км/ч, западо-юго-западный). Нахождение в зоне действия этого СТ на этапе снижения до высоты 5 км с сохранением западного (попутного) направления ветра и постепенным уменьшением скорости ветра до 100 км/ч на высоте 5 км.

По трассе полёта отмечаем вероятность образования кучево-дождевых облаков (отдельные, замаскированные в слоях других облаков) вертикальной протяжённостью от уровня ниже FL 250 (7600 м, 25000 футов, 376 гПа) до уровня FL 250 в третьей четверти полёта на эшелоне. Они ниже уровня полёта

более чем на 500 м и опасности для вашего воздушного судна не представляют.

Теперь относительно синоптической обстановки. Посмотрите на эту карту. Это обработанная приземная синоптическая карта за 00 UT. Сейчас Санкт-Петербург находится в зоне прохождения вторичного холодного фронта в тыловой части заполняющегося циклона (IV стадия развития) с центром над югом Архангельской области, смещающегося на восток со скоростью 40 км/ч. В ближайшие три часа по нашему аэродрому мы ожидаем слабый ливневый снег, низовую метель со снижением видимости до 2,5 км и кучево-дождевую облачность на высоте 400 м. Набор Вами высоты с выходом на предполагаемый эшелон полёта (FL 335) будет производиться с пробиванием слоисто-дождевой облачности (толщина слоя около 1000 м с ВНГО 500 м) вторичного холодного анафронта с возможными маскированными кучево-дождевыми облаками. Температура в слое облачности $-10...-15^{\circ}\text{C}$, опасность умеренного обледенения (2 мм/мин). Ветер северный с поворотом на северо-западный на высоте 3 км, от 5 м/с у земли до 20 м/с на высоте 3 км. На высотах 5000-8500 м Ваше воздушное судно пересекает струйное течение западного направления (к югу от оси струи) с максимальной скоростью ветра 112 км/ч на 6,5 км.

Погода Вашего пункта назначения будет определяться центральной частью многоядерного ослабевающего антициклона. В зоне подхода может наблюдаться слабая и умеренная турбулентность при ясном небе (ТЯН) вследствие дневной конвекции разной интенсивности над сушей и островами Эгейского моря. По Ларнаке сегодня днём ожидаем три балла внутримассовой кучевой облачности. Обратите, пожалуйста, внимание на слабый вертикальный сдвиг ветра в условиях бризовой циркуляции при посадке на аэродроме назначения.

Что касается фактической погоды Пулково, вот последняя выпущенная регулярная сводка METAR по нашему аэродрому. Ветер 330°, 8 м/с; видимость больше 10 км, 4200 м в юго-восточном направлении; слабый ливневый снег, позёмки; 5-7 октантов кучево-дождевой облачности на высоте 600 м, всё небо закрыто облаками на высоте 960 м; температура воздуха -7°C , точка росы

–12°C; давление, приведённое к уровню моря, – 1010 гПа; сдвиг ветра на ВПП R28L (правая и левая с курсом 280°); состояние всех ВПП (R88): мокрый снег, от 11 до 25% ВПП покрыто им, толщина покрытия 3 мм, коэффициент сцепления 0,5; в ближайшие 2 часа существенных изменений погоды на аэродроме не ожидается.

А это прогноз ТАФпо аэродрому посадки, Ларнаке. Прогноз разработан в 05:30 UT; начало действия прогноза – 06:00 UT 15 марта, окончание действия прогноза – 06:00 UT 16 марта; ветер 280°, 7 узлов; горизонтальная видимость у поверхности земли более 10 км; 3-4 октанта облачности на высоте 900 м (не Cu cong. и не Cb); с 09:00 до 12:00 UT 15 марта постепенное изменение ветра на 220° со скоростью 17 узлов; с вероятностью 30% временами в период с 11:00 до 15:00 UT 15 марта видимость 5000 м при умеренном ливневом дожде; с 17:00 до 20:00 UT 15 марта постепенное изменение ветра на 290°, 9 узлов.

Вот бланк с метеорологическими сводками METAR и ТАФпо аэродрому посадки и запасным (Афины, Стамбул, Ираклион и Александрия).

Сообщений SIGMET для Вашего района полётной информации органом метеорологического слежения выпущено не было. Вот полученные нами сводки. А вот бланк «Бортовая погода», который Вам нужно будет заполнить в полёте.

Это всё, что я хотел Вам сказать. У Вас есть вопросы?

Поставьте свою подпись здесь. Желаю Вам счастливого полёта!

Заключение

В результате работы над этим бакалаврским проектом достигнута поставленная цель:

1. Подготовлена предполётная метеоконсультация экипажу ВС и пакет соответствующей метеорологической документации для выполнения полёта по заданному маршруту.

2. Решены задачи по общему обзору метеобеспечения ГА, собраны и обработаны необходимые результаты наземных наблюдений и аэросиноптический материал для подготовки метеорологического сопровождения полёта выбранного рейса.

3. Разработаны прогноз и рекомендации по выполнению полёта по выбранному маршруту.

4. Закреплены навыки обработки аэросиноптического материала, составления прогнозов погоды, оценки фактической погоды и её кодирования с использованием авиационных метеорологических кодов METAR, TAF, SIGMET, AIRMET.

В результате проделанной работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Современное авиационное навигационное и наземное оборудование позволяет выполнять полёты в сложных метеорологических условиях. Однако и в настоящее время эффективность работы воздушного транспорта, в частности, безопасность полётов, во многом зависит от условий погоды, поэтому полёты ВС без метеорологической информации невозможны.

2. Анализ аэросиноптического материала для составления прогноза погоды в аэропорту вылета, посадки и на запасных должен быть комплексным, с обработкой всех карт (приземных, высотных, специальных и т.д.) и использованием расчётных методов прогноза метеоэлементов и явлений погоды (прогноз туманов, прогноз гроз, прогноз минимальной температуры воздуха у земли и т.д.).

3. Разработка прогнозов погоды по маршруту полёта должна в

обязательном порядке включать анализ:

- положительных отклонений температуры воздуха от значений СА на эшелоне полёта;
- струйных течений на эшелоне полета ВС;
- распределения метеоэлементов и опасных явлений погоды.

Качественный анализ метеорологической информации дежурным синоптиком в аэропорту вылета и грамотное его представление и доведение до экипажа ВС при консультировании существенно улучшит безопасность воздушного транспорта в метеорологическом отношении.

Список использованной литературы

1. Aviation Weather Charts Archive [Электронный ресурс]. URL: aviationwxchartsarchive.com (дата обращения: 07.05.2018).
2. Барические системы [Электронный ресурс]. URL: <http://geoman.ru/geography/item/f00/s00/e0000933/index.shtml> (дата обращения: 23.05.2018).
3. Блохина В.И. Авиационные прогнозы погоды [Электронный ресурс]. URL: <http://docplayer.ru/26769312-Aviacionnye-prognozy-pogody.html> (дата обращения: 23.05.2018).
4. Богаткин О.Г. Авиационная метеорология: учеб. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2005. – 328 с.
5. Богаткин О.Г. Практикум по авиационной метеорологии. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2005. – 130 с.
6. Бугаев В.А. Карты барической топографии. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1950. – 63 с.
7. Данные температурно-ветрового зондирования атмосферы [Электронный ресурс]. URL: flymeteo.org (дата обращения: 07.05.2018).
8. Заболотников Г.В. Учебное пособие по работе с кодом метеорологической информации КН-04 [Электронный ресурс]. URL: http://vk.rshu.ru/materials/metodics/metod_kn04.pdf (дата обращения: 23.05.2018).
9. Зайцева Н.А. Аэрология: учеб. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 325 с.
10. Иванова Л.И. Сборник авиационных метеорологических кодов // Служба штурманского и авиационного метеообеспечения 'Volga-Dnepr Airlines'. – АК Волга-Днепр AirLines, 2011. – 44 с.
11. Каталог воздушных судов [Электронный ресурс]. URL: <http://dspk.cs.gkovd.ru/planes/> (дата обращения: 08.05.2018).
12. Код METAR [Электронный ресурс]. URL: http://www.aviamettelecom.ru/docs/lib2/instructions_METAR_SPECI_TAF.p

- df (дата обращения: 08.05.2018).
13. Код TAF [Электронный ресурс]. URL: http://www.aviamettelecom.ru/docs/lib2/instructions_METAR_SPECI_TAF.pdf (дата обращения: 08.05.2018).
14. Код КН-01 [Электронный ресурс]. URL: <http://meteork.ru/doc/serv/synop.pdf> (дата обращения: 08.05.2018).
15. Код КН-03 [Электронный ресурс]. URL: http://vk.rshu.ru/materials/metodics/metod_kn04.pdf (дата обращения: 23.05.2018).
16. Код КН-04 [Электронный ресурс]. URL: http://vk.rshu.ru/materials/metodics/metod_kn04.pdf (дата обращения: 23.05.2018).
17. Метеорологическая консультация (инструктаж) на английском языке. Пособие для синоптиков. – М.: ФГУ Главный Авиационный метеорологический центр Росгидромета, 2006. – 19 с.
18. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации (НМО ГА). – М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Министерство транспорта России. 1995. – 92 с.
19. Руководство по практике метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию. – Женева: Секретариат Всемирной метеорологической организации, 2003. – 58 с.
20. Савельев Л.А. Учебник английского языка для студентов гидрометеорологических специальностей. – СПб.: изд. РГТМИ, 1996. – 274 с.
21. Самолёт ‘AirbusA319’ [Электронный ресурс]. URL: http://samolety.org/wp-content/gallery/airbus-a319-aeroflot/vp-bwl-aeroflot-russian-airlines-airbus-a319-100_2.jpg (дата обращения: 07.05.2018).
22. Синоптические карты [Электронный ресурс]. URL: kcgms.ru/unimas/maps (дата обращения: 07.05.2018).

- 23.Таблицы стандартной атмосферы (ГОСТ 4401-81).– М.: Госстандарт, 1981. – 43 с.
- 24.Технические характеристики самолёта ‘AirbusA319’ [Электронный ресурс]. URL: <http://booksite.elsevier.com/9780340741528/appendices/data-a/table-1/table.htm> (дата обращения: 07.05.2018).
- 25.Хандожко Л.А. Экономическая метеорология: учеб. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 490 с.

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Санкт-Петербурга

р, гПа	Н _ф , м	Т _ф , °С	Н _{СА} , м	Т _{СА} , °С	ΔН, м	ΔТ, °С
998	?	-6,7				
1000			~100*	14,35		
925	670	-11,7	~600	11,1	70	-22,8
850	1313	-16,1	~1500	5,25	-187	-21,35
700	2768	-21,1	~3000	-4,5	-232	-16,6
500	5200	-32,1	~5500	-20,75	-300	-11,35
400	6730	-43,3	~7000	-30,5	-270	-12,8
300	8630	-51,1	~9000	-43,5	-370	-7,6
250	9810	-53,5	~10500	-53,25	-690	-0,25
200	11240	-55,9	~12000	-56,5	-760	0,6
150	13070	-55,3	~13500	-56,5	-430	1,2
100	15640	-56,7	~16000	-56,5	-360	-0,2

* Связь давления и высоты может быть выражена формулой: $\int_{P_0}^{P_H} \frac{dP}{P} = \frac{1}{R} \times \int_0^H \frac{dH}{T(H)}$

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Таллина

р, гПа	Н _ф , м	Т _ф , °С	Н _{СА} , м	Т _{СА} , °С	ΔН, м	ΔТ, °С
1009	?	-4,7				
1000	105	-5,5	~100	14,35	5	-19,85
925	710	-11,5	~600	11,1	110	-22,6
850	1354	-13,3	~1500	5,25	-146	-18,55
700	2810	-20,9	~3000	-4,5	-190	-16,4
500	5230	-33,5	~5500	-20,75	-370	-12,75
400	6760	-45,1	~7000	-30,5	-240	-14,6
300	8640	-51,9	~9000	-43,5	-360	-8,4
250	9810	-54,7	~10500	-53,25	-690	-1,45
200	11250	-53,9	~12000	-56,5	-750	2,6
150	13090	-54,9	~13500	-56,5	-410	1,6
100	15670	-55,7	~16000	-56,5	-330	0,8

**Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для
Калининграда**

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{СА}, м	T_{СА}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
1011	?	-0,7				
1000	108	-1,3	~100	14,35	8	-15,65
925	723	-6,7	~600	11,1	123	-17,8
850	1383	-5,9	~1500	5,25	-117	-11,15
700	2890	-8,7	~3000	-4,5	-110	-4,2
500	5420	-25,9	~5500	-20,75	-80	-5,15
400	6990	-38,5	~7000	-30,5	-10	-8,0
300	8900	-54,1	~9000	-43,5	-100	-10,6
250	10040	-62,3	~10500	-53,25	-460	-9,05
200	11420	-59,5	~12000	-56,5	-580	-3,0
150	13230	-55,9	~13500	-56,5	-270	0,4
100	15800	-56,7	~16000	-56,5	-200	-0,2

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Легионово

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{СА}, м	T_{СА}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
999	?	1,6				
1000			~100	14,35		
925	714	-2,3	~600	11,1	114	-13,4
850	1385	-4,3	~1500	5,25	-115	-9,55
700	2903	-10,7	~3000	-4,5	-97	-6,2
500	5410	-27,1	~5500	-20,75	-90	-6,35
400	6980	-39,7	~7000	-30,5	-20	-9,2
300	8880	-54,3	~9000	-43,5	-120	-10,8
250	10030	-60,5	~10500	-53,25	-470	-7,25
200	11420	-56,5	~12000	-56,5	-580	0
150	13260	-54,1	~13500	-56,5	-240	2,4
100	15840	-56,5	~16000	-56,5	-160	0

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Попрада

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{СА}, м	T_{СА}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
928	?	1,4				
1000			~100	14,35		
925	721	1,4	~600	11,1	121	-9,7
850	1397	-2,7	~1500	5,25	-103	-7,95
700	2916	-11,1	~3000	-4,5	-84	-6,6
500	5410	-29,5	~5500	-20,75	-90	-8,75
400	6960	-43,1	~7000	-30,5	-40	-12,6
300	8840	-52,7	~9000	-43,5	-160	-9,2
250	10010	-53,1	~10500	-53,25	-490	0,15
200	11440	-53,5	~12000	-56,5	-560	3,0
150	13290	-53,9	~13500	-56,5	-210	2,6
100	15890	-55,3	~16000	-56,5	-110	1,2

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Будапешта

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{СА}, м	T_{СА}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
993	?	4,4				
1000			~100	14,35		
925	719	4,8	~600	11,1	119	-6,3
850	1402	-0,3	~1500	5,25	-98	-5,55
700	2925	-9,7	~3000	-4,5	-75	-5,2
500	5430	-29,1	~5500	-20,75	-70	-8,35
400	6980	-42,5	~7000	-30,5	-20	-12,0
300	8860	-53,3	~9000	-43,5	-140	-9,8
250	10030	-52,9	~10500	-53,25	-470	0,35
200	11470	-51,3	~12000	-56,5	-530	5,2
150	13320	-54,7	~13500	-56,5	-180	1,8
100	15920	-55,3	~16000	-56,5	-80	1,2

Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Сегеда

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{CA}, м	T_{CA}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
1001	?	3,6				
1000	92	4,2	~100	14,35	-8	-10,15
925	730	4,0	~600	11,1	130	-7,1
850	1413	0,2	~1500	5,25	-87	-5,05
700	2942	-9,5	~3000	-4,5	-58	-5,0
500	5450	-28,5	~5500	-20,75	-50	-7,75
400	7000	-42,7	~7000	-30,5	0	-12,2
300	8880	-54,9	~9000	-43,5	-120	-11,4
250	10040	-54,7	~10500	-53,25	-460	-1,45
200	11480	-51,1	~12000	-56,5	-520	5,4
150	13340	-53,9	~13500	-56,5	-160	2,6
100	15930	-54,9	~16000	-56,5	-70	1,6

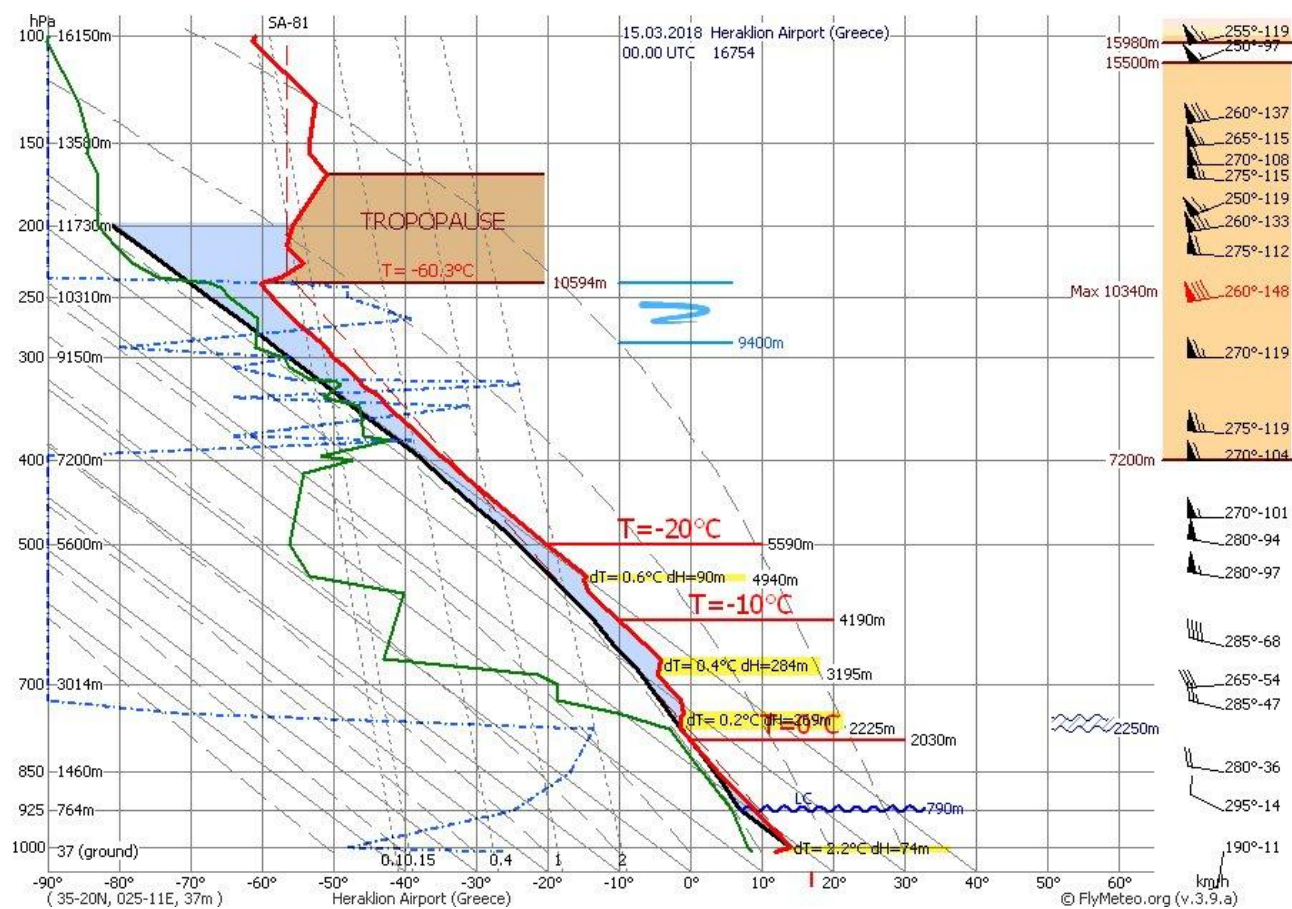
Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для Белграда

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{CA}, м	T_{CA}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
987	?	7,6				
1000			~100	14,35		
925	734	5,0	~600	11,1	134	-6,1
850	1420	0,4	~1500	5,25	-80	-4,85
700	2950	-8,7	~3000	-4,5	-50	-4,2
500	5470	-27,9	~5500	-20,75	-30	-7,15
400	7020	-41,7	~7000	-30,5	20	-11,2
300	8900	-55,7	~9000	-43,5	-100	-12,2
250	10070	-53,3	~10500	-53,25	-430	-0,05
200	11510	-50,5	~12000	-56,5	-490	6,0
150	13370	-53,1	~13500	-56,5	-130	3,4
100	15970	-54,3	~16000	-56,5	-30	2,2

**Анализ отклонения параметров атмосферы от стандартных для
Ираклиона**

p, гПа	H_ф, м	T_ф, °C	H_{СА}, м	T_{СА}, °C	ΔH, м	ΔT, °C
1009	?	11,8				
1000	111	14,0	~100	14,35	11	-0,35
925	764	9,0	~600	11,1	164	-2,1
850	1460	3,8	~1500	5,25	-40	-1,45
700	3014	-3,5	~3000	-4,5	14	1,0
500	5600	-20,1	~5500	-20,75	100	0,65
400	7200	-34,3	~7000	-30,5	200	-3,8
300	9150	-50,1	~9000	-43,5	150	-6,6
250	10310	-58,7	~10500	-53,25	-190	-5,45
200	11730	-55,9	~12000	-56,5	-270	0,6
150	13580	-53,3	~13500	-56,5	80	3,2
100	16150	-60,9	~16000	-56,5	150	-4,4

Аэрологическая диаграмма пункта зондирования «Ираклион»



Приложение 3

**Скорость и направление ветра на стандартных изобарических
поверхностях и особых ветровых точках над Санкт-Петербургом 15.03.18,
00:00 UT**

Н, м	p,rПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	998	290	5
	985	315	9
	957	310	9
	931	335	13
670	925	335	13
	855	340	14
1313	850	340	14
	643	310	17
	722	310	19
2768	700	315	19
4118	589	280	19
4738	538	260	26
5078	510	260	32
5200	500	255	32
6730	400	245	38
МАКС. ВЕТЕР 7794	344	235	47
ТРОПОПАУЗА 8364	314	245	40
8630	300	245	36
9810	250	255	28
10754	217	265	24
11154	203	260	18
11240	200	260	18
ТРОПОПАУЗА	190	255	19
	177	250	19
	156	275	20
13070	150	270	20
	137	260	16
ТРОПОПАУЗА	129	265	16
	108	275	17
15640	100	280	16

Продолжение приложения 3

Скорость и направление ветра на стандартных изобарических поверхностях и особых ветровых точках над Таллином 15.03.18, 00:00 UT

Н, м	p,rПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	1009	355	03
105	1000	5	6
710	925	5	8
	863	15	13
1354	850	10	11
	845	360	10
2810	700	325	16
	553	300	28
5230	500	295	29
МАКС. ВЕТЕР 6515	416	295	31
6760	400	295	30
ТРОПОПАУЗА	337	295	27
8640	300	295	23
	299	295	23
9810	250	285	25
	240	295	26
11250	200	295	16
	198	295	15
	174	275	17
13090	150	295	18
	143	310	16
	114	270	13
15670	100	285	14

Продолжение приложения 3

**Скорость и направление ветра на стандартных изобарических
поверхностях и особых ветровых точках над Калининградом 15.03.18, 00:00**

UT

Н, м	p,гПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	1011	40	3
108	1000	35	5
723	925	45	8
	884	55	8
1383	850	40	6
	792	35	6
	751	10	7
	731	340	5
	711	315	7
2890	700	310	7
5420	500	330	11
6990	400	330	14
	383	330	13
	360	335	13
	337	355	18
8900	300	355	20
	296	355	20
	275	360	23
10040	250	10	20
	241	5	17
ТРОПОПАУЗА	225	340	15
11420	200	290	10
	197	285	9
	185	305	13
13230	150	285	14
	111	280	16
15800	100	275	15

Продолжение приложения 3

Скорость и направление ветра на стандартных изобарических поверхностях и особых ветровых точках над Легионово 15.03.18, 00:00 UT

Н, м	p,гПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	999	20	2
714	925	335	3
	881	325	5
1385	850	325	6
	827	325	6
	809	265	5
	778	275	5
	730	240	5
2903	700	235	4
	526	35	5
	505	25	5
5410	500	25	5
	488	40	6
6980	400	50	8
	372	60	8
	351	40	11
	316	50	11
8880	300	35	12
	271	35	8
10030	250	355	2
ТРОПОПАУЗА	248	355	3
	242	345	6
	232	20	5
	220	350	5
	215	315	7
	208	325	6
11420	200	300	5
	193	320	7
	187	290	6
	180	310	6
	170	285	7
	165	305	8
	161	285	8
13260	150	290	8
	149	295	8
	142	270	9
	133	290	12
	127	270	12
	118	295	13
	110	265	12
	105	270	15
15840	100	270	15

Продолжение приложения 3

Скорость и направление ветра на стандартных изобарических поверхностях и особых ветровых точках над Попрадом 15.03.18, 00:00 UT

Н, м	p, гПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	928	75	2
721	925	70	4
	891	40	6
	881	30	5
1397	850	15	2
	705	215	5
2916	700	210	5
	668	220	5
	654	210	5
	602	280	5
	544	250	6
	528	265	7
	516	250	7
5410	500	255	8
	430	260	12
	421	250	12
6960	400	250	11
	372	240	11
	335	255	8
	327	275	6
	317	220	5
ТРОПОПАУЗА	316	220	6
8840	300	235	8
	294	210	8
	282	220	8
	269	255	7
	251	280	4
10010	250	280	4
	242	290	8
	230	285	7
	209	330	8
	202	310	6
11440	200	315	5
	188	315	9
	179	275	3
	176	270	5
	172	295	6
	166	255	7
	163	250	10
	152	300	10
13290	150	290	7
	148	275	7
	141	270	12
	131	300	11
	127	280	9
15890	100	285	11

Продолжение приложения 3

Скорость и направление ветра на стандартных изобарических поверхностях и особых ветровых точках над Будапештом 15.03.18, 00:00

UT

Н, м	p, гПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	993	290	1
	946	315	9
719	925	330	8
	909	330	7
	873	330	11
1402	850	315	10
	802	270	7
	756	280	10
2925	700	270	10
	684	265	9
	599	270	16
	529	265	9
5430	500	240	10
	499	240	10
	453	255	15
	415	270	13
6980	400	265	12
	352	275	9
	337	255	8
ТРОПОПАУЗА	315	265	7
	312	260	7
	302	290	12
8860	300	290	12
	280	280	10
	272	290	11
	262	285	8
	255	310	7
10030	250	310	8
	225	290	12
	220	305	11
	202	300	15
11470	200	300	15
	183	305	6
	170	290	15
	156	315	9
13320	150	290	10
	147	280	7
	144	275	8
	137	300	11
	133	270	9
	126	280	12
	123	260	12
	119	275	14
	113	305	11
	111	300	8
	110	280	7
	107	250	8
15920	100	265	13

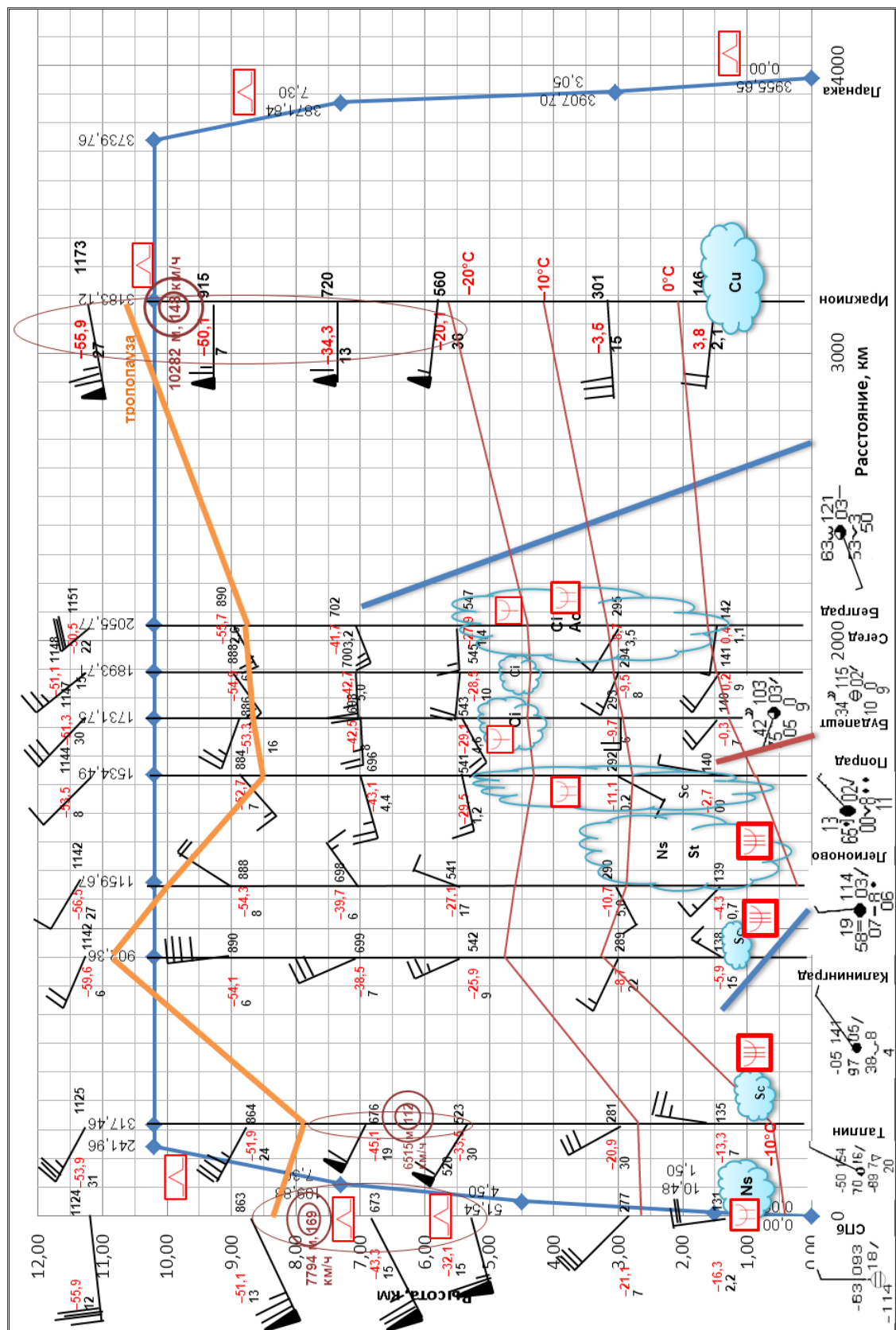
Продолжение приложения 3

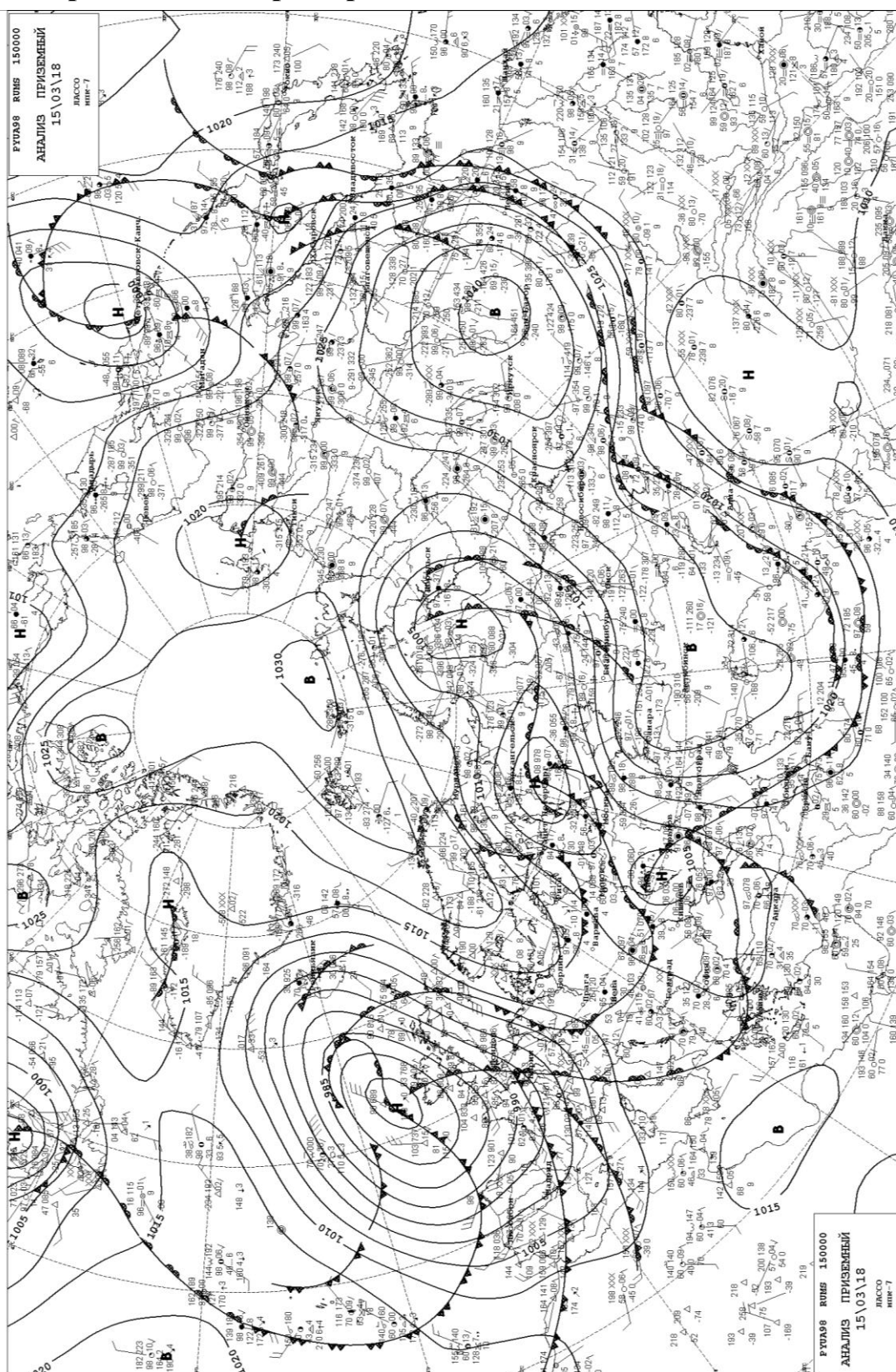
Скорость и направление ветра на стандартных изобарических
поверхностях и особых ветровых точках над Ираклионом 15.03.18, 00:00

UT

Н, м	р, гПа	dd°	ff, м/с
Поверхность	1009	190	3
111	1000	195	3
764	925	295	4
	903	275	5
1460	850	280	10
	832	290	11
	742	285	13
3014	700	265	15
	697	265	15
	645	285	19
	546	280	27
5600	500	280	26
	467	270	28
7200	400	270	29
7727	373	275	33
9150	300	270	33
10310	250	260	41
МАКС. ВЕТЕР 10282	249	260	41
ТРОПОПАУЗА	240	265	38
	221	275	31
11730	200	260	37
	186	250	33
	172	275	32
	163	270	30
13580	150	265	32
14197	138	260	38
	107	250	27
	104	245	28
16150	100	255	33

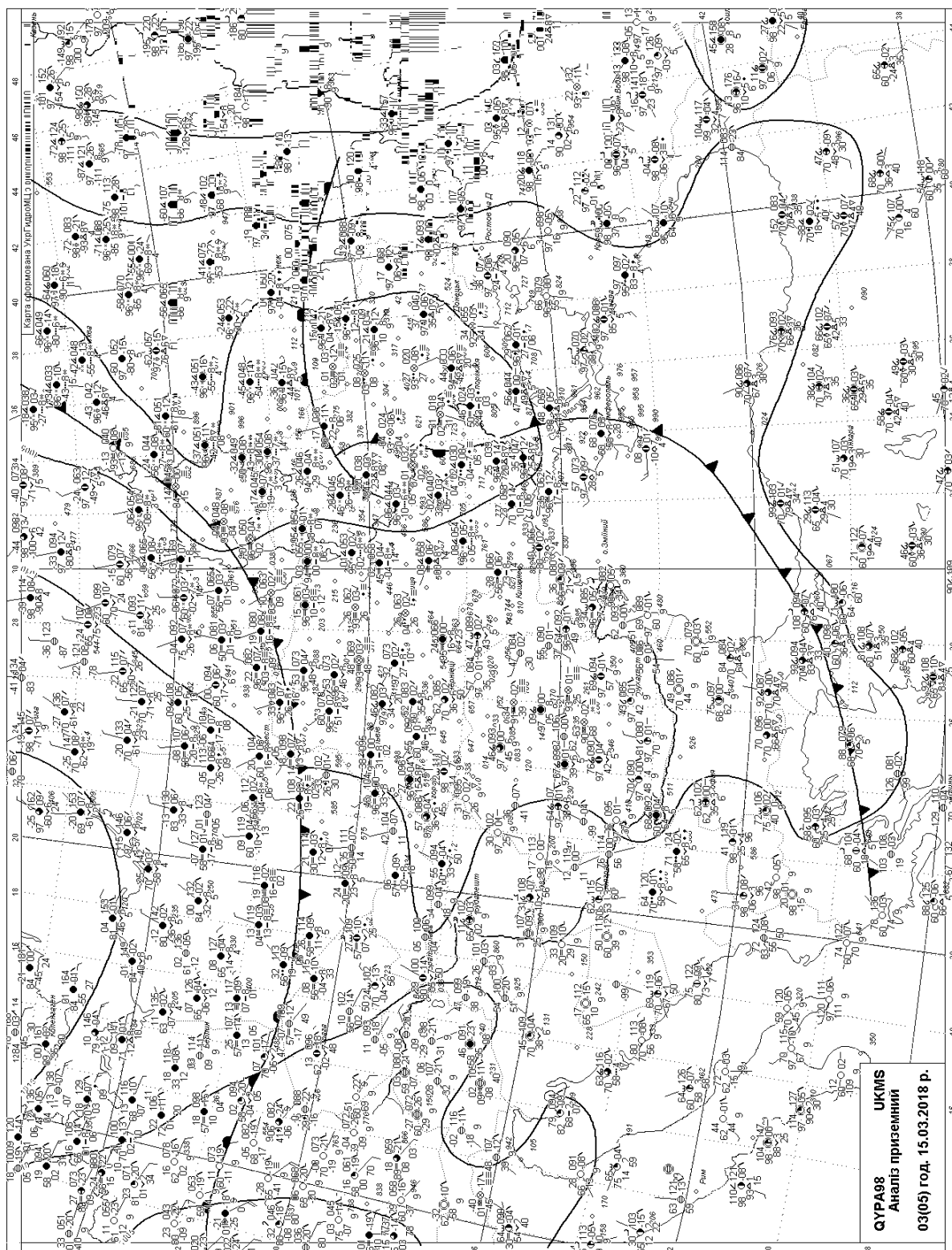
Вертикальный разрез атмосферы 15.03.18 00 UT







Обработанная кольцевая карта погоды за 03:00 UT15.03.18



Исходная аэрологическая информация в коде КН-04 (15.03.18 00:00UT)

Санкт-Петербург

ТТАА 15001 26063 99998 06734 29005 00067 // // 92670 11737 33513
85313 16122 34014 70768 21157 31519 50520 32165 25532 40673 43365 24538
30863 51163 24536 25981 53563 25528 20124 55962 26018 15307 55363 27020
10564 56763 28016 88314 51763 24540 88190 57162 25519 88129 56763 26516
77344 23547 40913=

ТТВВ 15003 26063 00998 06734 11953 08350 22944 10143 33869 15724
44848 16320 55838 14120 66828 14120 77726 18356 88718 20156 99658 22558
11628 25759 22608 25361 33565 28963 44518 30766 55488 32365 66479 34566
77404 43165 88388 43365 99345 49164 11190 57162 22143 54163 33116 57762
44100 56763 21212 00998 29005 11985 31509 22957 31009 33931 33513 44855
34014 55722 31019 66643 31017 77589 28019 88538 26026 99510 26032 11344
23547 22217 26524 33203 26018 44177 25019 55156 27520 66137 26016 77108
27517 31313 59003 82330 41414 4052/ 61616 10312=

Таллин

ТТАА 15001 26038 99009 04743 35503 00105 05544 00506 92710 11508
00508 85354 13357 01011 70810 20980 32516 50523 33580 29529 40676 45169
29530 30864 51974 29523 25981 54781 28525 20125 53981 29516 15309 54981
29518 10567 55781 28514 88337 52563 29527 77416 29531 40104 31313 47708
82331=

ТТВВ 15008 26038 00009 04743 11996 05946 22903 13113 33874 14328
44843 13357 55696 20981 66629 25973 77554 28386 88440 40173 99337 52563
11318 51171 21212 00009 35503 11863 01513 22845 36010 33553 30028 44416
29531 55299 29523 66240 29526 77198 29515 88174 27517 99143 31016 11114
27013 31313 47708 82331 41414 755// 51515 11886 00510=

Калининград

ТТАА 15001 26702 99011 00744 04003 00108 01343 03505 92723 06723
04508 85383 05965 04006 70890 08772 31007 50542 25959 33011 40699 38557

Продолжение приложения 8

33014 30890 54156 35520 25004 62356 01020 20142 59556 29010 15323 55957
28514 10580 56758 27515 88225 66556 34015 77999=

TTBV 15003 26702 00011 00744 11895 08914 22889 08314 33848 05966
44837 05768 55792 07769 66751 06371 77697 08972 88690 08971 99623 13760
11531 22160 22271 60156 33243 62556 44241 64556 55223 66556 66212 61356
77153 55557 88100 56758 21212 00011 04003 11884 05508 22792 03506 33751
01007 44731 34005 55711 31507 66383 33013 77360 33513 88337 35518 99296
35520 11275 36023 22241 00517 33225 34015 44197 28509 55185 30513 66150
28514 77111 28016 31313 59003 82331 41414 75500 61616 10312=

Легионово

TTAA 15001 12374 99999 01618 02002 00091 //// //// 92714 02300 33503
85385 04307 32506 70903 10750 23504 50541 27167 02505 40698 39756 05008
30888 54358 03512 25003 60559 35502 20142 56577 30005 15326 54182 29008
10584 56581 27015 88248 60960 35503 77999 31313 44108 82319=

TTBV 15008 12374 00999 01618 11948 02100 22912 02900 33888 02708
44886 01330 55819 06700 66808 04516 77733 07556 88643 16706 99635 14958
11545 21773 22451 32767 33370 44528 44351 47346 55313 52759 66288 56157
77269 58756 88248 60960 99223 58370 11174 55780 22150 54182 33100 56581
21212 00999 02002 11881 32505 22827 32506 33809 26505 44778 27505 55730
24005 66526 03505 77505 02505 88488 04006 99372 06008 11351 04011 22316
05011 33300 03512 44271 03508 55250 35502 66242 34506 77232 02005 88220
35005 99215 31507 11208 32506 22200 30005 33193 32007 44187 29006 55180
31006 66170 28507 77165 30508 88161 28508 99149 29508 11142 27009 22133
29012 33127 27012 44118 29513 55110 26512 66105 27015 77100 27015 31313
44108 82319 41414 863// 51515 11882 33005 22800 26506 33600 32003=

Попрад

TTAA 14231 11952 99928 01413 07502 00086 //// //// 92721 01415 07004
85397 02700 01502 70916 11102 21005 50541 29512 25508 40696 43144 25011
30884 52757 23508 25001 53158 28004 20144 53558 31505 15329 53958 29007

Продолжение приложения 8

10589 55358 28511 88316 54943 22006 77999 31313 41408 82315=

TTBV 14238 11952 00928 01413 11879 01500 22782 05101 33587 20105
44404 42537 55329 53941 66316 54943 77303 52358 88302 52358 99263 55157
11229 52358 22165 53160 33100 55358 21212 00928 07502 11891 04006 22881
03005 33705 21505 44668 22005 55654 21005 66602 28005 77544 25006 88528
26507 99516 25007 11430 26012 22421 25012 33372 24011 44335 25508 55327
27506 66317 22005 77300 23508 88294 21008 99282 22008 11269 25507 22251
28004 33242 29008 44230 28507 55209 33008 66202 31006 77188 31509 88179
27503 99176 27005 11172 29506 22166 25507 33163 25010 44152 30010 55148
27507 66141 27012 77131 30011 88127 28009 99100 28511 31313 41408 82315
41414 854//=

Будапешт

TTAA 14231 12843 99993 04436 29001 00083 // // 92719 04858 33008
85402 00357 31510 70925 09756 27010 50543 29146 24010 40698 42558 26512
30886 53366 29012 25003 52976 31008 20147 51380 30015 15332 54780 29010
10592 55380 26513 88315 55744 26507 77999 31313 42308 82323=

TTBV 14238 12843 00993 04436 11987 05047 22950 03843 33927 04858
44754 07145 55716 08356 66600 18520 77582 19551 88533 25324 99429 38159
11375 46558 22320 55335 33315 55744 44303 53169 55261 51177 66226 54177
77203 51180 88137 55579 99123 52581 11100 55380 21212 00993 29001 11946
31509 22909 33007 33873 33011 44802 27007 55756 28010 66684 26509 77599
27016 88529 26509 99499 24010 11453 25515 22415 27013 33352 27509 44337
25508 55312 26007 66302 29012 77280 28010 88272 29011 99262 28508 11255
31007 22225 29012 33220 30511 44202 30015 55183 30506 66170 29015 77156
31509 88147 28007 99144 27508 11137 30011 22133 27009 33126 28012 44123
26012 55119 27514 66113 30511 77111 30008 88110 28007 99107 25008 11100
26513 31313 42308 82323 41414 00902=

Сегед

TTAA 15001 12982 99001 03625 26003 00092 04227 26004 92730 04058

Продолжение приложения 8

29008 85413 00259 30510 70942 09558 29506 50545 28560 27510 40700 42750
26511 30888 54956 24016 25004 54760 28011 20148 51165 31012 15334 53971
30010 10593 54980 26508 88319 55345 24515 77999 31313 41708 82320=

TTBB 15008 12982 00001 03625 11987 07857 22968 06859 33950 05657
44821 00959 55724 08157 66636 14558 77591 19350 88458 33959 99375 46550
11365 47756 22326 54344 33317 55545 44314 55547 55274 54358 66268 55159
77244 53361 88234 54361 99202 50965 11156 54970 22132 53174 33123 54575
44114 53577 55109 54978 66105 55978 77100 54780 21212 00001 26003 11975
28008 22959 30008 33940 29007 44906 28509 55780 29510 66710 28006 77699
30006 88593 27007 99531 29010 11460 27011 22338 24012 33299 24016 44273
26009 55264 25512 66242 30010 77231 28011 88201 31012 99187 28008 11156
30014 22143 28010 33133 24509 44127 27011 55115 27013 66108 29510 77100
26508 31313 41708 82320 41414 00902=

Белград

TTAA 14231 13275 99987 07619 23001 92734 05027 32506 85420 00411
28501 70950 08735 31004 50547 27914 26508 40702 41732 25511 30890 55726
24511 25007 53363 28011 20151 50572 30014 15337 53182 29509 10597 54381
27007 88308 55925 24512 77999 31313 47708 82316=

TTBB 14238 13275 00987 07619 11959 07225 22873 02017 33833 00025
44763 06105 55710 07938 66684 10119 77489 28927 88410 40130 99308 55925
11260 55160 22200 50572 33190 51775 44100 54381 21212 00987 23001 11965
30008 22908 33005 33873 36002 44857 32001 55335 24015 66276 25008 77218
30016 88150 29509 99133 26013 11108 28517 22100 27007 31313 47708 82316
41414 6/7//=

Ираклион

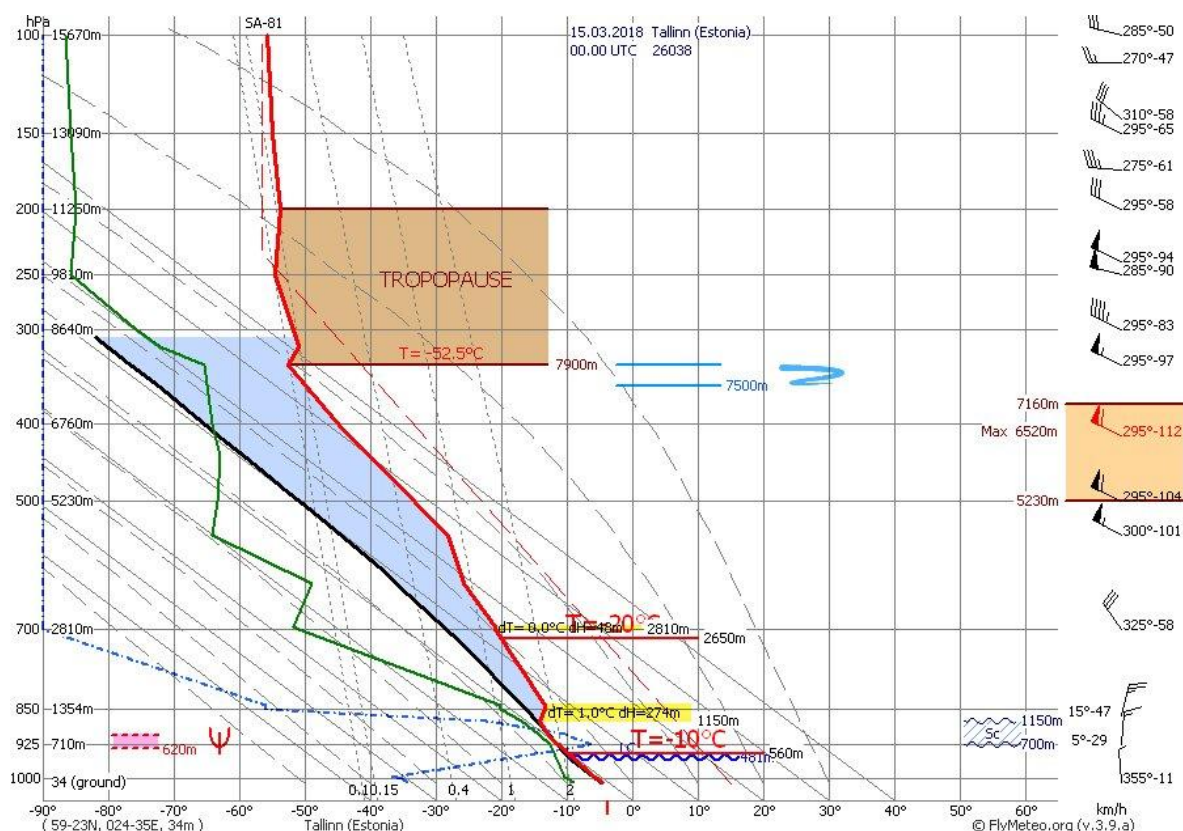
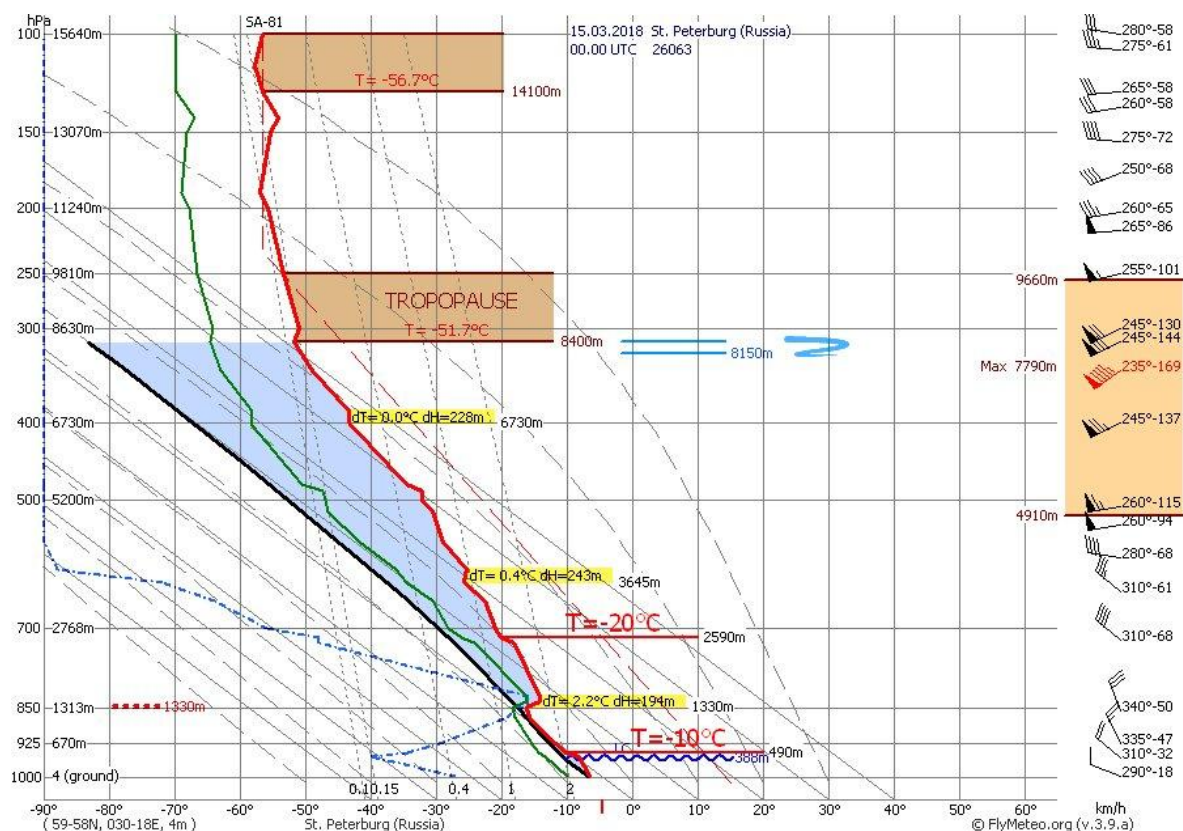
TTAA 15001 16754 99009 11833 19003 00111 14056 19503 92764 09031
29504 85460 03821 28010 70014 03565 26515 50560 20186 28026 40720 34363
27029 30915 50157 27033 25031 58756 26041 20173 55977 26037 15358 53381
26532 10615 60979 25533 88240 60357 26538 77249 26041 40609 31313 41408

82335=

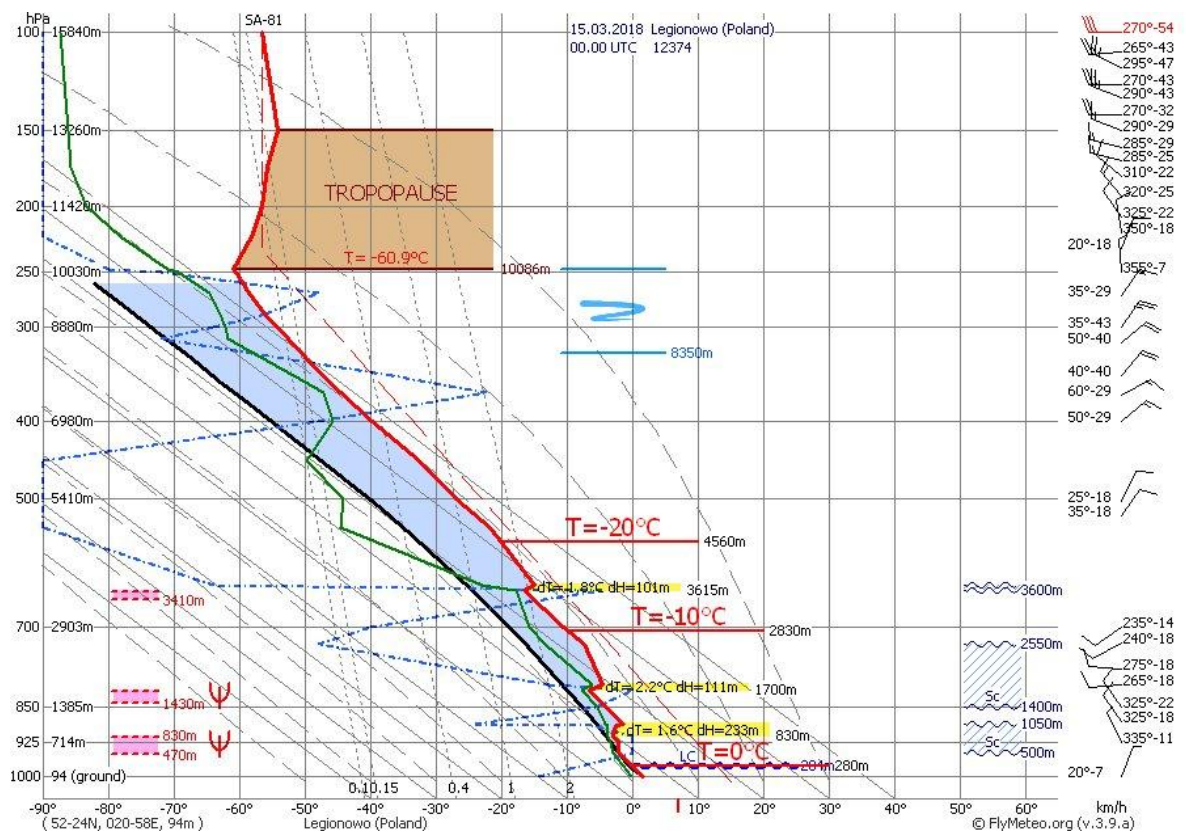
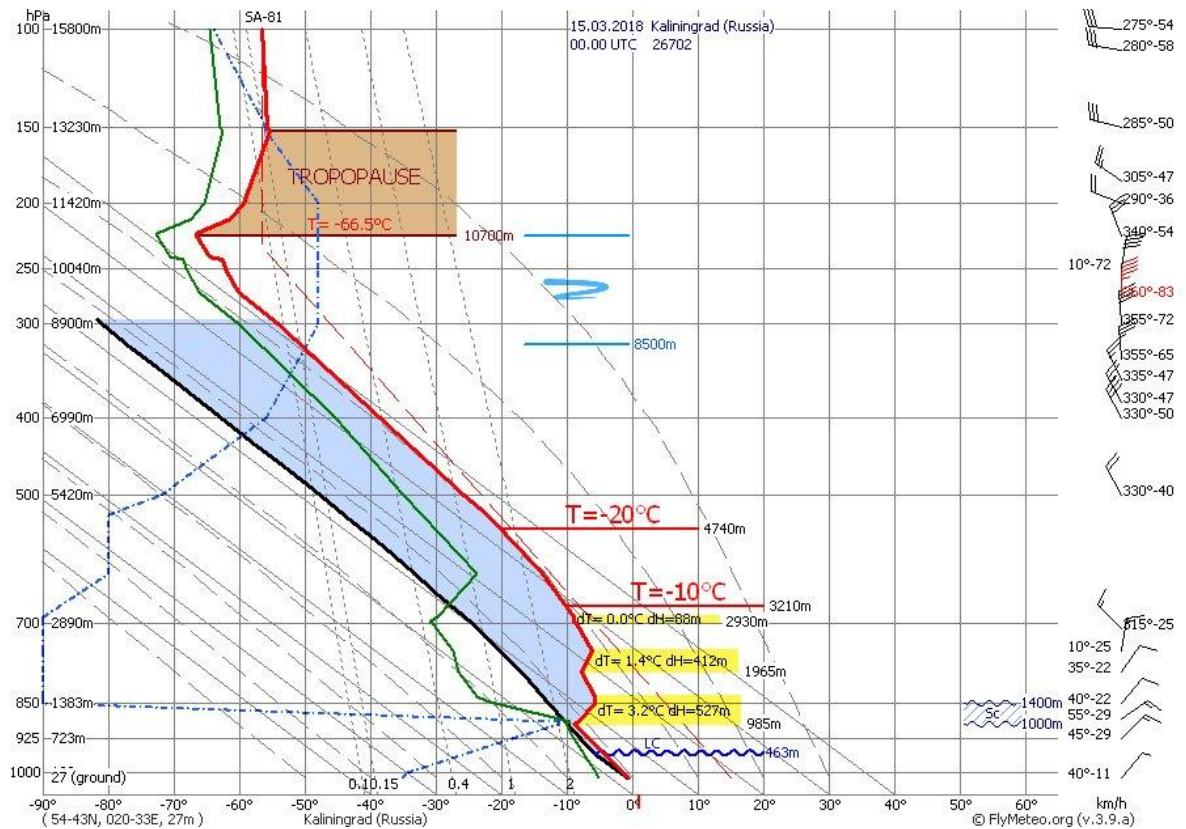
TTBB 15008 16754 00009 11833 11000 14256 22848 03621 33776 01317
 44757 01357 55750 01159 66728 01567 77686 04567 88664 04189 99569 14376
 11551 15185 22544 14589 33415 32172 44396 34967 55380 37349 66376 37758
 77347 42539 88339 43558 99326 46130 11324 46333 22321 46557 33310 48358
 44292 51160 55268 55749 66243 59756 77240 60357 88236 57567 99226 54374
 11214 56574 22169 51182 33156 53581 44131 52783 55103 61379 66100 60979
 21212 00009 19003 11903 27505 22832 29011 33742 28513 44697 26515 55645
 28519 66546 28027 77467 27028 88373 27533 99249 26041 11221 27531 22200
 26037 33186 25033 44172 27532 55163 27030 66138 26038 77107 25027 88104
 24528 99100 25533 31313 41408 82335 41414 11500=

Аэрологические диаграммы (построенные и обработанные автоматически)

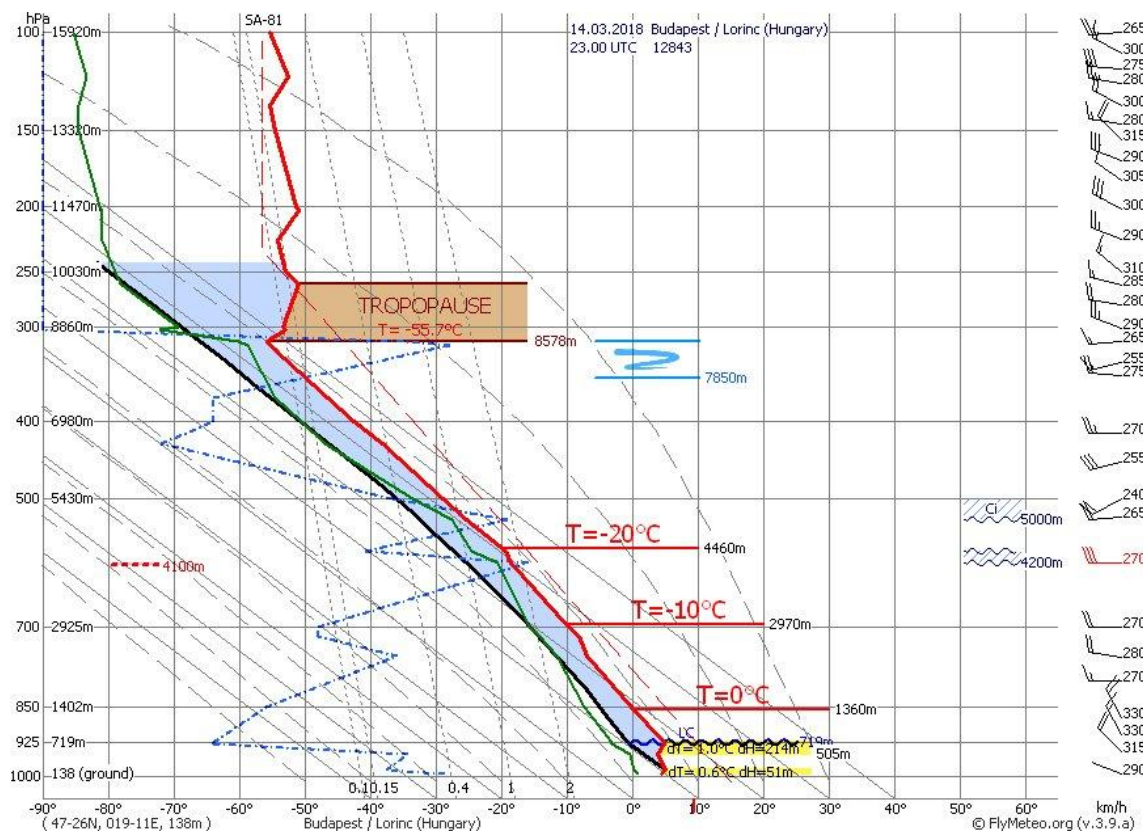
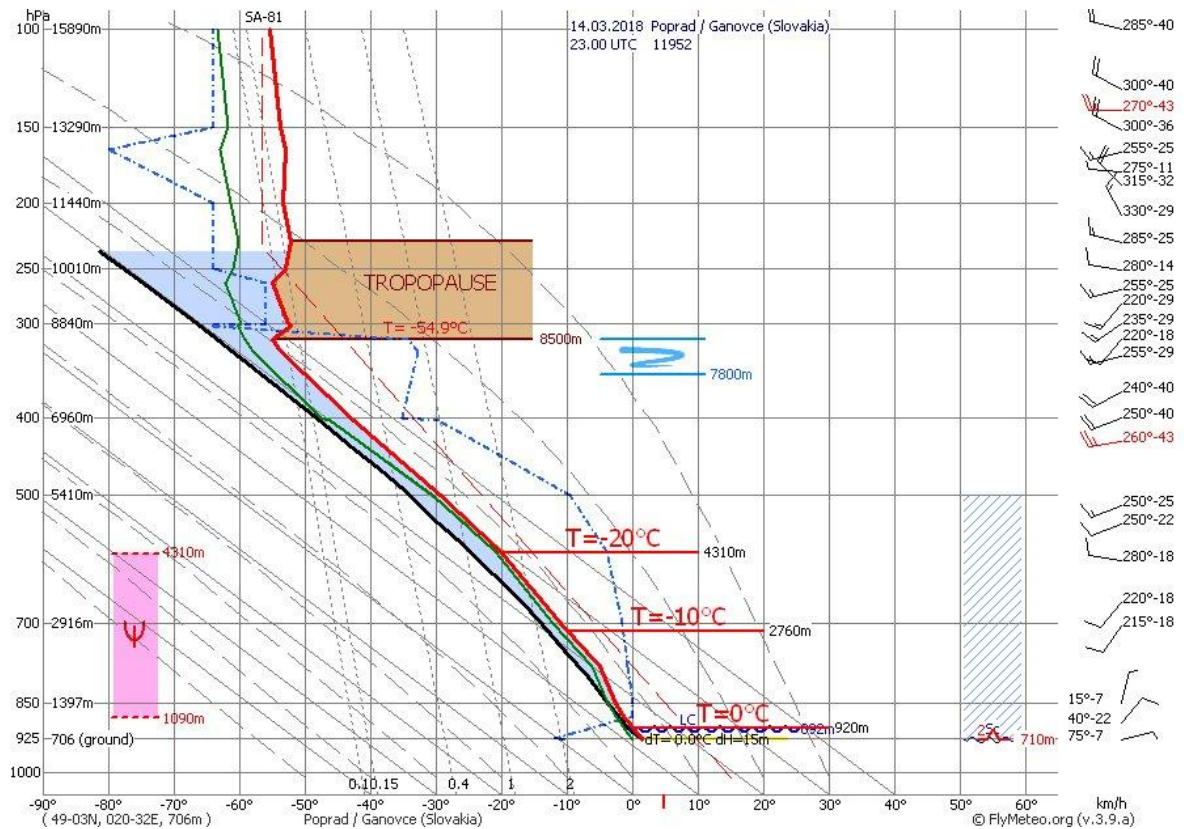
по пунктам пролёта обслуживаемого ВС



Продолжение приложения 9



Продолжение приложения 9



Продолжение приложения 9

