

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Л.Е.Рудельсон

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

ПОСОБИЕ

по проведению практических занятий

*для студентов V курса
специальности 230101
дневного обучения*

Москва – 2004

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кафедра вычислительных машин, комплексов, систем и сетей

Л.Е.Рудельсон

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

ПОСОБИЕ

по проведению практических занятий

*для студентов V курса
специальности 230101
дневного обучения*

Москва – 2004

ББК 0580.03
Р83

Рецензент канд. техн. наук, доцент Вайнейкис Л.А.
Л.Е.Рудельсон

Р83 Программное обеспечение АС УВД: Пособие по проведению практических занятий. – М.: МГТУ ГА, 2004. - 56 стр.

Пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов специальности 220100 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры ВМКСС __.__.04 и методического совета __.__.04.

Редактор

ЛР №020580 от 05.09.01 г.

Печать офсетная
усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ №

Подписано в печать
уч.-изд. л.
Тираж экз.

Московский Государственный Технический Университет ГА

125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Редакционно-издательский отдел

125493 Москва, ул. Пулковская, д.6а

© Московский Государственный Технический
Университет Гражданской Авиации, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....

2.	ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	
2.1.	Предметная область.....	
2.1.1.	Роль и место ПО АС УВД в структуре гражданской авиации..	
2.1.2.	Структура воздушного пространства.....	
2.1.3.	Планирование и координирование ИВП.....	
2.1.4.	Обеспечение разрешительного порядка ИВП.....	
2.1.5.	Организация воздушного движения.....	
2.1.6.	Автоматизированные системы УВД.....	
2.1.7.	Критерий эффективности АС УВД.....	
2.2.	Программное обеспечение АС УВД.....	
2.2.1.	Структура ПО АС УВД.....	
2.2.2.	Системное программное обеспечение.....	
2.2.3.	Ограничения модели использования воздушного пространства.....	
3.	ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ АЛГОРИТМОВ ПО АС УВД.....	
3.1.	Сопровождение библиотеки расписания полетов.....	
3.1.1.	Общие сведения.....	
3.1.2.	Интерфейс взаимодействия персонала с библиотекой РПЛ....	
3.1.3.	Технологическая схема поиска РПЛ.....	
3.1.4.	Активизация библиотеки расписания полетов.....	
3.2.	Анализ и формирование маршрута по плану.....	
3.2.1.	Постановка задачи.....	
3.2.2.	Анализ связи трассы с неизвестным системе аэродромом.....	
3.2.3.	Анализ связи трассы с аэродромом, известным системе.....	
3.2.4.	Анализ наличия общей точки двух трасс.....	
4.	ПРИМЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	
4.1.	Параметры воздушного пространства ростовского района.....	
4.1.1.	Текст страницы «ЦЕНТР».....	
4.1.2.	Соответствие кодов диспетчеров и обозначений секторов.....	
4.1.3.	Текст страницы «ВНЕ ТРАСС».....	
4.1.4.	Географические точки ростовского района УВД.....	
4.1.5.	Подсекторы воздушного пространства ростовского района....	
4.2.	Параметры воздушного пространства читинского района.....	
4.2.1.	Текст страницы «ЦЕНТР».....	
4.2.2.	Соответствие кодов диспетчеров и обозначений секторов.....	
4.2.3.	Текст страницы «ВНЕ ТРАСС».....	
4.2.4.	Географические точки читинского района УВД.....	
4.2.5.	Подсекторы воздушного пространства читинского района.....	
4.3.	Параметры воздушного пространства иркутского района.....	
4.3.1.	Текст страницы «ЦЕНТР».....	
4.3.2.	Соответствие кодов диспетчеров и обозначений секторов.....	
4.3.3.	Текст страницы «ВНЕ ТРАСС».....	
4.3.4.	Географические точки иркутского района УВД.....	
4.3.5.	Подсекторы воздушного пространства иркутского района.....	
5.	АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.....	

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1. Роль и место ПО АС УВД в структуре гражданской авиации. Проектирование программного обеспечения (ПО) требует известных затрат, и следует представлять себе, какие средства способны выделить отрасль и государство на модернизацию и развитие компьютерного оснащения воздушных перевозок. Как и любой другой хозяйственный организм, авиация должна приносить доход, сбалансированный с показателями других отраслей. Исходя из этой посылки, руководство проекта ПО может предварительно оценить возможности финансирования, сравнить прогнозируемый рост рентабельности с другими вариантами вложения средств. Авиапредприятию нередко представляется более выгодным пополнить парк своих воздушных судов (ВС) еще одним самолетом, чем заказывать АС УВД для поддержки диспетчерского персонала. В глазах экономиста ПО представляет собой один из элементов системы, эффективность которого определяется окупаемостью и отдачей каждого вложенного рубля.

Продуктом хозяйственной деятельности авиации являются воздушные перевозки. Как и всякий производственный процесс, этот вид деятельности должен быть *эффективно* организован. Термин *эффективная организация использования воздушного пространства* (ОИВП) определен Воздушным кодексом России [1] как «обеспечение безопасного, экономичного и регулярного воздушного движения» (статья 14). ОИВП включает в себя:

- установление структуры воздушного пространства;
- планирование и координирование использования воздушного пространства (ИВП) в соответствии с государственными приоритетами;
- обеспечение разрешительного порядка ИВП;
- организацию воздушного движения, представляющую собой:
 - обслуживание (управление) воздушного движения (ОВД);
 - организацию потоков воздушного движения (ОПВД);
 - организацию воздушного пространства (ВП) в целях УВД и ОПВД;
- контроль соблюдения федеральных правил ИВП.

ОИВП осуществляется органами единой системы (ЕС) ОрВД России, а также органами пользователей ВП, органами УВД в установленных для них зонах и районах. На всех этапах решения этой важной и сложной задачи деятельность работников гражданской авиации (ГА) поддерживается средствами ПО.

1.2. СТРУКТУРА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА. Формализация любого процесса требует структурирования среды, в которой он развивается. Такому упорядочению при математическом отображении подвергается и ВП страны. Для лучшего понимания задачи достаточно сравнить ее с заданием

структуры автомобильных и железнодорожных магистралей. Весь объем пространства, в котором выполняются полеты ВС, пронизывается трассами, соединяющими аэродромы. Трасса столь же реальна, как автострада или железная дорога, ее «колея» реализована в виде наземного радионавигационного оснащения рейсов. Это, прежде всего, радиомаяки, установленные в особых пунктах трассы, чаще всего – в точках изменения направления полета, называемых пунктами обязательных донесений (ПОД). ПОД как бы разделяют трассу на участки. Согласно технологии УВД, экипаж ВС в своем движении по маршруту устанавливает курс на очередной ПОД. По его достижении пилот докладывает диспетчеру о факте перехода на следующий участок и берет курс на следующий ПОД.

В целях эффективной ОИВП сеть воздушных трасс государства должна быть, во-первых, привязана к местности. В противном случае невозможно рассчитать штурманский план полета, т.е. траекторию движения ВС с указанием моментов и высот пролета каждого ПОД. Во-вторых, на сети трасс должно быть осуществлено строгое разделение ответственности за аэронавигационное обслуживание рейсов. ВП России разделено по критериям пропускной способности и географического положения на семь основных зон и четыре вспомогательные зоны полетной информации. Зоны делятся на районы, которые, в свою очередь, делятся на секторы УВД. Юридическую ответственность за обслуживание полетов несут именно диспетчеры секторов УВД.

Для математического отображения структуры системы используются базовые параметры, или элементы ВП, называемые географическими точками. Параметр представлен в ПО картографическими координатами и рядом производных и вспомогательных характеристик. С их помощью указываются не только точки стояния радиомаяков, аэродромов, наземных источников измерений, но и замкнутые ломаные линии границ секторов, районов, зон полетной информации. Другой базовый параметр – подсекторы ВП – необходим системе для указания соответствия участка трассы, на котором в процессе движения находится ВС, должностному лицу, управляющему этим полетом. Подсектор является объемным элементом и представляет собой прямоугольную призму, разделенную на высотные слои плоскостями, параллельными основанию. Каждый слой поставлен в соответствие коду диспетчера сектора.

Модель ВП России достаточно подробно анализируется в курсе лекций по дисциплине «ПО АС УВД» [2]. В настоящем изложении необходимо подчеркнуть функциональное назначение двух базовых, или опорных, параметров системы. Географические точки необходимы для привязки всех других элементов ВП к земной поверхности. Подсекторы необходимы для правильного распределения полетной информации должностным лицам системы и установлении их ответственности за обслуживание полетов в конкретные периоды времени.

На основе базовых параметров строятся описания элементарных параметров ВП – аэродромов, ПОД и других особых точек системы. В

логической схеме базы данных (БД) полетной информации установлены соответствующие ссылки на их описания. Каждая точка траектории полета в каждый момент времени его совершения сопоставлена своему трехмерному местоположению, измеренному или прогнозируемому, с указанием конкретного должностного лица, управляющего движением ВС. В описании элементарных параметров структуры ВП задаются, помимо указанных ссылок, их технологические характеристики, определяющие уникальную роль каждого из них в процессе УВД.

Полноту представления структуры системы в ПО обеспечивают комплексные параметры ВП – трассы, стандартные маршруты движения в районе аэродрома, основные аэродромы и секторы УВД. Описывающие их реляционные таблицы БД содержат ссылки на соответствующие элементарные параметры. Характеристики трасс предоставляют ПО сведения о правилах производства полетов на участках между ПОД. Указаны данные о связях трассы с регионами УВД мирового сообщества, а также о связях с аэродромами России по маршруту следования. Описания маршрутов в районе аэродрома диктуют ограничения на движение в сложной структуре его ВП. Это зоны ожидания, коридоры выхода на трассу при вылете и схода с трассы при посадке. Основные аэродромы характеризуются описаниями взлетно-посадочных полос, связями с трассами и зонами ожидания, штатом диспетчерского персонала. Атрибуты записей о секторах – системные данные, отображаемые на рабочих местах, в том числе, информация о возможных конфигурациях их объединения и разъединения.

Комплексные параметры необходимы системе для правильной формализации и распознавания сообщений по УВД как исходных данных планирования ИВП [3]. Заявки на полеты и их корректировки циркулируют в виде телеграфных сообщений, содержащих полетные данные, указанные, в основном, обозначениями комплексных параметров. Они дают возможность ПО правильно построить маршрут, учитывая действующую аэронавигационную информацию, рассчитать пространственно-временную траекторию рейса, распределить полетные данные по элементам ВП и оценить загрузку каждого из них.

1.3. ПЛАНИРОВАНИЕ И КООРДИНИРОВАНИЕ ИВП в соответствии с государственными приоритетами. Установление структуры ВП позволяет формализовать представление в ПО модели системы для расчета потоков воздушного движения. Однако полученная схема ничего не говорит о порядке ИВП. Объем пространства рассекается коридорами трасс, в которых предписано осуществлять движение ВС, потому что в этих «тоннелях» смонтировано радионавигационное оборудование, и экипажам гарантируется постоянный контроль совершаемых полетов. Очевидно, что понятие «тоннель» в данном случае является абстрактным, что физически любой самолет в своем движении может отклониться не только от его осевой линии, но и выйти за «стенки». Такая ситуация может оказаться следствием ряда причин:

- пилот сбился с курса и нарушил правила ИВП;

- обстоятельства (погода, авария) вынуждают пилота покинуть трассу;
- движение вне трасс предусмотрено специальным полетным заданием.

В любом случае движение в областях пространства вдали от системных средств аэронавигационного обслуживания затрудняет процесс УВД и рассматривается как особая ситуация. ОИВП предписывает ряд мер, сводящих к минимуму риск подобных отклонений и связанных с ними издержек. Во-первых, организационно закрепляется разделение ВП РФ на трассовое пространство и пространство вне трасс. Диспетчеры ГА управляют только полетами на трассах. Ответственность за любые полеты вне трасс несут должностные лица Минобороны. В любых чрезвычайных обстоятельствах, диктующих необходимость для ВС ГА покинуть трассу, включая вынужденную посадку, должно быть осуществлено согласование подобных действий с персоналом УВД вне трасс. Согласуются и обратные переходы. Если появляется необходимость осуществить дальний полет военной авиации, то такие перелеты, как правило, осуществляются с выходом на гражданские трассы, и в точке входа на трассу управление ВС передается диспетчеру трассового сектора.

Планирование и координирование ИВП состоит в четком разделении ответственности секторов на трассах и вне трасс за совершаемые полеты. Заранее устанавливаются вдали от трасс зоны для заводских испытательных полетов, для тренировочных упражнений военных летчиков, для учебных, спортивных и развлекательных мероприятий аэроклубов. Эти зоны классифицируются на постоянно действующие и кратковременные. Первые предназначены, например, для повышения боевого мастерства военнослужащих, для запуска метеорологических летательных аппаратов и связаны с ежедневной работой. Вторые планируются по мере необходимости (специальные задания). Наконец, в чрезвычайных обстоятельствах, координирование ИВП состоит в определенных должностными инструкциями диспетчеров мероприятиях по оказанию помощи ВС (потеря ориентации, бедствие, нападение на экипаж).

1.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРЕШИТЕЛЬНОГО ПОРЯДКА ИВП. Перечислим рассмотренные организационные мероприятия:

- установление многомерной структуры ВП РФ;
- совмещение в одном физическом ВП полетов на трассах и вне трасс;
- решение задачи планирования и координирования ИВП.

Логическим основанием их выполнения становится законодательное введение разрешительного порядка выполнения полетов ВС в России. Сказанное означает, что любой полет в нашем небе должен быть заранее оформлен юридически, согласован с органами контроля ИВП и УВД и *разрешен*, т.е. включен в суточный план. Делается это, во-первых, в интересах безопасности страны, чтобы любой незапланированный рейс по его обнаружении средствами радиолокации, сразу мог привлечь к себе внимание силовых структур. Во-вторых, разрешительный порядок облегчает

разделение ответственности взаимодействующих органов УВД и четкое распределение их функций по обслуживанию полетов. Действующий на территории РФ порядок разрешения следующий.

Эксплуатант (пилот или авиакомпания) представляет в диспетчерский пункт аэродрома (АДП) вылета план полета (*flight-plan* – ФПЛ) и несет ответственность за его содержимое. АДП определяет адреса рассылки плана для передачи его в органы ОВД по всему маршруту и на аэродром назначения. После представления ФПЛ в АДП, экипаж производит вылет даже в том случае, если ФПЛ составлен некачественно, не учитывает действующую аэронавигационную информацию, не поступил в нужный адрес. Проблемы с обеспечением таких рейсов возникают и решаются органами ОВД уже в ходе выполнения полетов. Существующая ситуация имеет ряд негативных сторон:

- непредставление в Главный Центр (ГЦ) ЕС ОрВД значительной доли сообщений о движении ВС, выполняющих регулярные международные полеты, существенно затрудняет реализацию разрешительного порядка ИВП России;

- в случаях поступления некачественной плановой информации требуются значительные усилия по обработке телеграмм во всех органах ОВД, затрагиваемых полетом;

- наряду с непредставлением сообщений, из-за ошибок адресации, в органы ОВД поступает информация о полетах, не затрагивающих их ВП;

- отсутствует механизм обратной связи – влияния со стороны центров ЕС ОрВД на поступающую в органы ОВД плановую информацию, что не позволяет добиваться ее корректности, полноты и своевременности.

Аналогичная ситуация существовала в Европе, США и Канаде 5-7 лет назад и послужила основанием для создания интегрированных систем обработки планов полетов, построенных на двух основных принципах:

- централизация сбора и распространения плановой информации;
- реализация обратной связи с органом, подающим сообщения.

Такая схема позволяет:

- составителям – подавать планы полетов и сообщения, касающиеся их обновления, в единственный адрес ГЦ ЕС ОрВД, а не в органы ОВД по всему маршруту следования;

- однократно (в ГЦ ЕС ОрВД) проверять поступающие сообщения по критериям:

- отсутствие ошибок синтаксиса и семантики формализации сообщений;

- соответствие подаваемых планов действующей аэронавигационной информации;

- выполнение ограничений (отсутствие долгов по оплате аэронавигационного обслуживания, соответствие свидетельству эксплуатанта и т.д.);

- удовлетворение установленных нормативов пропускной

способности систем ОВД;

- соблюдение регламента (последовательности и сроков подачи) сообщений;

- централизованно направлять отредактированные сообщения в необходимые адреса на территории РФ, установленные руководящими документами, а также в адреса, указанные подателем сообщения дополнительно;

- при положительном результате проверки направлять подателю плана полета сообщение об утверждении плана полета.

При обнаружении ошибок, поддающихся исправлению, специалисты централизованной службы планирования (ЦСП) полномочны устранять их и включать скорректированный текст в ответное сообщение, чтобы информировать подателя, в каком виде план полета принят системой. Пользователь может не согласиться с исправлениями и представить новый вариант. Если же обнаруженные ошибки носят критический характер или не интерпретируются однозначно, ЦСП оповещает составителя о непринятии плана с указанием «неустраняемых» ошибок. Тогда заявка на полет формируется эксплуатантом заново с учетом полученных разъяснений.

Централизация, как ожидается, позволит добиться поступления в систему ОВД качественной, непротиворечивой, целостной и полной плановой информации. Для авиакомпаний будет гарантирована «прозрачность» в принятии решений по планированию воздушного движения, улучшена их осведомленность по вопросам обеспеченности полетов, предоставлен унифицированный сервис по планированию, приняты меры по снижению задержек. Упростится взаимодействие с центром организации потоков Евроконтроля и командным центром системы ОВД США. Однако проектирование и внедрение централизованной обработки планов полетов выдвигают ряд организационных, инженерных и теоретических проблем, часть которых обсуждается ниже. В первую очередь – это построение эффективного инструмента для оптимизации ИВП. Подход к ее решению изложен в [2]. Рассмотрен метод составления бесконфликтного плана ИВП, позволяющий удовлетворить максимальное количество N заявок с учетом государственных приоритетов при выполнении ограничений на показатели безопасности, экономичности и регулярности полетов, а также на потребляемые компьютерные ресурсы. Основу метода составляет построение и анализ рельефа загрузки ВП России по результатам централизованной обработки плановой информации. Его применение касается следующего этапа ОИВП.

1.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ представляет собой комплекс мероприятий, направленных на достижение наилучших показателей деятельности ГА. Выше названы его составляющие, причем приведенные формулировки настолько созвучны наименованиям компонент ОИВП, что становятся необходимыми дополнительные разъяснения. Чем, например, отличается подробно рассмотренный нами термин «структура ВП» от вновь появившегося «организация ВП в целях УВД и ОПВД»? –

Вспомним, что понятие «организация» означает не только «схема», но и отглагольное «обеспечение». В задачи ОрВД входит не установление структуры, она уже задана на этапе ОИВП, а согласование действий авиации различных ведомств в рамках многомерной структуры ВП России. В качестве примера можно говорить о маршрутах полетов вне трасс с пересечениями трассового пространства. А дополнение «в целях УВД и ОПВД» говорит о том, что координация должностных лиц секторов на трассах и вне трасс должна производиться как на этапе непосредственного управления, так и на предшествующих ему этапах ОрВД.

Важным шагом к достижению максимального хозяйственного эффекта воздушных перевозок является решение задачи оптимального ИВП. С этой целью в ГА осуществляется планирование и регулирование потоков ВС. Специфика авиaperезовок такова, что оптимальный по любому критерию план начинает устаревать и терять свою эффективность с момента составления вследствие как изменения объективной ситуации, так и воздействия человеческого фактора. Многократно переносятся вылеты чартерных рейсов, по техническим и погодным условиям задерживаются регулярные полеты, опасные метеоявления заставляют отказываться от экономичных направлений. Кратковременные режимные ограничения нередко вводятся уже в процессе реализации плана. Одновременно появляются срочные заявки на полеты вне расписания. Подобные причины приводят к скептической оценке роли оптимальной модели ИВП.

Результатом является использование в задачах планирования полетов критерия, производного от рентабельности. Экономическая эффективность авиации в среднем зависит от количества выполняемых рейсов, за обслуживание которых с авиакомпаниями взимаются аэронавигационные сборы. Для роста привлекательности воздушного транспорта в глазах его пользователей необходимо выдержать несколько условий. Во-первых, должна быть обеспечена безопасность полетов, недостаточный уровень которой может привести к невосполнимым потерям авиакомпаний и заставить потребителей пользоваться другими видами транспорта. Во-вторых, следует стремиться к сокращению издержек владельцев ВС, т.е. обеспечить экономичность их полетов, своевременно предоставляя экономически выгодные маршруты и эшелоны. Наконец, нужно свести к минимуму вероятность диспетчерских ошибок, т.е. обеспечить им равномерную, без пиков и спадов во времени, загрузку ВП.

Критерием оптимального планирования в ГА является максимально возможное количество удовлетворенных заявок на ИВП, т.е. заявок, включенных в сводный план ИВП, при ограничениях на уровень безопасности, экономичность и регулярность полетов. Еще одно ограничение накладывается самой постановкой задачи – учет государственных приоритетов. Согласно [3], рейсы руководителей государства, имеют предпочтения в обслуживании. Наверху шкалы приоритетов расположены спасательные рейсы в районы стихийных бедствий, рейсы силовых ведомств и т.д. Свое место в иерархии имеют рейсы по расписанию, вахтовые,

чартерные и другие. Очевидно, что качественное решение задачи оптимизации ИВП невозможно без применения компьютерных технологий.

Уровень безопасности на этапе планирования определяется соблюдением:

- интервалов времени попутного следования ВС на одном эшелоне;
- интервалов времени пролета ими общих точек пересекающихся трасс на одном эшелоне;
- загрузкой элементов ВП.

Минимально допустимый промежуток времени для рейсов по расписанию составляет десять минут. Выбор экономичного маршрута облегчается для ПО тем, что для каждого типа ВС изготовитель рекомендует значение крейсерской высоты полета, а описания кратчайших путей из любого аэродрома в любой другой сведены специалистами в Каталог зарегистрированных маршрутов России. По существу, на этапе ОПВД должна решаться лишь задача поддержания регулярности движения. Распространенными инструментами ПО, используемыми в целях ОПВД, являются средства выработки рекомендаций о задержке вылета, о смене эшелона полета или об использовании обходных маршрутов.

Завершающим этапом ОрВД является обслуживание воздушного движения. Для понимания его задач необходимо четко разграничить взаимосвязанные понятия «аэронавигационное обслуживание» и «управление потоками» ВС. Первое означает решение задачи местоопределения (определение пространственного местоположения) и курса движения каждого ВС в последовательные дискретные моменты времени, в результате которого при необходимости производятся акты регулирования параметров полета. Второе относится не к конкретным ВС как к частным объектам, а к их общей совокупности в динамике пространственно-временного взаимного положения, составляющей поток воздушного движения. Руководствуясь измеренными значениями координат и курса каждого ВС, участвующего в движении общего потока, прогнозом (планом) развития воздушной обстановки, метеорологической информацией и знанием структуры ВП, можно предсказывать складывающуюся ситуацию и управлять ею в целях обеспечения безопасности и рентабельности авиаперевозок.

Для решения задачи аэронавигационного обслуживания система УВД оснащается необходимыми техническими средствами: сетью связи, наземными, бортовыми и космическими средствами координатных (в том числе угловых) измерений, вычислительными комплексами и т.д. Решение общей задачи – управления потоками ВС – осуществляет специально подготовленный диспетчерский персонал. Именно на диспетчера ложатся все недочеты предыдущих этапов ОИВП, от несовершенства нарезки структуры ВП и достаточно инерционных процедур координирования до ошибок планирования и метеопрогнозов. Для поддержания профессиональной деятельности диспетчера создаются АС УВД и ПО этих систем. Зачастую эти важнейшие понятия формулируются студентами нечетко и нуждаются в

дополнительном обсуждении.

1.6. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УВД. Любая сложная техническая система относится к классу объектов, краткое и емкое определение которых способно дать лишь самое общее, если не тривиальное, представление о предмете. Наглядным примером является энциклопедическое определение АС УВД как совокупности математических методов, технических средств (вычислительных, передачи данных, отображения информации и т.д.) и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным процессом в соответствии с заданной целью. На самом деле это понятие охватывает все существующее разнообразие АСУ. Дальнейшая детализация исходит из анализа признаков функционального назначения процесса, пропускной способности системы и размера территории (пространства), на которой разворачивается АСУ. Существенным признаком является время реакции на события, составляющие управляемый процесс. Если требуется, чтобы реакция на изменение состояний контролируемых объектов была такова, чтобы обеспечить: своевременное прохождение информации, выработку решений и эффективное воздействие на ход процесса, то такие АСУ принято относить к классу работающих в реальном масштабе времени. Отметим, что в приведенной формулировке отсутствуют конкретные ограничения. Они зависят от скорости протекания процессов. Система должна «успевать» за управляемым процессом, и если изменения его состояний происходят в темпе смены сезонов года, то к соответствующей АСУ предъявляются требования обеспечить аналогичные показатели.

АС УВД относятся к классу жестко регламентированного режима реального времени, с высокой реактивностью на входной поток данных. Время доведения информации о состоянии процесса до удаленных абонентов должно составлять секунды, время обработки поступающих кодограмм сообщений – миллисекунды, время принятия решения и его доведения до исполнителей – секунды. Технические средства этой территориальной системы могут разворачиваться на поверхности земли площадью в сотни тысяч квадратных километров. Радиолокационные комплексы, предназначенные для наблюдения движущихся ВС, удалены друг от друга и от центра управления на сотни километров и сопряжены с ним среднескоростными телекодowymi трактами передачи данных. Приемопередающие центры, через которые осуществляется связь с ВС, связаны с диспетчерами телефонными каналами и т.д.

Напомним еще один распространенный признак классификации АСУ – по степени автоматизации решаемых задач. В *автоматических* системах все процессы сбора, обработки, хранения, анализа и отображения информации, принятия, корректировки или отмены решений, доведения команд до исполнителей, контроль результата и другие операции осуществляются автоматически без участия человека. Роль оператора сводится здесь к наблюдению за состоянием системы, к контролю ее функционирования. Напротив, в *автоматизированных* системах на человека возлагаются задачи,

которые решаются не чисто математическими методами, а эвристически, путем оценки неформализуемых факторов и обстоятельств, с использованием опыта и интуиции оператора – участника и главного действующего в процессе управления лица. Аппаратура автоматизации и ПО лишь готовят необходимые данные и представляют их в удобном для восприятия виде, в частности, в виде рекомендаций (подсказок) по вмешательству в контролируемый процесс (регулированию). Системы, в которых для выполнения заданной цели взаимодействуют технические средства, информационные технологии и человек, принимающий управляющие решения и несущий юридическую ответственность за их последствия, называют *эргатическими*.

1.7. КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АС УВД. Как и для всех других элементов ЕС ОрВД, эффективность системы управления определяется экономической целесообразностью ее работы. Напомним, что повсеместное распространение автоматизации не является самоцелью, а лишь служит поддержкой профессиональной деятельности человека как высшего звена в контуре управления. И целевым критерием эффективности на этапе диспетчерского обслуживания воздушного движения считается обеспечение требований по безопасности, экономичности и регулярности полетов ВС. Все эти три условия неразрывно связаны между собой и влияют на рентабельность авиаперевозок.

Зависимость экономических показателей от уровня безопасности очевидно. Каждое летное происшествие, помимо невосполнимых человеческих потерь, приводит к резкому снижению популярности воздушного транспорта. Потребители, от которых зависит окупаемость вложений, предпочитают пользоваться другими возможностями. Не случайно после терактов 11 сентября 2001 года многие авиакомпании во всем мире потерпели крах. Второе ограничение, учитываемое целевым критерием, распространяется не на всю систему ОИВП, а лишь на конкретный этап непосредственного управления. Деятельность системы должна минимизировать издержки авиакомпаний при выполнении рейсов. Каждая задержка вылета, или переход на неэкономичные высоты и обходные маршруты, или кружение в зоне ожидания, как и направление на запасные аэродромы, форсажные режимы, другие нештатные ситуации, приводят к перерасходу горючего и ресурса ВС, снижают комфорт пассажиров и привлекательность воздушных путешествий. Наконец, отсутствие ритмичности, нерегулярность следования ВС в потоке, даже при соблюдении среднего показателя пропускной способности, сглаживающего пики и спады загрузки диспетчера, порождает стрессовые ситуации. В периоды перегрузки человек не в состоянии правильно оценить обстановку и принять верное решение. Повышается вероятность диспетчерских ошибок, одного из показателей безопасности полетов.

Формально целевой критерий эффективности описывается аддитивным функционалом, устанавливающим зависимость риска летного происшествия в системе от вероятностей потери целостности ее элементов и связей.

Учитываются ограничения на экономичность и регулярность полетов. Каждый член аддитивного критерия представляет собой количественное выражение вероятности успешного выполнения функций, определенных для конкретной подсистемы. Детальность представления зависит от цели исследования. В самом общем виде рассматриваются оценки наземной, бортовой и космической составляющих АС УВД. Более тонкий анализ дробит самолетный сегмент на приборную и пилотажную части, космическую группировку – на средства спутниковой навигации, состояние атмосферы, помехозащищенность связи и т.д. Аналитические выражения для оценки эффективности являются следствиями известных положений теории случайных процессов, однако, обычно строятся эмпирически, а не как результат вывода. Трудности учета стохастических факторов работы системы, не поддающихся формализации, упрощают строгие модели до такой степени, что полученные формулы способны дать лишь самые общие оценки.

2. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ АЛГОРИТМОВ ПО АС УВД

2.1. СОПРОВОЖДЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ РАСПИСАНИЯ ПОЛЕТОВ

2.1.1. *Общие сведения.* Библиотека расписания полетов представляет собой таблицу стандартных (регулярных, повторяющихся) планов полетов (РПЛ), предназначенную для ежедневного автоматического пополнения средствами системы сводного суточного плана данными о рейсах по расписанию. Ввод и корректировка данных в библиотеке осуществляются:

- вручную с рабочих мест группы организации потоков с помощью алфавитно-цифровой клавиатуры и функций (клавишных или из выпадающего меню) «Новый РПЛ» и «ПОИСК»;
- по утверждению диспетчерами той же группы поступившего из сети авиационной наземной сети передачи данных сообщения РПЛ.

Система воспринимает ввод нового или редактирование устаревшего РПЛ как обычный план полета, требующий расчета, и производит его полную обработку по единообразной (унифицированной для любого плана полета) схеме:

- форматно-логический контроль текста сообщения;
- анализ и формирование маршрута полета по плану;
- расчет пространственно-временной траектории полета;
- распределение плановой информации по элементам структуры ВП.

В противном случае, если полная обработка откладывается до этапа формирования суточного плана ИВП, становится возможным появление в библиотеке заявок, которые не смогут быть автоматически преобразованы в предварительные планы полетов (ППЛ) в процессе ежесуточной процедуры активизации расписания. Включенные в библиотеку планы автоматически удаляются из БД по истечении срока действия. Обеспечивается вызов на отображение любого плана или совокупности планов по нескольким

критериям (ключам) поиска. Это номер рейса, аэродромы вылета и назначения, дни недели действия РПЛ, сроки действия. При вызове на отображение нескольких планов, удовлетворяющих заданным в запросе ограничениям, их подборка сортируется по возрастанию лидирующих символов номеров рейса по расписанию.

Библиотека расписания доступна для просмотра на рабочих местах групп планирования и управления в секторах на трассах и вне трасс. Предоставляется возможность ручного преобразования любого РПЛ в ППЛ или в зарегистрированный план полета (ФПЛ). Ассистент группы организации потоков с помощью подфункций функции «ПОИСК» имеет возможность вручную изменять, копировать и удалять из БД любой РПЛ. Рассмотрим основные требования к функциональным характеристикам ПО сопровождения библиотеки расписания полетов.

Рис. 2.1. Форма для вызова на отображение страницы РПЛ

взаимодействия диспетчера с системой. Простой SQL-запрос позволяет выдать на экран подборку планов, удовлетворяющих заданным ограничениям. Однако в системах УВД важнейшим является требование минимального времени реакции, которое приводит к необходимости

2.1.2. Интерфейс взаимодействия персонала с библиотекой РПЛ. Многочисленные примеры форм для ввода и отображения информации приведены в [2]. Воспроизведем две наиболее важных. На рис. 2.1 представлена форма для запроса РПЛ по заданным критериям поиска, на рис. 2.2 – форма для ввода и отображения страницы РПЛ. Не нужно пояснять, что любая фирменная БД способна настраиваться на специфику

Рис. 2.2. Фрагмент страницы РПЛ с внесением изменений в поля плана

доработки ПО для обеспечения возможности мгновенного ответа на запрос.

Традиционный подход к этой задаче состоит в отказе от организации поиска записей о планах полетов, которые необходимо вызвать на отображение. В оперативной памяти при начальной загрузке системы формируется массив составных ключей по каждой из них. Значения ключей обновляются по мере ввода новых РПЛ, удаления устаревших или корректировки сопровождаемых планов. В момент запроса ПО составляет соответствующую ему маску и последовательно накладывает ее на составные ключи хранящихся планов. Номера записей, по которым установлено совпадение значений, передаются БД для формирования ответа. Таким образом, универсальная технологическая схема выбора необходимой информации остается неизменной, однако этап составления ключей по каждой записи вытесняется на стадию запуска системы, а в процессе

оперативной работы используются результаты этого этапа.

2.1.3. *Технологическая схема поиска РПЛ.* На этапе запуска системы производится последовательный просмотр библиотеки повторяющихся планов, и по каждой записи формируется ее составной ключ, содержащий поля стандартного плана, подлежащие проверке. Все они представлены на рис. 2.1. Создается строка, содержащая информацию о номере рейса, аэродромах вылета и назначения, днях и сроках действия РПЛ, представленная на рис. 2.3.

<i>номер рейса</i>	<i>аэродром вылета</i>	<i>аэродром назначения</i>	<i>дни недели действия</i>	<i>начало действия</i>	<i>окончание действия</i>
--------------------	------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------	---------------------------

Рис. 2.3. Составной ключ поиска в библиотеке повторяющихся планов

В процессе программирования рассматриваемой функции возникает ряд несложных проблем, на которые следует обратить внимание. Простейшее решение о форме представления составного ключа заключается в тривиальной переписи в создаваемую строку символов (в массиве ключей) соответствующих полей плана полета. Приведем пример текста РПЛ в установленном формате:

3.РПЛ 7.ВА111 9.ИЛ96 13.УУВВ1000 15.К0900С0900 В12 16.УРСС 0200 18.ЕЕТ/УРР30100 ДНИ НЕДЕЛИ 1234567 СРОК С 010104 ПО 300604

Чтение плана: тип сообщения РПЛ (рейс по расписанию), номер рейса ВА111, тип ВС ИЛ-96, аэродром вылета Внуково, время – 10 часов (всемирное скоординированное время), крейсерская скорость 900 км/час, запрошенный эшелон полета 9000 метров, маршрут по трассе В12, аэродром назначения Адлер, истекшее расчетное время в полета – два часа, дни действия в течение недели – ежедневно, начало срока действия плана – 1 января 2004 года, окончание срока действия – 30 июня 2004 года.

Содержимое составного ключа, соответствующее примеру:

ВА111	УУВВ	УРСС	1234567	010104	300604
-------	------	------	---------	--------	--------

В момент запроса данного плана полета ПО получит с рабочего места текстовую информацию, содержащуюся в полях формы рис. 2.1, сформирует точно такой же составной ключ и найдет соответствующую запись в массиве поиска. Однако если запрос окажется не столь конкретным, возникнет неоднозначность. Например, пользователь потребует отобразить все рейсы авиакомпании Внуковские авиалинии на 14 марта 2004 года. В таких случаях обрабатывающая программа должна сформировать составной ключ, в котором номер рейса должен представляться комбинацией с лидирующими символами ВА (код авиакомпании) и произвольными значениями замыкающих символов – масками. Далее, при анализе срока действия необходимо учитывать, чтобы его начало оказалось во времени не позднее заданной даты, а окончание – не раньше нее. При этом указанная дата должна оказаться такой, чтобы соответствующий ей день недели совпадал с одним из указанных в поле «дни недели». Все ситуации подобного рода должны анализироваться программистом на этапе разработки технического

задания. Упрощенная блок-схема алгоритма поиска представлена на рис. 2.4.

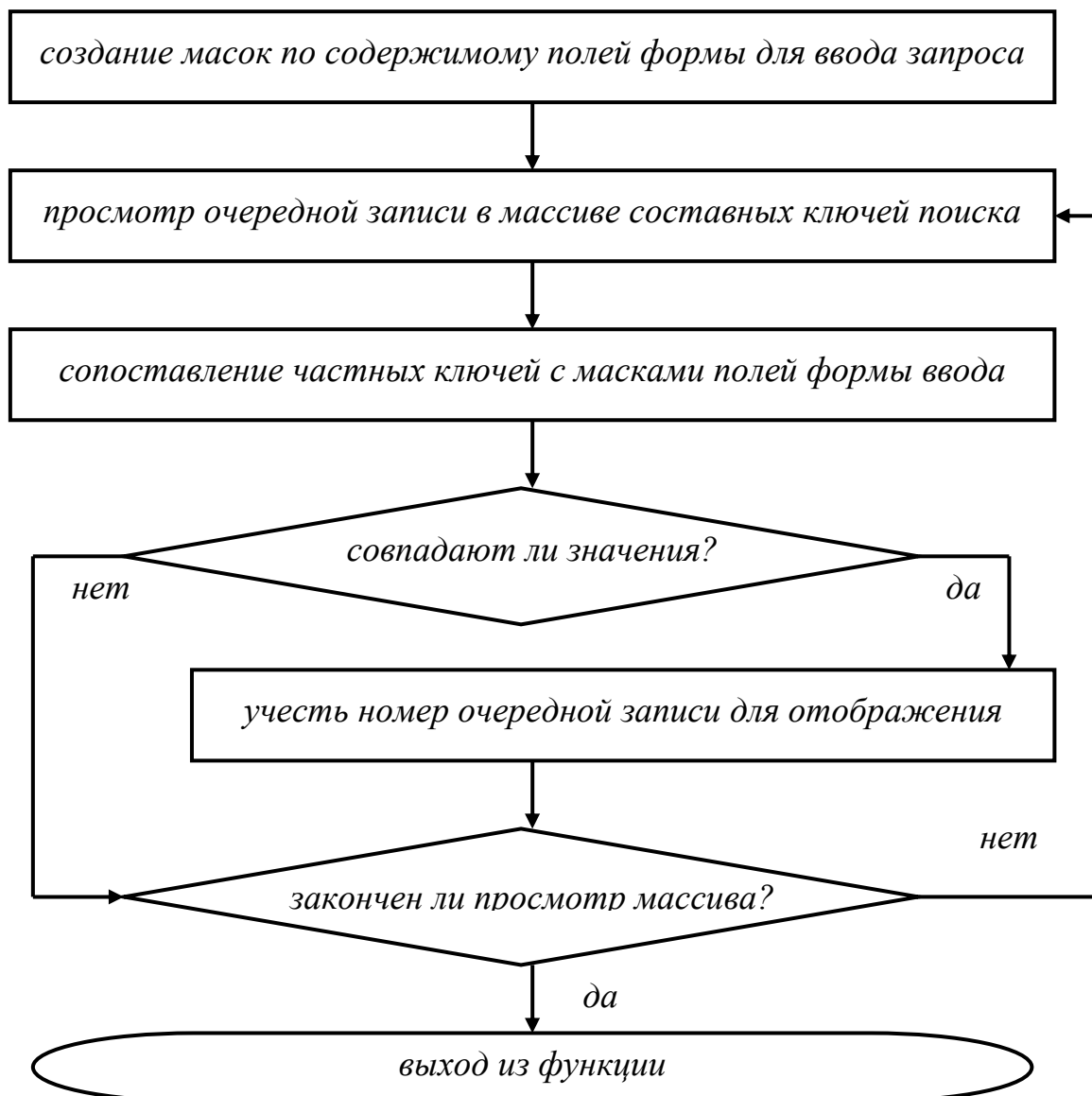


Рис. 2.4. Упрощенная схема алгоритма поиска записей по составному ключу

Другим негативным моментом рассмотренного простейшего решения является неэкономный расход памяти. Ее расход можно уменьшить, если ввести специальную кодировку данных составного ключа.

2.1.4. *Активизация библиотеки расписания полетов.* Ежедневно, в установленное время, ПО по сигналу от таймера включает процедуру активизации РПЛ. Задача состоит в том, чтобы обнаружить в библиотеке планы, рейсы по которым должны состояться на протяжении следующих суток, и преобразовать их в предварительные планы ППЛ, входящие в сводный суточный план ИВП. Необходимо создать новую запись о плане, в которой воспроизводятся все данные исходного РПЛ, и появляется новая информация. Изменяется поле «Тип сообщения» – вместо «РПЛ» его значение устанавливается в «ППЛ». Добавляется дата полета, а также ряд других данных. Сформулируем требования к функциональным характеристикам процедуры активизации расписания.

Процедура должна включаться ОС либо в штатном режиме по прерыванию от таймера, либо как очередной шаг технологической схемы перезагрузки системы при ее восстановлении после отказа. В обоих случаях должен формироваться массив составных ключей поиска по каждому преобразуемому РПЛ, а соответствующий ППЛ должен вводиться в суточный план полетов. Должна быть предусмотрена процедура анализа имеющегося файла СП. Цикл просмотра хранящихся в нем записей должен организовать выполнение действий, поясняемых блок-схемой процедуры активизации, представленной на рис. 2.5

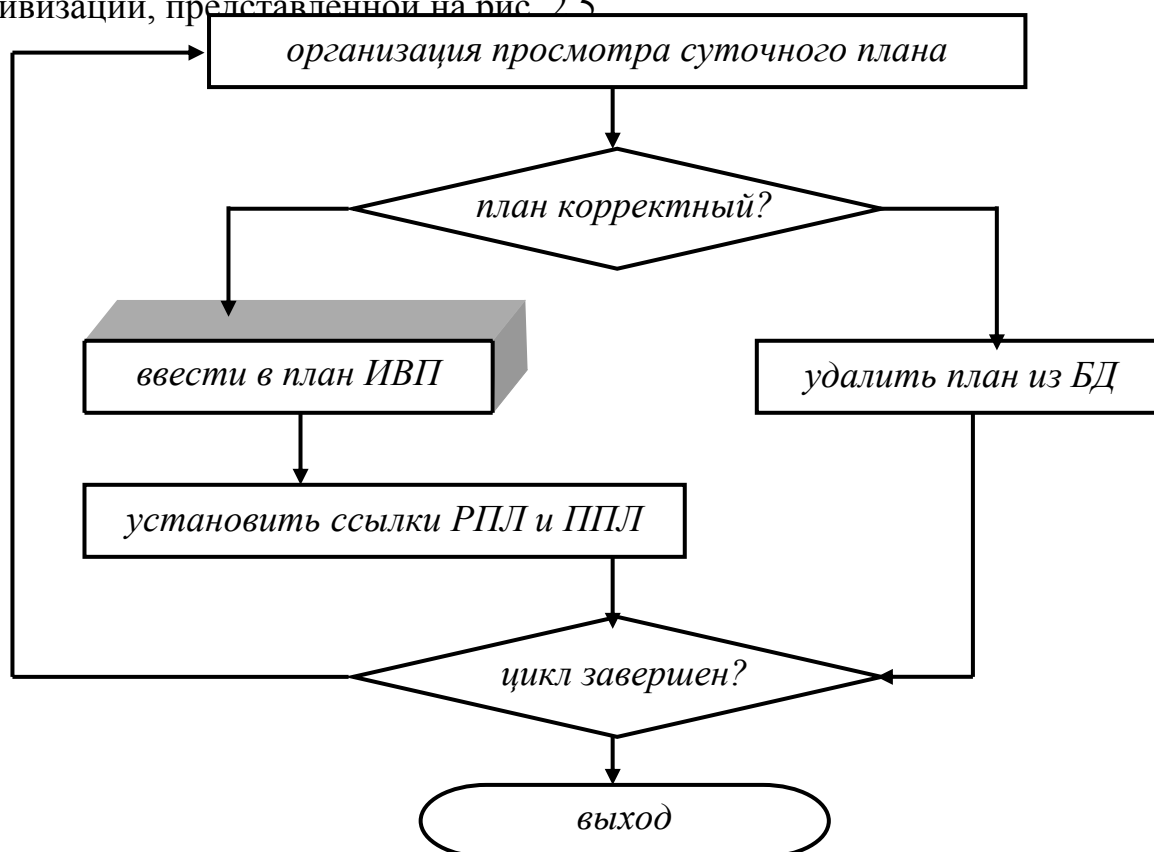


Рис. 2.5. Упрощенная блок-схема процедуры активизации расписания

Проверка корректности плана полета, помимо контроля ссылочной целостности и других ограничений ПО, должна содержать специфические функциональные элементы. Если анализируется план на следующие сутки, нужно установить завтрашнюю дату с учетом длины месяца, високосного года и т.д. Несовпадение вычисленного значения с указанным в заявке на полет служит основанием для ее удаления. Для плановых сообщений текущего дня должна организовываться проверка времени окончания полетов. Согласно существующей технологии УВД, зарегистрированные планы ФПЛ должны удаляться из БД спустя пять часов после расчетного времени завершения, а предварительные (ППЛ) – через 12 часов. Не должны повторно активизироваться планы по расписанию, которые были преобразованы в ППЛ до перезапуска. Они должны предстать в том виде, в котором хранились в БД до отказа системы. Высока вероятность того, что их содержимое подвергалось корректировке диспетчерами, и эти изменения необходимо восстановить. Если же соответствующие планы при перезагрузке

активизировать заново из библиотеки РПЛ, то все модификации данных будут потеряны.

Детализируем описание процедуры включения ППЛ в сводный суточный план, выделенной на блок-схеме рис. 2.5 объемным элементом. Она используется как для обработки планов, поступающих из телеграфной сети или вводимых с рабочих мест, так и при активизации библиотеки расписания. Должны быть выполнены следующие действия. Для РПЛ необходимо заменить значение поля «тип сообщения» на "ППЛ", в поле 18 ввести дату действия плана полета. После этого преобразования дальнейшая обработка не делает различий между указанными типами плановых сообщений.

Должен быть сформирован составной ключ поиска ППЛ в файле СП. Последовательно упаковываются критерии поиска, незначительно отличающиеся от ключей для РПЛ по составу. Это значения номера рейса по плану и типа ВС, аэродромов вылета и назначения, как и для организации поиска в библиотеке расписания. Дополнительно, для ускорения поиска при формировании списков, упаковываются обозначения затрагиваемых маршрутом секторов и ПОД, коды статуса полета и состояния плана. Укрупненная блок-схема процедуры приведена на рис. 2.6. Приведем, кроме того, текст на языке 'С', разработанный студентами на практических занятиях.

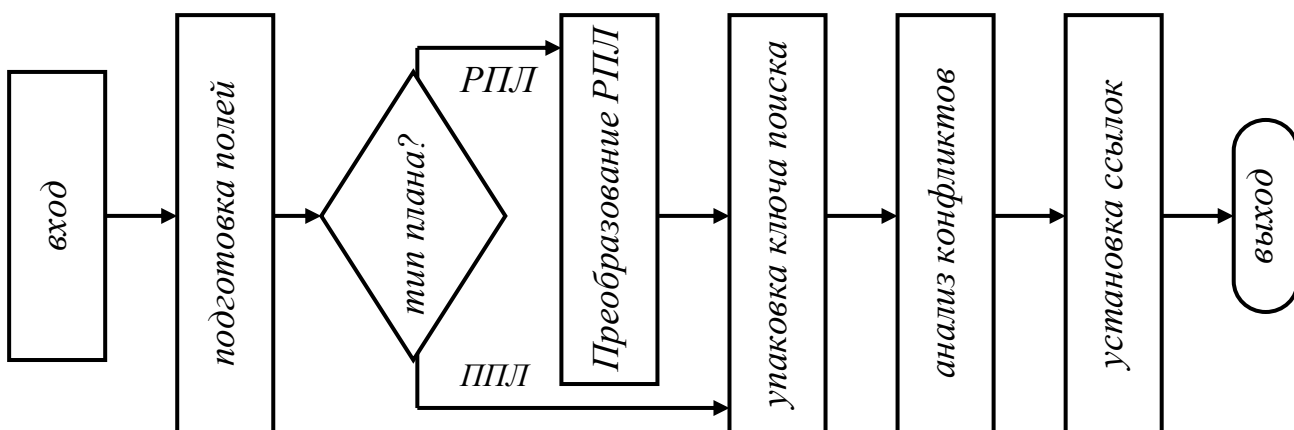


Рис.2.6. Упрощенная блок-схема процедуры включения заявки в план ИВП

```

/* ***** KEYCON ***** */
/* Функция keycon( ) предназначена для организации процесса формирования */
/* ключей поиска исходных планов полетов в сводных суточном и текущем */
/* планах использования воздушного пространства */
/* ***** */

```

```
long keycon(void)
```

```

/* ***** */
/* ***** подготовка поля формирования ключей ***** */
for (i=0; i<8; i++) /* цикл по элементам поля ключей */
    cpa[i]=0; /* обнуление элементов ключа */

```

```

frncp=ppl07->n_block; /* номер плана в базе данных */
if (!(strcmp(ppl07->tccp07,"РПЛ"))) || /* проверка типа поступившего */
  (!(strcmp(ppl07->tccp07,"RPL"))) /* плана: новый ППЛ или РПЛ? */
  { /* идет активизация библиотеки */
  strcpy(ppl07->hfcp07,ppl07->lacp07); /* подстановка типа самолета */
  strcpy(ppl07->tccp07,"ППЛ"); /* преобразование типа сообщения */
  k=0; /* задание параметров поиска -- */
  l=160; /* группы «дата» поля 18 плана */
  md=(unsigned char *) ppl07->grcp07; /* адресация к полю 18 плана */
  if ( (z=index("ДАТА",md,k,l)) == -2 ) /* есть ли группа «ДАТА» в поле? */
  { /* группы «ДАТА» в поле 18 нет */
  if ( ( *md ) && ( *md != ' ' ) ) /* поле 18 не пусто? */
  { /* именно так */
  k=0; /* задание параметров поиска -- */
  l=160; /* группы «ДАТА» в поле 18 */
  z=index(" ",md,k,l); /* позиция окончания поля 18 */
  strcpy(md+z+1," ДАТА/"); /* добавить в поле 18 дату полета */
  } /* дата приписана в конце поля 18 */
  else /* иначе, если поле 18 пустое -- */
  strcpy(ppl07->grcp07," ДАТА/"); /* дата копируется в начало поля */
  strncpy(ppl07->dtcp07,adis,4); /* фиксация систем. даты "завтра" */
  strcat(ppl07->grcp07,ppl07->dtcp07); /* заполнение группы значениями */
  } /* завтрашняя дата введена прин. */
  else /* завтрашняя дата была в плане */
  cpa[0]=ppl07->key_rpl0[frncp]; /* формирования ключа поиска: */
  cpa[1]=ppl07->key_rpl1[frncp]; /* номер рейса и переписывается-- */
  cpa[2]=(0xFFC0)&ppl07->key_rpl2[frncp]; /* */
  } /* завершение переписи из РПЛ */
  else /* ППЛ поступил без РПЛ, форми- */
  { /* рование ключа процедурное */
  d=&ppl07->ozcp07[0]; /* номер рейса из плана в параметр */
  replin(); /* вызов функции № рейса */
  } /* ключ № рейса упакован в cpa[] */
  d=&ppl07->hfcp07[0]; /* адресация к полю «тип ВС» */
  foract(); /* упаковка ключа поля «тип ВС» */
  d=&ppl07->avcp07[0]; /* адресация к «аэродрому вылета» */
  key_pp19[frncp]=key_pp110[frncp]=0; /* подготовка полей ключей ППЛ */
  forapd(); /* упаковка «аэродрома вылета» */
  d=&ppl07->ancp07[0]; /* адресация к «аэродрому назн.» */
  key_pp13[frncp]=cpa[3]; /* подготовка полей ключей ППЛ */
  key_pp14[frncp]=cpa[4]; /* подготовка полей ключей ППЛ */
  forapa(); /* упаковка «аэродрома назначен.» */
  d=(unsigned char *)ppl07->stcp07[0]; /* адресация поля «статус полета» */
  forlit(); /* упаковка ключа «статус полета» */
  covrel(); /* вычисление длины записи */
}

```

```

forsec(); /* упаковка затр. секторов пролета */
forepo(); /* упаковка ПОД по маршруту */
strncpy(&key_ppl11[frncp],ppl07->dtcp07,2); /* упаковка ключа даты полета */
if ( ppl07->акср07 ) /* задан ли признак состояния? */
if ( ppl07->акср07 == '+' ) /* план зарегистрированный? */
сра[7]=0x0004; /* отметить в ключе признак ФПЛ */
else /* план активизированный? */
if ( ppl07->акср07 == '*' ) /* отметить признак активизации */
сра[7]=0x0008; /* в 4-ом разряде составного ключа */
else /* план обслужен системой и */
if ( ppl07->акср07 == '-' ) /* пассивизирован по времени? */
сра[7]=0x000C; /* отметить признак пассивизации */
else; /* план предварительный */
else; /* состояние плана не определено */
keypack(); /* упаковка составного ключа */
tb_con=' '; /* проверка конфликтности плана */
chall(); /* вызов функции анализа */
/* конфликт. */

frnvp=frncp; /* адресация свободной записи */
return(rc); /* возврат кода ошибки */
} /* завершение функции */
/* */

```

2.2. АНАЛИЗ И ФОРМИРОВАНИЕ МАРШРУТА ПО ПЛАНУ

2.2.1. *Постановка задачи.* Анализ и формирование маршрута полета по плану предназначены для определения и реализации возможности автоматического преобразования указанных в плане данных о предполагаемом маршруте движения ВС. Преобразованию подлежит содержимое поля 15, т.е. условное описание элементов ВП, затрагиваемых рейсом от взлета до посадки, в хронологическом порядке их пролета. Перечисляются обычно наименования ПОД и трасс, через которые следует ВС. Результатом преобразования является последовательность пунктов пространственно-временной траектории в пределах района УВД (РУВД). Однозначно устанавливаются и характеризуются хранящимися в БД технологическими признаками и декартовыми координатами:

- точки, указанные в поле 15 плана своими наименованиями и продублированные в описании трассы (хранящемся в БД), также указанной в плане (для предотвращения их повторения в формируемом маршруте);
- точка входа в РУВД для ВС, вылетающих с внешних аэродромов;
- точка присоединения к коридору выхода на трассу для ВС, убывающих с основного аэродрома;
- точка присоединения к трассе для ВС, вылетающих или прибывающих на неосновные аэродромы;

- точки набора высоты и снижения, точки смены профиля полета, включая точки смены скорости и/или эшелона;
- точки выхода на трассу и схода с нее, включая точки перехода с трассы на трассу;
- точки, заданные географическими координатами или дальностью и азимутом относительно известного системе пункта, которые идентифицируются уникальными (для данного плана) наименованиями; по ним формируется таблица пересчета координат при вызове плана по индексу строки списка;
- точка присоединения к коридору схода с трассы для ВС, прибывающих на основной аэродром;
- точка выхода из РУВД для ВС, убывающих на внешний аэродром.

При невозможности однозначного построения маршрута хотя бы по одному из перечисленных пунктов организуется диалог системы с диспетчером (рис. 2.7), облегчающий редактирование вводимой информации. Контрастным цветом подсвечиваются ошибочные поля, и отображается сообщение о первой в порядке просмотра обнаруженной ошибке. Особенности интерфейса оператора и системы, состав и содержание сообщений об ошибках и схемы алгоритмов детализируются ниже.

По плановым сообщениям, удовлетворяющим требованиям процедуры анализа маршрута, формируются данные для алгоритмов построения модели полета (аналог штурманского расчета), фиксируемые в памяти, такие как:

- курсы движения в каждой точке маршрута, кроме конечной точки;
- расстояния между точками маршрута;
- принадлежность каждой точки подсектору структуры ВП.
- дополнительные точки маршрута, соответствующие границам подсекторов, для правильного определения рубежей передачи управления ВС.

Программная функция представляет собой линейную последовательность вызова процедур для анализа перечисленных логических условий (рис. 2.8).

БИБЛИОТЕКА ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ПЛАНОВ										ВРЕМЯ: UTC - 13:56:31 МОСКВА - 17:56:31 НОВОСИБИРСК - 20:56:31											
ВВОД										ВОЗВРАТ											
(3.РПЛ 7.	ЛТ01	9.	ИЛ18	13.	УННН0900	15.	К0850С0840 В106	16.	УХХ0400	18.		АЭРОДРОМ НАЗНАЧЕНИЯ НЕ СООТВЕТСТВУЕТ ФОРМАТУ (AAAA)				ДНИ НЕДЕЛИ: 1 3 5 7		С	01.10.01	ПО	31.10.01
(3.РПЛ 7.	ПБ02	9.	АН24	13.	УННН1000	15.	К0550С0660 А91	16.	УССС0400	18.		УТОЧНИТЕ ОКОНЧАНИЕ СРОКА ДЕЙСТВИЯ ПЛАНА (ДД.ММ.ГГ)				ДНИ НЕДЕЛИ: 2 4 6		С	01.10.01	ПО	31.10.1
(3.РПЛ 7.	ПИ03	9.	ИЛ62	13.	УННН1100	15.	К0850С0900 В106	16.	УХХХ0400	18.		НАЧАЛО СРОКА ДЕЙСТВИЯ ПЛАНА ПОЗЖЕ ЕГО ОКОНЧАНИЯ				ДНИ НЕДЕЛИ: 1234567		С	31.10.01	ПО	01.10.01
(3.РПЛ 7.	РБ04	9.	ТУ34	13.	УВВВ1200	15.	К0900С0900 НР0	16.	УИИИ0300	18.	ЕЕТ/УНН30200	УКАЖИТЕ ХОТЯ БЫ ЕЩЁ ОДИН ЭЛЕМЕНТ МАРШРУТА				ДНИ НЕДЕЛИ: 3 6		С	01.10.01	ПО	31.10.01
(3.РПЛ 7.	ЮХ05	9.	ЯК42	13.	УННН1400	15.	К0800С0840 В23	16.	УВВВ0500	18.		АЭРОДРОМ НЕ СВЯЗАН С ТРАССОЙ				ДНИ НЕДЕЛИ: 2 5		С	01.10.01	ПО	31.10.01
(3.РПЛ 7.	МЛ06	9.	А310	13.	УГГГ1500	15.	К0900С0900 В93	16.	УИАА0500	18.	ЕЕТ/УНН30300	АЭРОДРОМ НЕДОСТИЖИМ				ДНИ НЕДЕЛИ: 1 3 6		С	01.10.01	ПО	31.10.01
(3.РПЛ 7.	ЯТ07	9.	ИЛ96	13.	УСРР1700	15.	К0850С0960 А91 В40	16.	УХВВ0400	18.	ЕЕТ/УНН30230	УКАЖИТЕ ТОЧКУ ПЕРЕХОДА С ТРАССЫ НА ТРАССУ				ДНИ НЕДЕЛИ: 1 4 7		С	01.10.01	ПО	31.10.01

Рис. 2.7. Сообщения об ошибках описания маршрута

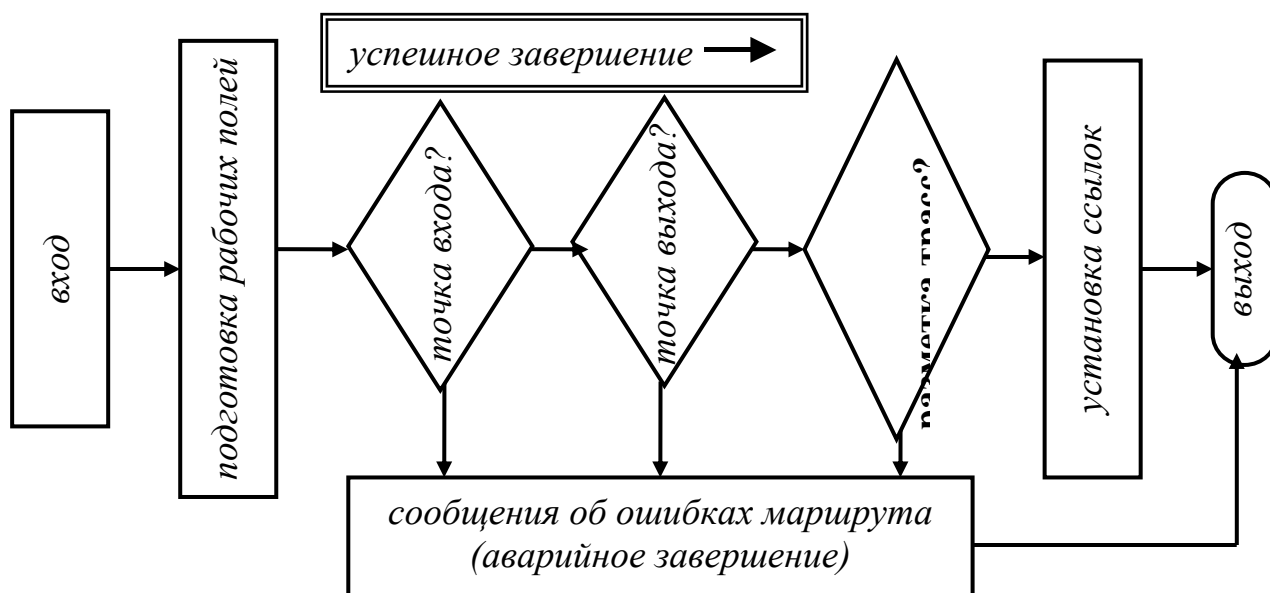


Рис. 2.8. Упрощенная блок-схема процедуры анализа маршрута

Рассмотрим примеры вызываемых процедур для функции анализа и формирования маршрута.

2.2.2. Анализ связи трассы с неизвестным системе аэродромом. На

этапе форматно-логического контроля ПО определяет, принадлежат ли указанные в плане аэродромы вылета и посадки зоне действия системы. В случае отрицательного ответа процедура анализа маршрута уточняет, в какой точке трассы ВС, следуя от указанного аэродрома вылета, войдет в зону действия АС УВД. С этой целью в описании каждой трассы формализован параметр достижимости аэродрома, фиксирующий направления к регионам мирового авиационного сообщества, связанным с этой трассой. Направление может быть указано одним, двумя или тремя символами, если достижимыми являются соответственно регионы ИКАО, либо зоны полетной информации РФ, либо районные центры. В исключительных случаях достижимость кодируется четырьмя символами, совпадающими с обозначением конкретного аэродрома. Таким образом, программа определения достижимости аэродрома должна произвести анализ на совпадение одной, или двух, или трех лидирующих букв кода аэродрома с параметром достижимости трассы, или на полное совпадение кодовых комбинаций.

Приведенный ниже текст разработан на языке Паскаль на практических занятиях по дисциплине и не является эталоном качества программирования. Читателю предлагается самостоятельно создать более совершенный вариант.

```

/* ***** ADOUT ***** */
/* Функция ADOut(S,N) предназначена для определения достижимости аэро- */
/* дрома, указанного в плане полета, при движении по трассе. Входные пара- */
/* метры: S – наименование аэродрома, N – номер анализируемой трассы. Вы- */
/* ходной параметр – номер точки трассы, из которой достигим аэродром (в */
/* случае успешного завершения) или аварийный код (нулевой код возврата). */
/* ***** */
function ADOut(const S: string; N: Integer): Integer;
/* ***** */
// S – наименование аэродрома, N – номер анализируемой трассы */
var // объявление переменных */
    I, J, K: Integer; sA, sN: string; // параметры циклов, имена */
begin // начало функции */
    Result := 0; // 0 – аэродром недостижим */
    for I := 1 to 2 do // цикл по направлениям трассы */
        for J := 1 to MAX_AN do begin // цикл по достижим. аэродромам */
            sN := tstUnt.Spc_Etr(Rt[N].TRa[I][J]); // код направления из трассы */
            K := Length(sN); // не пуст ли код направления? */
            if (K > 0) then else break; // выход, если коды закончились */
            sA := Copy(S, 1, K); // лидирующие буквы а/д из плана */
            if (CompareStr(sA, sN) = 0) then // сравнение кодовых комбинаций */
                begin // совпадение кодов направления */
                    if (I = 1) then // анализ прямого направления? */
                        Result := 1 // да – код возврата = № 1-й точки */
                    else Result := Rt[N].TRp; // нет – код = № последней точки */
                end
            Exit; // код возвр. сформирован, выход */
        end
    end

```

```

        end else continue;           // коды не совпали, продолжить */
    end;                             // завершение просмотра */
end;                                 // завершение программы */
/* ***** **

```

2.2.3. *Анализ связи трассы с аэродромом, известным системе.* В описаниях трасс, хранящихся в БД, формализован параметр «присоединенные аэродромы». Он поставлен в соответствие тем точкам перечня пунктов трассы, которым присвоен статус точек схода или входа на трассу. В них, согласно технологии УВД, начинаются маневры захода на посадку (или выполняется вход на трассу при вылете с присоединенных аэродромов). В зависимости от сложности структуры ВП к точкам входа (схода) могут присоединяться до шести аэродромов ГА. Если при обработке плана полета ПО определяет указанный в нем аэродром как принадлежащий системе, то возникает необходимость выяснить, связан ли этот аэродром с трассой, заданной в описании маршрута. Присоединенные аэродромы фиксируются в БД своими четырехбуквенными обозначениями. Один и тот же аэродром может присоединяться к трассе в нескольких точках, если в его ВП резервируются несколько коридоров (стандартных маршрутов) входа и выхода. Количество последних определяется интенсивностью полетов в районе аэродрома, заданным направлением движения по трассе, летно-техническими характеристиками набора высоты и снижения. На практических занятиях достаточно ограничиться двумя точками – для движения в направлении от аэродрома к «началу» перечня точек трассы и для движения к окончанию списка. Должен быть организован цикл просмотра точек трассы, и если в описании какой-либо ее точки будет найден присоединенный аэродром, то номер этой точки должен возвращаться программе анализа маршрута. Пример программной реализации на языке Паскаль приведен ниже. Отметим, что в отличие от предыдущего примера разработчик программы отказался от использования возвращаемых параметров. Результат фиксируется в рабочем поле `pnt`.

```

/* ***** ADOUT ***** */
/* Функция ADIn(S,N) предназначена для обнаружения связи аэродрома, ука- */
/* занного в плане полета, с анализируемой трассой. Входные параметры: S – */
/* наименование аэродрома, N – номер анализируемой трассы. Выходные па- */
/* раметры – номера точек трассы, к которым присоединен аэродром (в слу- */
/* чае успешного завершения) или аварийный код (нулевой код возврата). */
/* ***** */

        procedure ADIn(const S: string; N: Integer);
/* ***** */
/*      S – наименование аэродрома, N – номер анализируемой трассы */
var
    // объявление переменных */
    I, J: Integer; // параметры циклов */
begin
    // начало функции */

```

```

for I := 1 to MS_2 do pnt[I] := 0;           // подготовка массива точек связи */
for I := 1 to Rt[N].TRp do                 // цикл по точкам трассы */
  for J := 1 to MAX_LA do                 // цикл по присоединенным а/д */
    if (CompareStr(S, Rt[N].TRI[I][J]) = 0) // если коды а/д совпали, тогда */
      then if (pnt[1] = 0) then pnt[1] := I else // фиксировать номера точек при- */
      if (pnt[2] = 0) then pnt[2] := I else; // соединения аэродромов/трасс */
end;                                       // завершение программы */
/* ***** */

```

2.2.4. *Анализ наличия общей точки двух трасс.* Рассмотрим несколько типовых ситуаций анализа маршрута полета по плану (рис. 2.9).

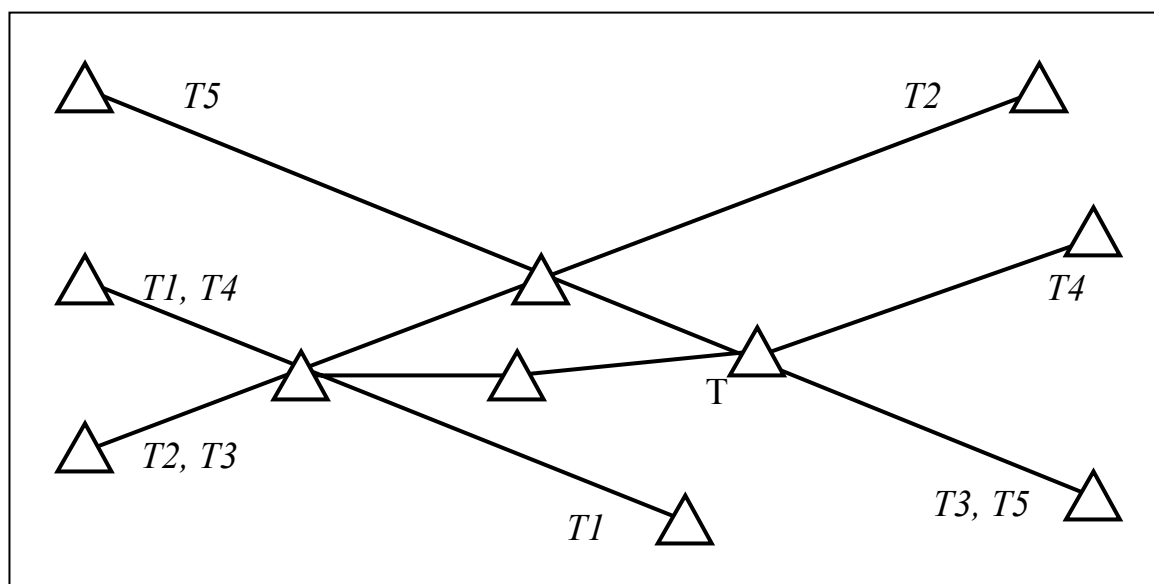


Рис. 2.9. Типовые ситуации анализа перехода ВС с трассы на трассу

Трасса Т1 имеет единственную общую точку (точку пересечения) с трассами Т2 и Т3. Если процедура анализа маршрута встретит в поле 15 плана полета последовательно указанные {Т1, Т2}, она должна воспринять их и преобразовать в последовательность точек трассы Т1 от входа в зону действия системы до общей точки трасс Т1 и Т2. Затем к переписанной последовательности должны быть добавлены точки трассы Т2, начиная с точки пересечения с трассой Т1.

С трассой Т4 у трассы Т1 две общие точки, а с трассой Т5 – ни одной. Более нагляден пример с трассами Т3 и Т4, имеющими три общие точки. Процедура анализа маршрута должна отвергать такие описания. Если общих точек нет, то неизвестно, в каком пункте трассы должен быть организован переход. Составитель плана обязан явно указать точку схода с первой трассы, точку вне обеих трасс, через которую прокладывается путь перехода, и точку входа на вторую трассу. В случае совпадения участков трасс, т.е. нескольких пунктов каждой трассы, то необходимо явно указывать наименование ПОД, в котором осуществляется переход ВС с одной из них на другую.

Исходя из перечисленных требований к функциональным

характеристикам, нетрудно составить приведенные ниже вызываемые программы анализа принадлежности ПОД трассе и поиска общей точки двух трасс.

```
// ***** EXENT ***** */
/* Функция ExEnt(RpN,RtN) предназначена для определения принадлежности */
/* списку пунктов трассы указанного в плане полета ПОД. Входные парамет- */
/* ры: RpN – номер анализируемого ПОД, RtN – номер анализируемой трас- */
/* сы. Выходной параметр – номер точки трассы, которая является заданным */
/* ПОД (успешное завершение) или аварийный код (нулевой код возврата). */
/* ***** */

function ExEnt(const RpN, RtN: Integer): Integer;
/* ***** */
/* RpN - номер анализируемого ПОД, RtN - номер анализируемой трассы */
var
    I: Integer; // объявление переменных
begin // начало функции
    Result := 0; // 0 - в трассе нет указанного ПОД
    for I := 1 to Rt[RtN].TRp do // цикл по точкам трассы
        with Rt[RtN] do for I := 1 to TRp do // цикл до совпадения имен ПОД
            if ((CompareStr(tstUnt.Spc_Etr(TRr[I]), // если трехбуквенные коды ПОД
                tstUnt.Spc_Etr(Rpt[RpN].NRp)) = 0) or // или их пятибуквенные коды
                (CompareStr(tstUnt.Spc_Etr(TRr[I]), // в описании трассы и в явном
                tstUnt.Spc_Etr(Rpt[RpN].CRp)) = 0)) // указании в поле 15 совпадают,
            then begin Result := I; Exit; end // тогда вернуть № точки и выйти
            else continue; // иначе продолжить поиск
        end; // завершение программы
/* ***** */

/* ***** CROST ***** */
/* Функция CrosT (R1, R2) предназначена для обнаружения общей точки двух */
/* трасс, указанных в плане полета. Входные параметры: R1 – номер первой, */
/* R2 – номер второй анализируемой трассы. Выходные параметры – номера */
/* точки в списках первой и второй трасс в случае успешного завершения или */
/* аварийный код (нулевой), если общих точек нет или если их несколько. */
/* ***** */

procedure CrosT(const R1, R2: Integer);
/* ***** */
/* R1, R2 - номера анализируемых трасс в параметрах системы */
var
    I, J: Integer; // объявление переменных
begin // начало функции
    for I := 1 to MS_2 do pnt[I] := 0; // 0 - в трассах нет общих ПОД
    for I := 1 to Rt[R1].TRp do // цикл по точкам первой трассы
        for J := 1 to Rt[R2].TRp do // цикл по точкам второй трассы
```

```

if ((CompareStr(Rt[R1].TRr[I],           // если трехбуквенные коды ПОД   */
Rt[R2].TRr[J]) = 0) or                 // совпадают в обеих трассах   */
((Rt[R1].TRc[I] <> ") and              // или пятибуквенные не пустые */
(CompareStr(Rt[R1].TRc[I],             // и совпали пятибуквенные     */
Rt[R2].TRc[J]) = 0))))                // обозначения ПОД в трассах, то */
then if (pnt[1] > 0) then pnt[2] := MS_8 // аварийн. код: много общ. точек */
else begin pnt[1] := I;                 // иначе I - номер в 1-й трассе  */
pnt[2] := J; end                       // J - номер ПОД во 2-й трассе  */
else continue;                          // иначе продолжить поиск      */
end;                                     // завершение программы        */
/* ***** **

```

3. ПРИМЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

3.1. ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА РОСТОВСКОГО РАЙОНА

3.1.1. Текст страницы ЦЕНТР блока структурной информации:

«Центр системы – навигационный пункт РОП. Координаты центра 4506с 04207в. Навигационный пункт РОП является географическим центром стереографической проекции. Ближайший населенный пункт Ставрополь».

3.1.2. Соответствие кодов диспетчеров и обозначений секторов

Таблица 3.1

КОД ДИСПЕТЧЕРА СЕКТОРА	НАИМЕНОВАНИЕ СЕКТОРА
P1	РОСТОВ СЕВЕРО-ЗАПАД НИЖНИЙ
P2	РОСТОВ ВОСТОК НИЖНИЙ
P3	РОСТОВ ЮГ НИЖНИЙ
P4	РОСТОВ СЕВЕРО-ЗАПАД ВЕРХНИЙ
P5	РОСТОВ ВОСТОК ВЕРХНИЙ
P6	РОСТОВ ЮГ ВЕРХНИЙ
K1	КРАСНОДАР ВОСТОК
K2	КРАСНОДАР ЗАПАД
K3	КРАСНОДАР СЕВЕР
C1	СОЧИ СЕВЕР
C2	СОЧИ ЮГ
B1	МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ СЕВЕРО-ВОСТОК
B2	МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЮГО-ВОСТОК
B3	МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЮГО-ЗАПАД
B4	МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ СЕВЕРО-ЗАПАД
M1	МАХАЧКАЛА НИЖНИЙ
M2	МАХАЧКАЛА ВЕРХНИЙ

3.1.3. Текст страницы ВНЕ ТРАСС блока структурной информации:

«Сектор вне трасс объединенного района УВД Ростов состоит из секторов А1, А2 и А3. Территория сектора А1 совпадает с секторами

ростовского направления P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6. Территория сектора А2 совпадает с секторами краснодарского и сочинского направлений К1 + К2 + К3. Территория сектора А3 совпадает с секторами минералводского и махачкалинского направлений В1 + В2 + В3 + В4 + М1 + М2.

3.1.4. Географические точки ростовского района УВД (см. табл. 3.2):

Таблица 3.2

№	КООРДИНАТЫ	ПОЯСНЕНИЯ	РАНГ	КАРТА	ВНЕ
1	450600с0420700в	Центр системы	Ц	У	
2	493600с0401500в	Граница района (P1, P4)	Г	У	
3	495000с0410000в	Граница района (P1, P4)	Г	У	
4	475800с0402600в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
5	481400с0394000в	Граница района (P1 P4)	Г	У	
6	480200с0434800в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
7	460000с0430000в	Граница секторов В1 и P2	Г	У	
8	455100с0420000в	Граница секторов P1 и P3	Г	У	
9	470300с0404500в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
10	474300с0410000в	Граница района (P2, P5)	Г	У	
11	495900с0412500в	Граница района (P2, P5)	Г	У	
12	471800с0402000в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
13	471000с0384100в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
14	474900с0381600в	Граница секторов P1 и P2	Г	У	
15	464200с0385800в	Граница секторов P3 и К3	Г	У	
16	454700с0412600в	Граница секторов P3 и К1	Г	У	
17	454900с0403100в	Граница секторов P3 и К1	Г	У	
18	455500с0385800в	Граница секторов P3 и К3	Г	У	
19	455800с0382100в	Граница района (К3)	Г	У	
20	460300с0363800в	Граница района (К3)	Г	У	
21	452000с0375300в	Граница аэродрома УРКК	Г	У	

3.1.5. Подсекторы воздушного пространства ростовского района

Подсектор № 1

Таблица 3.3

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1350	Фиктивный сектор системы	
2	7950	P1 – нижнее ВП, Ростов северо-запад	
3	32000	P4 – верхнее ВП, Ростов северо-запад	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	493600с0401500в	Граница района (P1, P4)	2
2	475800с0402600в	Граница секторов P1 и P2	4
3	481400с0394000в	Граница района (P1 P4)	5
4	493600с0401500в	Граница района (P1, P4)	2

Подсектор № 2

Таблица 3.4

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1350	Фиктивный сектор системы	
2	7950	P2 – нижнее ВП, Ростов восток	
3	32000	P5 – верхнее ВП, Ростов восток	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	495900с0412500в	Граница района (P2, P5)	11
2	480200с0434800в	Граница секторов P1 и P2	6
3	460000с0430000в	Граница секторов B1 и P2	7
4	455100с0420000в	Граница секторов P1 и P3	8
5	470300с0404500в	Граница секторов P1 и P3	9
6	474300с0410000в	Граница района (P2, P5)	10
7	475800с0402600в	Граница секторов P1 и P2	4
8	495000с0410000в	Граница района (P1, P4)	3
9	495900с0412500в	Граница района (P2, P5)	11

Подсектор № 3

Таблица 3.5

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	5550	Фиктивный сектор системы	
2	7950	P1 – нижнее ВП, Ростов северо-запад	
3	32000	P4 – верхнее ВП, Ростов северо-запад	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	481400с0394000в	Граница района (P1 P4)	5
2	475800с0402600в	Граница секторов P1 и P2	4
3	471800с0402000в	Граница секторов P1 и P2	12
4	471000с0384100в	Граница секторов P1 и P2	13
5	474900с0381600в	Граница секторов P1 и P2	14
6	481400с0394000в	Граница района (P1 P4)	5

Подсектор № 4

Таблица 3.6

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	5550	Фиктивный сектор системы	
2	7950	P2 – нижнее ВП, Ростов восток	
3	32000	P5 – верхнее ВП, Ростов восток	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	474300с0410000в	Граница района (P2, P5)	10
2	470300с0404500в	Граница секторов P1 и P5	9
3	471800с0402000в	Граница секторов P1 и P2	12
4	475800с0402600в	Граница секторов P1 и P2	4

5	474300с0410000в	Граница района (Р2, Р5)	10
---	-----------------	-------------------------	----

Подсектор № 5

Таблица 3.7

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	5550	Фиктивный сектор системы	
2	7950	Р3 – нижнее ВП, Ростов юг	
3	32000	Р6 – верхнее ВП, Ростов юг	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	471000с0384100в	Граница секторов Р1 и Р3	13
2	471800с0402000в	Граница секторов Р1 и Р3	12
3	470300с0404500в	Граница секторов Р1 и Р3	9
4	464200с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	15
5	471000с0384100в	Граница секторов Р1 и Р3	13

Подсектор № 6

Таблица 3.8

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1350	Фиктивный сектор системы	
2	7950	Р3 – нижнее ВП, Ростов юг	
3	32000	Р6 – верхнее ВП, Ростов юг	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	464200с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	15
2	470300с0404500в	Граница секторов Р1 и Р3	9
3	455100с0420000в	Граница секторов Р1 и Р3	8
4	454700с0412600в	Граница секторов Р3 и К1	16
5	454900с0403100в	Граница секторов Р3 и К1	17
6	455500с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	18
7	464200с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	15

Подсектор № 7

Таблица 3.9

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1350	Фиктивный сектор системы	
2	32000	К3 – Краснодар север	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	474900с0381600в	Граница секторов К3 и Р2	14
2	471000с0384100в	Граница секторов К3 и Р3	13
3	464200с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	15
4	455500с0385800в	Граница секторов Р3 и К3	18
5	455800с0382100в	Граница района (К3)	19

6	460300с0363800в	Граница района (К3)	20
7	474900с0381600в	Граница секторов К3 и Р2	14

3.2. ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ЧИТИНСКОГО РАЙОНА

3.2.1. Текст страницы ЦЕНТР блока структурной информации:

«Центр системы – навигационный пункт ИРС. Координаты центра 5240с 11513в. Навигационный пункт ИРС является географическим центром стереографической проекции. Ближайший населенный пункт Усугли».

3.2.2. Таблица соответствия кодов диспетчеров и секторов

Таблица 3.10

КОД ДИСПЕТЧЕРА СЕКТОРА	НАИМЕНОВАНИЕ СЕКТОРА
ЗП	ЧИТА ЗАПАД
СВ	ЧИТА СЕВЕРО-ВОСТОК
МГ	МОГОЧА
МЧ	МЕСТНЫЙ ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ПУНКТ ЧИТА
МН	МЕСТНЫЙ ДИСПЕТЧЕР. ПУНКТ НЕРЧИНСК
ЧР	МЕСТНЫЙ ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ПУНКТ ЧАРА

3.2.3. Текст страницы ВНЕ ТРАСС блока структурной информации:

«Сектор вне трасс объединенного района УВД Чита состоит из секторов В1 и В2. Территория сектора В1 совпадает с секторами районного центра (РЦ) Чита ЗП + СВ. Территория сектора В2 совпадает с ВП вспомогательного РЦ (ВРЦ) Могоча.

3.2.4. Географические точки читинского района УВД (см. табл. 3.11):

Таблица 3.11

№	КООРДИНАТЫ	ПОЯСНЕНИЯ	РАНГ	КАРТА	ВНЕ
1	524000с1151300в	Центр системы	Ц	У	
2	520200с1132805в	Граница секторов (ЗП, СВ)	Г	У	
3	481005с1081955в	Граница района (ЗП, МЧ)	Г	У	
4	542755с1101715в	Граница района (ЗП)	Г	У	
5	563655с1144705в	Граница района (СВ)	Г	У	
6	533058с1160157в	Граница района (СВ, МГ)	Г	У	
7	511300с1163202в	Граница секторов (МЧ, МН)	Г	У	
8	500002с1193001в	Граница района (СВ)	Г	У	
9	491201с1100003в	Граница района (ЗП, СВ)	Г	У	
10	542558с1164059в	Граница секторов (СВ, МГ)	Г	У	
11	524059с1200358в	Граница района (СВ, МГ)	Г	У	
12	504503с1175656в	Граница района (СВ)	Г	У	
13	514001с1152702в	Граница района (СВ, МН)	Г	У	
14	552958с1223001в	Граница секторов МН и ЧР	Г	У	
15	533000с1221954в	Граница района (МГ)	Г	У	

16	541601с1195554в	Граница секторов МН и ЧР	Г	У	
17	535758с1221005в	Граница района (МГ)	Г	У	
18	524756с1165457в	Граница секторов (СВ, МГ)	Г	У	
19	543658с1133408в	Граница района (СВ, МЧ)	Г	У	
20	491003с1165000в	Граница района (СВ)	Г	У	
21	495459с1075759в	Граница района (ЗП, СВ)	Г	У	
22	574057с1201057в	Граница района (МГ, ЧР)	Г	У	

3.2.5. Подсекторы воздушного пространства района

Подсектор № 1

Таблица 3.12

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1000	Фиктивный сектор системы	
2	3000	МЧ – местный диспетчер. пункт Чита	
3	32000	ЗП – ЧИТА ЗАПАД	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	520200с1132805в	Граница секторов (ЗП, СВ)	2
2	491201с1100003в	Граница района (ЗП, СВ)	9
3	481005с1081955в	Граница района (ЗП, МЧ)	3
4	495459с1075759в	Граница района (ЗП, СВ)	21
5	542755с1101715в	Граница района (ЗП)	4
6	543658с1133408в	Граница района (СВ, МЧ)	19
7	520200с1132805в	Граница секторов (ЗП, СВ)	2

Подсектор № 2

Таблица 3.13

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1000	Фиктивный сектор системы	
2	3000	МЧ – местный диспетчер. пункт Чита	
3	32000	СВ – ЧИТА СЕВЕРО-ВОСТОК	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	520200с1132805в	Граница секторов (ЗП, СВ)	2
2	543658с1133408в	Граница района (СВ, МЧ)	19
3	563655с1144705в	Граница района (СВ)	5
4	542558с1164059в	Граница секторов (СВ, МН)	10
5	533058с1160157в	Граница района (СВ, МГ)	6
6	514001с1152702в	Граница района (СВ, МН)	13
7	511300с1163202в	Граница секторов (МЧ, МН)	7
8	504503с1175656в	Граница района (СВ)	12
9	500002с1193001в	Граница района (СВ)	8

10	491003с1165000в	Граница района (СВ)	20
11	491201с1100003в	Граница района (ЗП, СВ)	9
12	520200с1132805в	Граница секторов (ЗП, СВ)	2

Подсектор № 3

Таблица 3.14

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1000	Фиктивный сектор системы	
2	3000	МН – местный диспетч. пункт Нерчинск	
3	32000	СВ – ЧИТА СЕВЕРО-ВОСТОК	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	542558с1164059в	Граница секторов (СВ, МН)	10
2	524756с1165457в	Граница секторов (СВ, МГ)	18
3	524059с1200358в	Граница района (СВ, МГ)	11
4	500002с1193001в	Граница района (СВ)	8
5	504503с1175656в	Граница района (СВ)	12
6	511300с1163202в	Граница секторов (МЧ, МН)	7
7	514001с1152702в	Граница района (СВ, МН)	13
8	533058с1160157в	Граница района (СВ, МГ)	6
9	542558с1164059в	Граница секторов (СВ, МН)	10

Подсектор № 4

Таблица 3.15

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	1000	Фиктивный сектор системы	
2	3000	МН – местный диспетч. пункт Нерчинск	
3	32000	МГ – ВРЦ МОГОЧА	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	542558с1164059в	Граница секторов (МГ, МН)	10
2	541601с1195554в	Граница секторов МН и ЧР	16
3	552958с1223001в	Граница секторов МН и ЧР	14
4	535758с1221005в	Граница района (МГ)	17
5	533000с1221954в	Граница района (МГ)	15
6	524059с1200358в	Граница района (СВ, МГ)	11
7	524756с1165457в	Граница секторов (СВ, МГ)	18
8	542558с1164059в	Граница секторов (МГ, МН)	10

Подсектор № 5

Таблица 3.16

Высотные слои		
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора

1	1000	Фиктивный сектор системы	
2	3000	МН – местный диспетчерский пункт Чара	
3	32000	МГ – ВРЦ МОГОЧА	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	542558с1164059в	Граница секторов (МГ, МН)	10
2	563655с1144705в	Граница района (СВ)	5
3	574057с1201057в	Граница района (МГ, ЧР)	22
4	552958с1223001в	Граница секторов МН и ЧР	14
5	541601с1195554в	Граница секторов МН и ЧР	16
6	542558с1164059в	Граница секторов (МГ, МН)	10

3.3. ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ИРКУТСКОГО РАЙОНА

3.3.1. Текст страницы ЦЕНТР блока структурной информации о системе:

«Центр системы определен в точке с координатами 5200с10800в как центр тяжести многоугольника, образованного точками стояния радиолокационных комплексов системы. Ближайший населенный пункт Кедрач».

3.3.2. Таблица соответствия кодов диспетчеров и обозначений секторов

Таблица 3.17

КОД ДИСПЕТЧЕРА СЕКТОРА	НАИМЕНОВАНИЕ СЕКТОРА
НУ	НИЖНЕУДИНСК
СВ	ИРКУТСК СЕВЕРО-ВОСТОК
СЗ	ИРКУТСК СЕВЕРО-ЗАПАД
ЮГ	ИРКУТСК ЮГ
УУ	УЛАН-УДЭ

3.3.3. Текст страницы ВНЕ ТРАСС блока структурной информации:

«Сектор вне трасс объединенного района УВД Иркутск состоит из секторов В1, В2 и В3. Территория сектора В1 совпадает с секторами РЦ Иркутск СЗ + СВ + ЮГ. Территория сектора В2 совпадает с ВП ВРЦ Нижнеудинск. Территория сектора В3 совпадает с ВП ВРЦ Улан-Удэ».

3.3.4. Географические точки иркутского района УВД (см. табл. 3.18):

Таблица 3.18

№	КООРДИНАТЫ	ПОЯСНЕНИЯ	РАНГ	КАРТА	ВНЕ
1	520000с1080000в	Центр системы	Ц	У	
2	554200с0974500в	Граница района (НУ)	Г	У	
3	554000с1043000в	Граница района (СЗ, НУ)	Г	У	
4	520000с0990000в	Граница района (СЗ, НУ)	Г	У	
5	540000с0960000в	Граница района (НУ)	Г	У	
6	524500с1042600в	Гран. секторов (СЗ, СВ, ЮГ)	Г	У	
7	530500с1040000в	Граница секторов (СЗ, СВ)	Г	У	

8	521500с1025200в	Граница секторов (СЗ, ЮГ)	Г	У	
9	560000с1100000в	Граница района (СВ, УУ)	Г	У	
10	540700с1081800в	Гр. секторов (СВ, ЮГ, УУ)	Г	У	
11	523000с1055000в	Граница секторов (СВ, ЮГ)	Г	У	
12	524500с1051500в	Граница сектора (СВ)	Г	У	
13	511500с1033000в	Граница сектора (ЮГ)	Г	У	
14	515000с1060000в	Граница района (ЮГ)	Г	У	
15	523200с1070800в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	Г	У	
16	510900с1065300в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	Г	У	
17	501500с1065300в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	Г	У	
18	500000с1031500в	Граница района (ЮГ)	Г	У	
19	552000с1160000в	Граница района (УУ)	Г	У	
20	525700с1122200в	Граница района (УУ)	Г	У	
21	494500с1080000в	Граница района (УУ)	Г	У	

3.3.5. Подсекторы воздушного пространства района
Подсектор № 1

Таблица 3.19

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	2500	Фиктивный сектор системы	
2	32000	НУ – НИЖНЕУДИНСК	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	554200с0974500в	Граница района (НУ)	2
2	554000с1043000в	Граница района (СЗ, НУ)	3
3	520000с0990000в	Граница района (СЗ, НУ)	4
4	540000с0960000в	Граница района (НУ)	5
5	554200с0974500в	Граница района (НУ)	2

Подсектор № 2

Таблица 3.20

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	2500	Фиктивный сектор системы	
2	32000	СЗ – ИРКУТСК СЕВЕРО-ЗАПАД	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	520000с0990000в	Граница района (СЗ, НУ)	4
2	554000с1043000в	Граница района (СЗ, НУ)	3
3	524500с1042600в	Гран. секторов (СЗ, СВ, ЮГ)	6
4	530500с1040000в	Граница секторов (СЗ, СВ)	7
5	521500с1025200в	Граница секторов (СЗ, ЮГ)	8

6	520000с0990000в	Граница района (СЗ, НУ)	4
---	-----------------	-------------------------	---

Подсектор № 3

Таблица 3.21

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	2500	Фиктивный сектор системы	
2	32000	СВ – ИРКУТСК СЕВЕРО- ВОСТОК	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	554000с1043000в	Граница района (СЗ, НУ)	3
2	560000с1100000в	Граница района (СВ, УУ)	9
3	540700с1081800в	Гр. секторов (СВ, ЮГ, УУ)	10
4	523000с1055000в	Граница секторов (СВ, ЮГ)	11
5	524500с1051500в	Граница сектора (СВ)	12
6	524500с1042600в	Гран. секторов (СЗ, СВ, ЮГ)	6
7	554000с1043000в	Граница района (СЗ, НУ)	3

Подсектор № 4

Таблица 3.22

Высотные слои			
№	Высота (метры)	Код и наименование сектора	
1	2500	Фиктивный сектор системы	
2	32000	ЮГ – ИРКУТСК ЮГ	
Координаты точек излома плоской границы подсектора			
№	Координаты	Пояснения	Ссылка
1	520000с0990000в	Граница района (СЗ, ЮГ, НУ)	4
2	521500с1025200в	Граница секторов (СЗ, ЮГ)	8
3	511500с1033000в	Граница сектора (ЮГ)	13
4	515000с1060000в	Граница района (ЮГ)	14
5	523000с1055000в	Граница секторов (СВ, ЮГ)	11
6	540700с1081800в	Гр. секторов (СВ, ЮГ, УУ)	10
7	523200с1070800в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	15
8	510900с1065300в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	16
9	501500с1065300в	Граница секторов (ЮГ, УУ)	17
10	500000с1031500в	Граница района (ЮГ)	18
11	520000с0990000в	Граница района (СЗ, ЮГ НУ)	4

4. АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

4.1. Роль и место ПО АС УВД

Варианты ответов

1. ПО АС УВД представляет собой звено в иерархии взаимодействующих элементов системы, выполняющее принятие управляющих решений.

2. ПО АС УВД предназначено для оперативного вывода на печать справочной информации работникам службы движения и администрации.

3. ПО АС УВД используется для автоматического согласования действий пилотов, совершающих полеты в зоне действия системы.

4. ПО АС УВД является инструментом автоматизации деятельности инженерного и диспетчерского персонала системы.

Роль и место элемента в иерархии системы определяется его назначением. Процесс УВД складывается из построения и оптимизации его модели, накопления измеренных данных о его реализации, диспетчерской оценки текущей ситуации. Если складывающаяся обстановка угрожает летными происшествиями, возникает необходимость в регулировании процесса. Решения о таком вмешательстве принимает диспетчер, который формулирует их в виде команд пилоту и несет юридическую ответственность за их последствия. ПО не в состоянии выполнять эту функцию. Оно может лишь предоставлять человеку в удобном для восприятия виде необходимую информацию. Первый ответ неверен.

Второй вариант перечисляет лишь часть функций двух комплексов программ ПО АС УВД: справочной подсистемы и КП документирования. Общее назначение ПО состоит в организации сбора, хранения, обработки, отображения и рассылки информации для ОВД. Ответ неверный.

Третий вариант говорит об автоматическом согласовании действий пилотов. Такой задачи в УВД просто не существует. Согласование полетов обеспечивается всем комплексом мероприятий по организации воздушного движения, а возникающие в ходе выполнения полетов рассогласования нейтрализуются действиями диспетчерского персонала. Ответ неверный.

Правильный ответ дает четвертый вариант.

4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА включает:

Варианты ответов

1. Мероприятия по обеспечению безопасного, экономичного и регулярного воздушного движения.

2. Установление структуры воздушного пространства, разработку новых технических средств и контроль соблюдения федеральных правил ИВП.

3. Планирование и координирование ИВП, подготовку кадров ГА и обеспечение разрешительного порядка ИВП.

4. Организацию воздушного движения, представляющую собой:

- обслуживание (управление) воздушного движения (ОВД);

- организацию потоков воздушного движения (ОПВД);
- организацию воздушного пространства (ВП) в целях УВД и ОПВД;
- техническое обслуживание парка ВС.

Первый вариант представляет собой цитату из Воздушного кодекса России и является правильным. Второй вариант содержит верные утверждения о структуре ВП и контроле соблюдения федеральных правил, однако наряду с ними говорит о разработке технических средств. Очевидно, что эта функция лежит вне компетенции ГС ГА. Ее специалисты могут осуществлять научное руководство проектами, участвовать в них, но эта сфера лежит вне понятия «организация использования воздушного пространства». Ответ неправильный.

Третий вариант, как и второй, называет необходимые элементы ОИВП – планирование и координирование ИВП, обеспечение разрешительного порядка ИВП. Однако подготовка кадров ГА не входит в круг задач собственно ОИВП. В четвертом варианте использована та же схема: первые утверждения верны, последнее (техническое обслуживание парка ВС) – нет. Оба варианта неверные.

4.3. СТРУКТУРА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА представляет собой

Варианты ответов

1. Нарезку зон и районов полетной информации, секторов и других пространственных элементов системы.
2. Формализованное отображение среды, в которой протекают процессы управления воздушным движением.
3. Картографическое (плоское) представление объемных элементов воздушного пространства и радионавигационного оборудования.
4. Каталог зарегистрированных маршрутов России, устанавливающий на ее территории разрешенные пути воздушного движения между аэродромами.

Аналитическое описание любого процесса требует структурирования среды, в которой он развивается. Такому упорядочению при математическом отображении подвергается и ВП страны. В качестве элементов структуры используются не только объемные (подсекторы, секторы, районы, зоны). Их заполняют трассы, траектории движения в районе аэродрома и аэродромы, ПОД, географические точки. Первый вариант не учитывает наличия линейных и точечных параметров структуры ВП и является ошибочным.

Формализация структуры ВП необходима ПО для правильного распределения и отображения информации персоналу. Все данные о полете ВС должны поступать тому должностному лицу, которое управляет его движением. Об этом говорит правильный второй вариант ответа.

Третий вариант фактически определяет радионавигационные карты

полетной информации, а не структуру ВП. Четвертый вариант подменяет понятие перечнем кратчайших маршрутов, соединяющих между собой аэродромы страны и узаконенных регламентирующими документами ГА. Оба ответа неверные.

4.4. СТРУКТУРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ В ПО АС УВД задается:

Варианты ответов

1. Наименованиями элементов ВП с указанием их загрузки, количества летных происшествий, регулярности движения и пропускной способности.
2. Географическими координатами воздушных трасс, зон ожидания, траекторий захода на посадку и выхода из района аэродрома.
3. Совокупностью описаний элементов структуры ВП, со связями и отношениями между ними, с привязкой к местности и распределением ответственности должностных лиц за результаты работы.
4. Географическими координатами секторов УВД на трассах и вне трасс, принадлежностью ПОД, аэродромов и других элементов сектору.

Первый вариант утверждает, что структура ВП в ПО представлена не изменяемыми во времени характеристиками. В нем полетные схемы описываются такими показателями, как загрузка, регулярность, летные происшествия, т.е. критериями эффективности АС УВД. Ответ неверный.

Второй вариант ошибочен в нескольких аспектах. Во-первых, он говорит о координатной информации, которая используется только для привязки элементов структуры ВП к конкретной местности, и умалчивает о других их характеристиках. Во-вторых, перечислены лишь комплексные параметры, а базовые, элементарные и объемные не упомянуты. Наконец, перечислены именно те параметры, которые задаются последовательностью точек с селекцией свойств по высотным эшелонам, т.е. такие, для которых недостаточно указания координат даже при описании их привязки к местности.

Структурная информация об АС УВД задается в БД реляционными таблицами технологических характеристик элементов ВП. Связи между элементами отображаются логической схемой БД. Третий вариант правильный.

Ошибочен четвертый вариант. Для задания объемных элементов – секторов – недостаточно указания координатной информации. Кроме того, пространство одного сектора может быть расположено над пространством другого сектора, и находящиеся на их территории (плоской проекции) аэродромы и ПОД не характеризуются принадлежностью ни тому, ни другому.

4.5. ПАРАМЕТР АС УВД «ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТОЧКИ» описывается:

Варианты ответов

1. Указанием своих географических координат, принадлежностью сектору УВД, технологическими характеристиками.
2. Указанием географических координат и номером (обязательно), а также рангом, принадлежностью системе, пояснительным текстом (необязательно).
3. Указанием географических координат, рангом, собственным номером и ссылками на номера соседних точек.
4. Указанием своих географических координат, функциональным назначением, связями с другими элементами структуры ВП.

Параметр "Географические точки" необходим системе для картографического представления территории зоны УВД. Описание геоточки не нуждается ни в какой другой информации, кроме ее положения на земной поверхности. Остальные характеристики избыточны (наименование, роль в технологии УВД, принадлежность сектору и т.д.) и должны фиксироваться в БД навигационных пунктов, аэродромов, секторизации, трасс, в которых должны предусматриваться ссылки на соответствующую геоточку. Содержательно параметр "геоточки" служит только для привязки всех элементов системы к их местоположению.

Первый вариант ошибочен, он утверждает необходимость описания технологических характеристик точки и ее принадлежности сектору. Второй вариант правильный, он дает краткое определение обсуждаемого параметра. Третий вариант неверный, описание точки не должно содержать ссылок на другие точки. Неправильен и четвертый ответ, в нем говорится о несуществующих функциональных характеристиках и связях географических точек.

4.6. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «ПОДСЕКТОРЫ»

Варианты ответов

1. Параметр предназначен для правильного представления в ПО многомерной структуры ВП и корректного распределения плановой информации.
2. Параметр необходим системе для картографического отображения на плоскость объемной структуры секторов УВД.
3. Параметр служит для сокращения избыточности описания нарезки ВП за счет его многократного использования в разных элементах ПО.
4. Параметр обеспечивает оптимизацию сортировки и поиска радиолокационных и плановых данных при работе ПО в реальном масштабе времени.

Подсекторы необходимы ПО для правильного распределения

информации в процессе обработки каждого плана полета. Они используются для определения моментов перехода ВС, совершающих полеты, из сектора в сектор. В соответствии с этими моментами организуется своевременное оповещение диспетчеров об изменениях воздушной обстановки. Первый вариант верный.

Ошибка второго ответа состоит в том, что обсуждаемый параметр предназначен не для картографических преобразований, а для установления однозначного соответствия между элементами объема ВП и должностными лицами, осуществляющими УВД в этих пространственных элементах.

Неверен третий вариант, подсекторы не сокращают, а вносят разумную избыточность в описание структуры ВП. Пространство представляется заполненным правильными многогранниками (призмами) с плоскопараллельными основаниями, из которых набираются слои и «столбики», позволяющие провести строгое разграничение ответственности в сложной конфигурации секторов.

Четвертый вариант неправильный, он утверждает, что подсекторы предназначены для оптимизации логических процедур ПО, а не для математического представления структуры ВП.

4.7. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «АЭРОДРОМЫ»

Варианты ответов

1. Параметр необходим системе для правильного расчета и начисления сборов с авиакомпаний за предполетное обслуживание ВС во время стоянки.

2. Параметр служит для расчета времени нахождения ВС в зоне аэродрома, для определения очередности направления в зону ожидания и на посадку.

3. Параметр предназначен для корректного анализа и расчета маршрута полета по плану, а также правильного распределения плановой информации.

4. Параметр обеспечивает ПО данными о стандартных траекториях полетов в районе аэродрома и характеристиками взлетно-посадочных полос.

Информация об аэродромах, расположенных на территории системы, необходима ПО как для анализа маршрута, так и для построения пространственно-временной траектории полета. Она используется для распределения плановых данных. Следовательно, утверждение первого варианта ошибочно. Расчет сборов за обслуживание производится на основании действующих тарифов, связанных с взлетным весом ВС, и от согласованных расчетных коэффициентов. Эти характеристики хранятся БД в таблицах реквизитов авиакомпаний.

Неверен и второй ответ. Никаких данных для расчета времени нахождения ВС в зонах старта, посадки, круга и подхода параметр «Аэродромы» не содержит, он задается ссылкой на соответствующую

географическую точку, признаками принадлежности подсектору и системе, условным обозначением и названием, символом отображения на экранных картах.

Правильный ответ третий. Параметр позволяет найти точки входа и выхода ВС в зону действия системы, определить фазу полета (набор высоты, снижение, горизонтальный участок), построить объемную модель движения и поставить в соответствие каждому участку траектории конкретного диспетчера.

Четвертый вариант неверный. Данные о стандартных траекториях полетов в районе аэродрома и характеристики взлетно-посадочных полос содержатся в описании комплексного параметра структуры ВП «Основные аэродромы». В анализируемом задании речь идет об элементарном параметре «Аэродромы»

4.8. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «ПУНКТЫ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ДОНЕСЕНИЙ»

Варианты ответов

1. Предназначен для автоматической организации сеансов связи диспетчеров с пилотами при пролете ВС пунктов обязательных донесений.
2. Необходим ПО для наглядного отображения динамики воздушной обстановки на экранах рабочих мест диспетчеров.
3. Обеспечивает преобразование кода трассы, указанной в плане, в последовательность точек маршрута в хронологическом порядке их пролета.
4. Служит ПО для выполнения функций обработки плановых сообщений и поддерживает процессы планирования и УВД.

Описания навигационных пунктов используются системой для ФЛК, анализа маршрута, построения модели полета и распределения плановой информации. На этапах планирования они поддерживают процессы организации потоков, оценки загрузки и выявления предпосылок к конфликтам. В процессе УВД параметр «ПОД» служит, помимо сказанного, для взаимодействия персонала с ПО, а также с экипажами ВС, с помощью средств отображения и ввода информации. Однако автоматической организации сеансов связи диспетчера с пилотами АС УВД не обеспечивает. Первый ответ неправильный.

Неверен и второй вариант. Как и всякий параметр, ПОД обладает неизменными характеристиками. Средства отображения предусматривают статические карты ПОД, вызываемые на экран по запросам персонала. Динамику воздушной обстановки составляют периодически обновляемые метки текущего положения ВС, снабженные формулярами сопровождения и другими атрибутами.

Третий вариант утверждает, что заданное в плане обозначение трассы преобразуется в последовательность ПОД в порядке следования ВС по маршруту. Ошибка заключается в том, что это преобразование выполняется с

помощью параметра «Трассы», в описании которого заложен список ссылок на таблицу навигационных пунктов. Сам по себе анализируемый параметр для данной цели недостаточен. Ответ неправильный.

Верный вариант четвертый.

4.9. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «ОСНОВНЫЕ АЭРОДРОМЫ»

Варианты ответов

1. Служит ПО для корректного расчета маршрута полета по плану и для правильного распределения информации в процессе планирования и УВД.

2. Предназначен для хранения в ПО данных об аэродромах международного класса (как на территории системы, так и прилегающих к ней запасных).

3. Необходим ПО для отображения на экранах рабочих мест диспетчеров информации: о погоде на аэродроме, о состоянии ВПП и технических средств.

4. Обеспечивает формирование очередей ВС для захода на посадку и для вылета по стандартным траекториям движения в районе аэродрома.

Информация об основных аэродромах, расположенных на территории системы, необходима как для анализа маршрута, так и для построения пространственно-временной траектории полета. Функциональное отличие этого параметра состоит в том, что с его помощью в ПО фиксируются сведения об аэродромах, диспетчерский персонал которых обслуживается системой. Обычно это аэродром дислокации центра управления. Для районов удаленных аэродромов ПО не рассчитывает установленные траектории движения ВС в секторах подхода, круга, старта и посадки. Принадлежащие им области пространства интерпретируются в ПО как фиктивный сектор системы. В то же время персонал аэродромного командно-диспетчерского пункта (АКДП) и АДП аэродрома базирования АС УВД может территориально располагаться в одном здании с РЦ, в едином технологическом цикле с которым выполнять свои функции при поддержке одних и тех же средств автоматизации. Для этого в ПО представляются параметры взлетно-посадочных полос (ВПП) основного аэродрома, схемы выхода на трассы и захода на посадку, конфигурация рабочих мест АКДП. Именно это кратко сформулировано в правильном первом ответе.

Второй ответ утверждает, что анализируемый параметр предназначен для классификации аэродромов по их классности и что основными аэродромами в АС УВД называются международные. Это противоречит определению. Ошибочен и третий ответ. Информация о состоянии погоды и средств обеспечения полетов поступает в систему не только с основных, но и с не управляемых ею аэродромов. Она доступна любому диспетчеру и вызывается на отображение по запросу щелчком мыши или с помощью

клавишной функции «Погода на аэродроме». Четвертый ответ говорит о том, что данный параметр обеспечивает принятие диспетчером решения о направлении ВС в очередь на вылет или на посадку. Такие решения обусловлены сложившейся обстановкой, приоритетностью рейса, схемами движения ВС в районе аэродрома. Ни одного из перечисленных ограничений обсуждаемый параметр не содержит. Вариант неверный.

4.10. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «ТРАССЫ И МВЛ I КАТЕГОРИИ»

Варианты ответов

1. Обеспечивает правильное эшелонирование ВС при движении по маршруту (за счет наличия данных об особенностях использования участков трасс).

2. Предназначен для организации форматно-логического контроля и для корректного расчета маршрута полета по плану.

3. Необходим для оперативной оценки пропускной способности трассовых секторов УВД в процессе регулирования потоков воздушного движения.

4. Служит для отображения на экранах рабочих мест плановых маршрутов дальнейшего движения ВС, совершающих полеты.

Информация о трассах, проложенных в контролируемом воздушном пространстве, необходима системе как для ФЛК поступающего сообщения, так и для анализа и формирования маршрута по вводимому плану, т.е. для представления траектории движения самолета в виде совокупности точек. В плане полета последовательность точек маршрута обозначена именем трассы, и для вычисления моментов их пролета заданной информации оказывается недостаточно. Для восполнения этого недостатка из параметров системы выбирается описание указанной в поле 15 плана трассы, содержащее недостающие сведения.

Первый ответ говорит, что такими данными являются разрешенные эшелоны следования и особенности участков трасс. Обсуждаемый параметр этих сведений не содержит. Для расчетов используется указанное в плане значение крейсерского эшелона, а высота на участках ее набора и снижения вычисляется на основании летно-технических характеристик ВС. Вариант неверный.

Правильный второй ответ резюмирует приведенное выше определение.

Третий ответ утверждает, что анализируемый параметр позволяет оперативно отслеживать изменения пропускной способности участков трасс. Однако хранящиеся в БД описания элементов ВП являются неизменными величинами, и такой информации не содержат. Колебания величин пропускной способности вследствие отказов технических средств, неблагоприятных погодных условий, организационных мероприятий (запрет движения) учитываются в системе в ПО другими средствами. Обновление

данных производится по мере наступления соответствующих событий по сообщениям и докладам должностных лиц.

Ошибочен и четвертый вариант. Информацию для отображения плановых траекторий ПО извлекает из рассчитанного маршрута в виде последовательности точек. Наименования трасс в таком представлении не предусмотрены. На индикаторе высвечивается ломаная линия, соединяющая затрагиваемые полетом ПОД, каждому из которых поставлен в соответствие краткий формуляр.

4.11. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «СИД/СТАР»

Варианты ответов

1. Обеспечивает ПО анализ воздушной обстановки в районе аэродрома на бесконфликтность.

2. Предназначен для организации форматно-логического контроля плана и для определения обозначений работающих ВПП.

3. Служит для описания стандартных траекторий движения в районе аэродрома и для корректного формирования и расчета маршрута полета по плану.

4. Необходим для правильного отображения маршрутов руления, обозначений работающих коридоров и воздушной обстановки в зоне ожидания.

Параметры SID/STAR необходимы системе для правильного построения маршрута движения ВС в аэродромной зоне и расчета модели набора высоты при выходе на трассу или снижения при сходе с нее. Они позволяют уточнить пространственно-временную траекторию полета, так как однозначно описывают координаты точек излома коридоров, связывающих аэродром с трассой, и ограничения по высоте пролета этих точек. Для универсальности использования коридоры привязываются не к конкретной воздушной трассе, а к какому-либо навигационному пункту, который может принадлежать нескольким трассам.

Первый вариант ответа неправильный. Параметр не учитывает характеристик маневренности ВС, например, радиусы разворота, и указывает лишь границы коридоров, а не реальные траектории. Для обнаружения потенциальных конфликтных ситуаций предусмотрены другие средства ПО. Второй ответ также ошибочен. В планах полетов указание коридоров движения в районе аэродрома является скорее исключением, чем правилом. Причина тому – зависимость назначения СИД/СТАР от направления ветра и технических причин. К тому же, составитель плана не всегда располагает информацией о схеме движения в РА. Но если программы ФЛК в ряде систем настроены на проверку правильности задания этого параметра, то вторая часть ответа – определения номера работающей ВПП – противоречит логике. Рабочая ВПП задается условиями текущей эксплуатации и не

является параметром системы.

Правильный вариант третий.

Четвертый ответ перечисляет динамические данные, не поддерживаемые обсуждаемым параметром. Ответ неверный.

4.12. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА АС УВД «СЕКТОРЫ УВД»

(УКАЖИТЕ НЕВЕРНЫЙ ВАРИАНТ)

Варианты ответов

1. Обеспечивает ПО данными для успешной реконфигурации системы при объединении и разъединении секторов УВД.

2. Предназначен для автоматизации взаимодействия секторов УВД на трассах и вне трасс.

3. Служит для правильного распределения информации по рабочим местам диспетчеров.

4. Необходим для эффективной организации использования воздушного пространства как инструмент оптимальной нарезки структуры системы.

Параметр, как известно, необходим системе для корректного распределения информации по рабочим местам диспетчеров при выдаче на отображение строк списков входа, радиолокационных и плановых треков, электронных стрипов и графика «время-путь». Технологией работы диспетчера определена необходимость объединения нескольких пространственных секторов в один с присвоением ему единого кода диспетчера. В результате, записи файла характеристик секторов УВД имеют достаточно громоздкую структуру описания допустимых конфигураций секторов и соответствующих им обозначений. Количество возможных конфигураций жестко ограничено.

В обычном понимании категория «сектор управления» подразумевает ограниченный объем ВП, в котором УВД осуществляет один диспетчер (или группа, например, диспетчеры радиолокационного управления и процедурного контроля). Наряду с секторами этого класса (секторы РЦ, подхода, круга) ПО поддерживает секторы АКДП (руления и старта-посадки), которые, строго говоря, не имеют «своего» объема ВП, но осуществляют непосредственное УВД с выходом в эфир. Более того, к категории «сектор управления» системы формально относятся и такие как АДП, инженер-синоптик (метеоператор), оператор автоматической аэродромной информационной службы (АТИС), оператор связи, сменный инженер и начальник смены АС УВД.

Первые три варианта подтверждают различные аспекты сказанного выше. Четвертый ответ напоминает о проблемах ОИВП, важное место среди которых отводится рациональной нарезке структуры секторов. Однако там речь идет о результате оптимизации, а вопрос теста рассматривает параметр,

как исходные данные для работы ПО. Для работающей системы описание секторов является не инструментом, а результатом настройки параметров. Это противоречие делает ответ неверным, т.е. тем, который следует выбрать по условиям анализа тестового задания. Правильный вариант четвертый.

4.13. КАКОМУ ИЗ ПОДСЕКТОРОВ ПРИНАДЛЕЖИТ ТОЧКА ИХ ОБЩЕЙ ГРАНИЦЫ?

Варианты ответов

1. Точка общей границы подсекторов не принадлежит ни одному из них.
2. Принадлежность точки границы какому-либо подсектору назначается органами УВД для однозначности алгоритмической схемы обработки плана.
3. Точка общей границы подсекторов принадлежит каждому из них.
4. Точке присваивается номер того подсектора, в который ВС входит в своем движении по маршруту (за исключением точки выхода из системы).

Граница (и составляющие ее точки) между любыми геометрическими фигурами не принадлежит ни одной из этих фигур. Это аксиоматическое положение обосновывает не только первый вариант ответа, но и нормы международного права (нейтральная полоса). Однако ПО АС УВД не наделяется полномочиями принимать решения в неоднозначных ситуациях, и при обработке плановых сообщений должны быть установлены однозначные критерии выбора, действующие в соответствии с технологией УВД, а не как следствие аксиом математики. Три замыкающих варианта ответов предлагают такие критерии.

Второй вариант утверждает, что признак принадлежности конкретному подсектору принудительно назначается каждой точке границы. Ответ неверный. Смысл представления ВП примыкающими друг к другу подсекторами состоит в том, чтобы дать ПО инструмент для разбиения маршрута полета на участки, принадлежащие различным секторам УВД. В точке границы заканчивается зона ответственности одного и начинается зона другого. Если же точке присвоен номер лишь одного из них, то правильно определится только участок маршрута именно этого сектора, а начало второго окажется усеченным.

Ситуацию частично разрешает третий вариант. Он пригоден в ситуациях, когда общая точка касается двух секторов. Однако большинство РУВД восточнее Урала разделено на три сектора, границы которых сходятся в точке стояния центра управления. Известны случаи, когда в одной точке сходятся границы пяти секторов УВД. Можно присваивать этой точке номера всех пограничных секторов, но такое решение не дает однозначности, потому что ВС в своем движении затрагивает не все их множество, а лишь два: передающий и принимающий. Третий вариант ошибочен.

Четвертый вариант предлагает традиционный алгоритм назначения

номера подсектора точке его границы. Однако и он не дает однозначного решения и требует дополнительных проверок логических условий для правильного распределения в секторы. Главное же, что делает ответ неправильным, состоит в том, что он уходит от вопроса тестового задания. Речь в нем идет об условном присвоении номера подсектора, а не о постоянном параметре принадлежности.

Верный вариант первый.

4.14. ПЛАНИРОВАНИЕ И КООРДИНИРОВАНИЕ ИВП

Варианты ответов

1. Состоит в процедуре выбора оптимальной последовательности полетов ВС в течение планируемого отрезка времени.
2. Заключается в согласованном разделении ответственности секторов на трассах и вне трасс за совершаемые полеты.
3. Предусматривает ежедневную активизацию расписания, прием из телеграфной сети и обработку сообщений по УВД, составление суточного плана.
4. Определяется как формирование и согласование заявки на ИВП в формате ИКАО и ее рассылка органам УВД по маршруту полета.

По определению п. 2.1.3 данного пособия, планирование и координирование ИВП состоит в четком разделении ответственности секторов на трассах и вне трасс за совершаемые полеты. Заранее устанавливаются зоны для заводских испытательных полетов, для тренировочных упражнений военных летчиков, для учебных, спортивных и развлекательных мероприятий аэроклубов. Эти зоны классифицируются как постоянно действующие и как кратковременные. Первые предназначены, например, для повышения летного мастерства военнослужащих, для запуска метеорологических аппаратов и связаны с ежедневной работой. Вторые планируются по мере необходимости (специальные задания). Наконец, в чрезвычайных обстоятельствах, координирование ИВП состоит в определенных должностными инструкциями диспетчеров мероприятиях по оказанию помощи ВС (потеря ориентации, бедствие, нападение на экипаж).

В рассмотренную схему не вписываются процедуры оптимизации последовательности полетов по расписанию, как это предлагает неправильный первый вариант ответа. Зато верный второй вариант является аннотацией этой схемы. Третий ошибочный вариант подменяет анализируемое понятие характеристикой созвучного ему этапа суточного планирования. В неправильном четвертом варианте также присутствует подмена. Здесь разговор идет о процедуре подачи заявки на полет вне расписания.

4.15. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Варианты ответов

1. Состоит в своевременном обеспечении парка ВС горюче-смазочными материалами и в его качественном техническом обслуживании.

2. Заключается в согласованном разделении функций секторов на трассах и вне трасс в процессе выполнения полетов.

3. Предусматривает комплекс мероприятий, направленных на достижение максимального хозяйственного эффекта воздушных перевозок.

4. Представлена структурой государственной службы ГА с горизонтальным разделением функций по направлениям и вертикалями связей с регионами.

Организация воздушного движения представляет собой комплекс мероприятий, направленных на достижение максимального хозяйственного эффекта воздушных перевозок. В задачи ОрВД входит согласование полетов авиации различных ведомств в рамках многомерной структуры ВП России. В качестве примера можно говорить о маршрутах полетов вне трасс с пересечениями трассового пространства. Координация действий должностных лиц секторов на трассах и вне трасс должна производиться как на этапе непосредственного управления, так и на предшествующих ему этапах. Важным шагом в этом направлении является решение задачи оптимального ИВП. С этой целью в ГА осуществляется планирование и регулирование потоков ВС. Распространенными инструментами ПО, применяемыми в целях организации потоков воздушного движения, являются средства выработки рекомендаций диспетчерам, например, о задержке вылета, о переходе на другой эшелон полета или об использовании обходных маршрутов. Завершающим этапом ОрВД является обслуживание воздушного движения. Напомним формальное определение термина: организация воздушного движения состоит из:

- обслуживания (управления) воздушного движения;
- организации потоков воздушного движения;
- организации воздушного пространства в целях УВД и ОПВД.

Первый вариант говорит о важности материально-технического обеспечения полетов. Эта область деятельности лежит в сфере эксплуатации парка ВС, поддержания его готовности как инструмента воздушных перевозок, а не об организации полетов. Ответ неверный. Согласно второму варианту, задачи ОрВД сводятся к координации действий должностных лиц различных ведомств. На самом деле, это лишь один из моментов рассматриваемой темы. Вариант неправильный. Верный третий ответ является аннотацией параграфа 4.15. Ошибочный четвертый вариант подменяет понятие организации как процесса схемой его реализации и говорит о структуре ГС ГА, а не о комплексе мероприятий.

4.16. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Варианты ответов

1. Состоит в активизации библиотеки планов полетов по расписанию и в обработке плановых сообщений, поступающих по телеграфной сети.
2. Представляет собой транспортную задачу линейного программирования с известными потоками на сети трасс и жестко заданными ограничениями.
3. Предусматривает централизацию сбора, обработки и рассылки сообщений по УВД в ГЦ ППВД, регламентирующих действия диспетчеров и пилотов.
4. Заключается в оптимальном планировании использования воздушного пространства и в уточнениях плана вследствие изменения условий реализации.

В целях обеспечения безопасности, регулярности и экономичности полетов ВС в ГА практикуется составление планов ИВП. Процесс планирования разбивается на три этапа: долгосрочный (предварительный), суточный и текущий (краткосрочный). Этапы тесно связаны, и для каждого последующего существенной частью является выход предыдущего этапа. Долгосрочное планирование полетов – это сбор и обработка информации о предполагаемых полетах на несколько месяцев, составление и координация расписания. Суточное планирование (СП) полетов – это процесс составления и координации планов полетов на предстоящие сутки. СП осуществляется на основе долгосрочного планирования, дополнительных заявок на полеты вне расписаний и ограничений, а также данных о прогнозируемом на предстоящие сутки состоянии системы организации воздушного движения (ОрВД). Краткосрочное планирование полетов – это процесс уточнения суточного плана в ходе его выполнения.

Первый ответ утверждает, что для составления безопасного, регулярного и экономичного плана полетов достаточно суммировать рейсы по расписанию и вне него. На самом деле это лишь часть работы, подготовка исходных данных для собственно планирования как выбора рационального варианта ИВП. Ответ неправильный. Сходная по характеру ошибка заложена во втором ответе. Организация потоков ВС не является задачей линейного программирования, она может быть представлена известными схемами потоков в сетях, однако лишь приближенно. Линейное программирование требует постоянства условий задачи, управляемых переменных и оптимизируемого показателя качества. Стохастические системы, к которым принадлежит АС УВД, этому требованию не удовлетворяют. Третий вариант говорит об организационной стороне процедуры. Предлагается возможная, но не самая удачная централизованная схема взаимодействия, при которой все информационные потоки замыкаются на ГЦ ЕС ОрВД. Реально в РФ действует четырехуровневая система планирования, в которой каждый ярус занят своим делом, планированием движения в собственной зоне действия с

учетом планов вышележащих ярусов. Ответ неправильный.

Верный, хотя и недостаточно конкретный, четвертый вариант.

4.17. КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ВС

Варианты ответов

1. Максимальное количество удовлетворенных заявок на полеты при ограничениях по безопасности, экономичности и регулярности движения.
2. Максимальная хозяйственная эффективность (экономическая рентабельность) воздушных перевозок в масштабах страны.
3. Минимальный риск летных происшествий при ограничениях на экономичность и регулярность полетов.
4. Максимальный объем воздушного движения в самолето-километрах.

Как и во всех составляющих ОИВП, в задачах планирования полетов используется критерий, производный от рентабельности. Экономическая эффективность авиации в среднем зависит от количества выполняемых рейсов, за обслуживание которых с авиакомпаний взимаются аэронавигационные сборы. Для роста привлекательности воздушного транспорта в глазах его пользователей необходимо выдержать несколько условий. Во-первых, должна быть обеспечена безопасность полетов, недостаточный уровень которой приводит к невосполнимым потерям авиакомпаний и заставляет потребителей пользоваться другими видами транспорта. Во-вторых, следует стремиться к сокращению издержек владельцев ВС, т.е. обеспечить экономичность их полетов, своевременно предоставляя выгодные маршруты и эшелоны. Наконец, нужно свести к минимуму вероятность диспетчерских ошибок, т.е. обеспечить им равномерную, без пиков и спадов во времени, загрузку ВП. Критерием оптимального планирования в ГА является максимально возможное количество удовлетворенных заявок на ИВП, т.е. заявок, включенных в сводный план, при ограничениях на уровень безопасности, экономичность и регулярность полетов. Еще одно ограничение накладывается самой постановкой задачи – учет государственных приоритетов.

Правильный первый ответ резюмирует сказанное. Вторым вариантом говорит о критерии эффективности всей системы организации ИВП страны, оптимизация которого только за счет качественного планирования потоков движения ВС невозможна. Без развития остальных компонентов системы пользоваться авиатранспортом будет просто невыгодно, если вообще возможно. Третий вариант формулирует критерий эффективности системы УВД, а не процесса планирования. Этап управления предназначен для реализации безопасного, регулярного, экономичного движения ВС. Аналогичная ошибка заключена в четвертом ответе. В нем предложен критерий эффективности деятельности авиапредприятия.

4.18. ОБСЛУЖИВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Варианты ответов

1. Представляет собой определение пространственного положения и курса движения каждого ВС в последовательные дискретные моменты времени.

2. Состоит в контроле динамики взаимного положения ВС и в регулировании действий пилотов при нарушении норм производства полетов.

3. Заключается в обновлении парка ВС, а также в его обеспечении горюче-смазочными материалами и в его качественном техническом обслуживании.

4. Подразделяется на этапы установления структуры ВП, технического оснащения, планирования полетов и управления воздушным движением.

Завершающим этапом ОрВД является обслуживание воздушного движения. Для понимания его задач необходимо четко разграничить взаимосвязанные понятия «аэронавигационное обслуживание» и «управление потоками» ВС. Первое означает решение задачи местоопределения (определение пространственного местоположения) и курса движения каждого ВС в последовательные дискретные моменты времени, в результате которого при необходимости производятся акты регулирования параметров полета. Второе относится не к конкретным ВС как к частным объектам, а к их общей совокупности в динамике пространственно-временного взаимного положения, составляющей поток воздушного движения. Руководствуясь измеренными значениями координат и курса каждого ВС, участвующего в движении общего потока, прогнозом (планом) развития воздушной обстановки, метеорологической информацией и знанием структуры ВП, можно предсказывать складывающуюся ситуацию и управлять ею в целях обеспечения безопасности и рентабельности авиаперевозок.

Первый ответ неверен, так как он формулирует задачу навигации ВС, которая представляет собой подготовительный этап ОВД. Его результатом являются измеренные параметры движения, которые контролируются диспетчером, т.е. сопоставляются с прогнозами последней редакции постоянно уточняемого плана ИВП. При отклонениях ВС от плана или от норм производства полетов производятся вмешательства в действия пилотов, восстанавливающие нарушенные условия. Эти акты регулирования складываются в процесс ОВД. Второй вариант правильный. Ошибочность третьего варианта состоит в том, что он закрепляет за этапом ОВД функции всей ГС ГА в целом, за исключением подготовки кадров. Похожая тенденция наблюдается и в четвертом ответе, который наделяет рассматриваемый этап функциями ОИВП.

4.19. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Варианты ответов

1. Совокупность технических средств (вычислительных, передачи данных, отображения информации и т.д.) для управления воздушным движением.

2. Совокупность технических средств и организационных комплексов для оптимального УВД по критериям безопасности, экономичности и регулярности.

3. Совокупность математических методов, организационных и технических средств, обеспечивающих рациональное управление полетами ВС.

4. Совокупность математических методов и технических средств для решения задач передачи, обработки и отображения информации по УВД.

Как и любая сложная техническая система, АС УВД относится к объектам, краткое определение которых дает лишь общее представление о предмете. Одной фразой – это совокупность математических методов, технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным процессом в соответствии с назначением. АС УВД относятся к классу жестко регламентированного режима реального времени, с высокой реактивностью на входной поток данных. Время доведения информации о состоянии процесса до удаленных абонентов составляет секунды, время обработки поступающих сообщений – миллисекунды, время принятия решения и его доведения до исполнителей – секунды. Технические средства этой территориальной системы могут развертываться на поверхности земли площадью в сотни тысяч квадратных километров. Радиолокационные комплексы, предназначенные для наблюдения движущихся ВС, удалены друг от друга и от центра управления на сотни километров и сопряжены с ним среднескоростными телекодowymi трактами передачи данных. Приемопередающие центры, через которые осуществляется связь с ВС, связаны с диспетчерами телефонными каналами и т.д.

Первый вариант концентрирует наше внимание на техническом аспекте термина. Ответ неправильный. Главным звеном в контуре управления сложной АСУ всегда является человек, принимающий решения и несущий ответственность за их последствия. Средства автоматизации предназначены лишь для оказания помощи персоналу, для исполнения рутинных операций. Второй ответ ближе к истине, он учитывает организационные моменты, включающие технологию работы диспетчера, его должностные обязанности, критерии и приоритеты принятия решений. Однако он не учитывает сложности автоматизируемого процесса, необходимости привлечения высоких технологий и развитых математических методов для достоверного

решения задач обработки измеренных и плановых данных. Этим недочетов лишен верный третий вариант. Ошибка четвертого ответа аналогична первому: в нем не отражена роль человека в УВД.

4.20. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АС УВД представляет собой:

Варианты ответов

1. Средства программной поддержки взаимодействия должностных лиц, работающих в государственной службе гражданской авиации.
2. Совокупность всех программных средств, функционирующих в авиационных системах, в том числе бортовые, абонентские, офисные, управляющие.
3. Программные средства решения навигационных задач, работающие в наземных центрах управления воздушным движением.
4. Системное и функциональное ПО для автоматизации решения задач в рамках технологии работы диспетчеров, действующее в центрах УВД.

В широком смысле ПО авиационных систем представляет собой распределенную структуру обработки данных, наследующую от «родительской» АС УВД централизованный принцип управления информационными потоками. Решение сложных задач, поставленных перед каждым элементом системы, немыслимо без компьютерной поддержки. Бортовые средства вычислительной техники помогают экипажу не только управлять полетом ВС, т.е. прокладывать курс и выбирать оптимальный режим движения, но и контролировать состояние оборудования и груза, обслуживать запросы пассажиров и т.д. Компьютерами оснащены абонентские пункты системы передачи сообщений по УВД, служащие источниками и трансляторами формализованных плановых и метеорологических сообщений. Каждая метеорологическая станция и метеобюро аэродрома решают задачу сбора измеренной и расчета прогнозируемой информации. Радиолокационные комплексы осуществляют первичную обработку прямо на позициях, передавая в центр управления цифровые кодограммы о наблюдаемых ВС. В качестве обратной связи центр посылает радарам команды юстировки антенны, выставления бланков, тестовые задачи.

В более узком смысле под ПО АС УВД понимают систему программных комплексов, работающую непосредственно в центре управления полетами. Это определение положено в основу данного курса. Как правило, вычислительную базу современных авиационных систем составляет локальная компьютерная сеть. Она включает в себя взаимодействующие программные серверы обработки радиолокационной и плановой информации, а также автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчерского и технического персонала. Сеть постоянно обменивается данными с внешним миром (источниками измеренной и прогностической

информации).

Первый вариант ошибочен, он говорит только о взаимодействии персонала ГА через компьютерную сеть, оставляя вне рассмотрения вопросы обработки полетной информации. Неверен и второй ответ, утверждающий, что термин ПО АС УВД характеризует все программные средства ГА, а не только развернутые с целью автоматизации деятельности диспетчеров УВД. Третий вариант, напротив, сужает понятие до частной задачи программной поддержки определения местоположения движущихся ВС. Это неправильно. Верный ответ четвертый.

4.21. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Варианты ответов

1. Программные средства центра УВД для решения задач обнаружения, наблюдения и экстраполяции движения ВС в реальном масштабе времени.

2. Совокупность программных средств системы для управления источниками радиолокационной информации и каналами связи с ними.

3. Программные средства для отображения диспетчерам измеренных координат движущихся ВС.

4. Программные средства для автоматического оповещения диспетчеров о входе ВС в сектор и для периодического обновления отображаемых данных.

Обработка радиолокационной информации включает задачи:

- сбор и обработка данных первичной и вторичной локации;
- процессы и критерии обнаружения, захвата, сопровождения;
- фазы ассоциации, фильтрации и экстраполяции траекторий;
- первичная, вторичная и третичная обработка РЛИ;
- обработка данных радиопеленгаторов;
- радиолокационное сопровождение в сложной обстановке (пропуски целей, ложные отметки, помехи, маневрирующие объекты);
- анализ качества прокладки траекторий.

Правильный первый вариант концентрирует в себе приведенный перечень функций КП ОРЛИ. Второй вариант ошибочно приписывает данному функциональному КП задачи системного ПО. Аналогично, отображение данных не входит в задачи обработки результатов измерений, и третий ответ неверен. Прежде, чем предстать на экране, сигнал от радара подвергается последовательности преобразований, которые вариантом не учтены. О другой частной задаче говорит и четвертый вариант, причем называемые в нем функции ближе КП обработки планов полетов и данных АЗН, чем радиолокаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Российской Федерации – М.: Воздушный транспорт, 1997.

2. Рудельсон Л.Е. Программное обеспечение автоматизированных систем управления воздушным движением. – М.: МГТУ ГА, 2003.

3. Табель сообщений о движении воздушных судов транспортной системы Российской Федерации (ТС ТА-95). – М.: Воздушный транспорт, 1997.