ФГОУ ВПО

Санкт–Петербургский Государственный

Университет Гражданской Авиации

КУРСОВАЯ РАБОТА

**Оценка эффективности организации воздушного пространства в исследуемой зоне ответственности УВД**

по дисциплине: Организация воздушного пространства

1. Особенности существующей организации воздушного пространства в зоне ответственности

* 1. Общие положения

Аэродром Ставрополь (Шпаковское) постоянный, базовый, равнинный, некатегорированный, работающий круглосуточно. Относится к классу "В" и предназначен для выполнения рейсовых, нерейсовых, международных, тренировочных и испытательных полетов.

Годен для эксплуатации ВС Ту–154, Ту–134, Ил–76, Як–42, Ил–18, Ан–12, Ан–24, Як–40 и других типов, ВС 3,4 классов и вертолетов всех типов. Является круглосуточным запасным аэродромом для ВС вышеперечисленных типов.

* 1. Краткое описание района аэродрома и зоны подхода

Аэродром Ставрополь (Шпаковское) расположен в 12 км северо-восточнее г. Ставрополь и в 4 км юго-восточнее г. Михайловск.

Географические координаты контрольной точки аэродрома:

широта с45 06.5

долгота в042 06.8

Абсолютная высота аэродрома Наэр.=453,0 м.

Номер часового пояса 2 (московский часовой пояс).

Магнитное склонение +6°.

Район аэродрома расположен над пересеченной местностью в предгорье Северного Кавказа. Рельеф юго-восточной, южной, юго-западной и западной частей района аэродрома характеризуется Ставропольской возвышенностью с максимальным превышением над уровнем моря 689м и большим количеством оврагов. Площадок для вынужденной посадки нет.

Северная часть района аэродрома равнинная, что позволяет производить подбор площадок для вынужденной посадки воздушных судов.

Восточная часть района аэродрома холмистая с максимальным превышением местности над уровнем моря 440м.

В вертикальной плоскости–от уровня аэродрома до 4800 м включительно.

* 1. Аэронавигационная структура воздушного пространства

Для входа в район аэродрома и выхода из него воздушных судов, выполняющих полеты по трассам, установлены следующие воздушные коридоры:

Коридор № 1.

Выходной и входной для участка воздушной трассы В 948. Ось коридора: КТА а/д Ставрополь – ПОД «PETUM» (с45°24´.0´´ в042°37´.0´´), МПУ–45°/225°. Максимальное превышение препятствия 538 м (труба мясокомбината, А=232° S=9,9 км). Длина коридора 51 км. Ширина коридора 10км.

Коридор № 2.

Выходной и входной для участка воздушной трассы В 947. Ось коридора: КТА а/д Ставрополь – ПОД «SIVER» (с44°53´.7´´ в042°21´.0´´), МПУ–137°/317°. Максимальное превышение препятствия 655 м (превышение рельефа, А=155° S=27 км). Длина коридора 30км. Ширина коридора 10км.

Коридор № 3.

Выходной и входной для участка воздушной трассы В 947. Ось коридора: КТА а/д Ставрополь – ПОД «PARAT» (с45°32´.0´´ в041°43´.0´´), МПУ–141°/321°. Максимальное превышение препятствий 567 м (труба завода Техуглерод А=263° S=11 км). Длина коридора 57 км. Ширина коридора 10 км

Коридор №4.

Входной и выходной для участков воздушной трассы В 948. Ось коридора: КТА Ставрополь – ПОД «NETMI» (с45°15´.0´´ в041°29´.0´´), МПУ–102°/282°. Максимальное превышение препятствия 640 м (12–ти этажное здание А=248° S=15 км). Длина коридора 52 км. Ширина 10 км.

Примечание:

Все коридоры не имеют маркировки РТС. В коридорах №№ 1, 2, 3, 4 установлены эшелоны полётов: 1500 ÷ 4800 м.

При работе аэродрома Армавир или при работе группы по активному гидрометеорологическому воздействию (градобойной группы) № 25 коридор № 4 закрыт. Подход и выход ВС осуществляется через коридор № 3.

При работе градобойной группы № 19 коридор № 2 закрыт. Подход и выход ВС осуществляется через коридор № 1. Для воздушных судов, следующих транзитом через зону ДПП на эшелоне, полёт осуществляется по обходному маршруту: Ставрополь – г.т. «TUSOK» 45°07′с 042°52′в (МПУ=081°/261°). Рубеж приёма-передачи УВД – г.т. «MAKSI» 45°07′с 042°44′в (Ам=81° S=50 км) на согласованных эшелонах. Обходной маршрут используется по согласованию с ВС ЗЦ ЕС ОрВД только для ВС Российской Федерации, при наличии постоянного радиолокационного контроля.

При отсутствии РЛК максимальное превышение препятствия по всем коридорам 1008 м (телевышка А=242° S=23,1 км).

Начало снижения ВС выполнять с установленных рубежей по разрешению диспетчера СД на режимах определенных РЛЭ с учетом требований руководящих документов и приказов, с расчетом занятия на удалении 30 км высоты не ниже эшелона перехода.

Снижение для захода на посадку производить по схемам, предусмотренным настоящей Инструкцией, согласно указаний диспетчера СД.

При наличии радиолокационного контроля и выхода ВС на контрольные ориентиры коридоров на установленных высотах разрешается снижение и заход на посадку по кратчайшему расстоянию.

При отсутствии радиолокационного контроля, а также при выходе ВС на рубеж начала снижения на высоте выше установленной, диспетчер СД обязан запретить заход на посадку по кратчайшему расстоянию. ВС, по указанию диспетчера СД, снижение и заход на посадку производит выходом на ДПРМ на эшелоне не ниже 1800 м. Дальнейшее снижение выполнять по прямоугольному маршруту захода на посадку.

В целях регулирования интервалов между ВС диспетчеру СД разрешено задавать режимы поступательной и (или) вертикальной скоростей в допустимых для данного типа ВС пределах.

При ограничении поступательной скорости с высоты 3000м до высоты полёта по кругу:

* для ВС 1,2 класса – 500 км/час;
* для ВС 3 класса – 460 км/час.

В районе аэродрома установлено два прямоугольных маршрута с МКп=70° левый круг полетов и МКп=250° правый круг полетов, которые используются в случае ухода на второй круг, для выполнения тренировочных полетов, для полетов в зоне ожидания, для захода на посадку по кратчайшему расстоянию.

Ширина прямоугольного маршрута:

* для ВС со скоростью полета по кругу более 300км/час – 8км;
* для ВС со скоростью полета по кругу 300км/час и менее – 4км;
* для ВС 4 класса и вертолетов всех типов – 3км.

В районе аэродрома Ставрополь (Шпаковское) установлены, минимальная безопасная высота (МБВ) в R-50 км, от РЛС в секторе от Ам=168° до Ам=245° - (970)м, а в секторе от Ам=245° до Ам=168° - (570)м;

Ограничительный МПС от АРП Ам=245° S=8-30км высотой от 0 до 2700м, разграничивает воздушное пространство с ведомственным аэродромом и зоной высотных препятствий в г.Ставрополь.

Эшелон перехода (Нэш.пер.) в районе аэродрома - 1500м. При давлении на аэродроме ниже 706 мм рт. ст. – Нэш.пер. = 1800 м.

Высота перехода (Нпер.) - (600)м.

Через район аэродрома проходят участки воздушных трасс. Перечень участков ВТ указан в Таблице 1.

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер ВТ. | Участок ВТ. | Протяжённость участка ВТ (км) | Эшелон на ВТ.  |
| В947 | PARATTESMI (Ставрополь)SIVER | 5630 | Х – 6900, 7200 – 9100 ВЭХ – 6900, 7200 – 9100 ВЭХ – 9100 |
| B948 | NETMITESMI (Ставрополь)PETUM | 5352 | 6900 – 91002700 – 91002700 – 9100 |

Выход из района аэродрома, а так же снижение и заход на посадку ВС осуществляют по установленным стандартным траекториям. Перечень стандартных траекторий указан в Таблице 2.

Таблица 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Наименование траектории | Протяжённость участка |
| Выход из РА с МК=70° |
| 1. | PETUM 1A | 48 км |
| 2. | PELIR 1A | 30 км |
| 3. | PELIR 1B | 46 км |
| 4. | PARAT 1 | 62 км |
| 5. | NETMI 1 | 64 км |
| Снижение и заход на посадку с МК=70° |
| 1. | PETUM 2A | 76 км |
| 2. | PETUM 2В | 80 км |
| 3. | PELIR 2A | 56 км |
| 4. | PARAT 2А | 56 км |
| 5. | PARAT 2В | 93 км |
| 6. | NETMI 1А | 47 км |
| 7. | NETMI 1В | 85 км |
| Выход из РА с МК=250° |
| 1. | PETUM 3A | 69 км |
| 2. | PETUM 3В | 76 км |
| 3. | PELIR 3A | 36 км |
| 4. | PELIR 3В | 57 км |
| 5. | PARAT 3 | 56 км |
| 6. | NETMI 3 | 45 км |
| Снижение и заход на посадку с МК=250° |
| 1. | PETUM 4A | 37 км |
| 2. | PETUM 4В | 71 км |
| 3. | PELIR 4В | 25 км |
| 4. | PELIR 4A | 47 км |
| 5. | PARAT 4А | 63 км |
| 6. | PARAT 4В | 83 км |
| 7. | NETMI 4А | 68 км |
| 8. | NETMI 4В | 82 км |

Схемы организации выхода из района аэродрома, снижения и захода на посадку ВС указаны в (Приложение №1 и №2).

1. Анализ интенсивности потоков ВС на участках маршрутов в часы пик

В целях количественной оценки уровня принимаемых в системе УВД организационно-структурных решений, а также обоснованного их выбора необходимо применение количественных показателей эффективности. На практике при разработке и выборе таких решений используется целый ряд частных показателей эффективности, позволяющих оценить уровень организации воздушного пространства с точки зрения какого-либо частного критерия. Ясно, что при обосновании организационно-структурных решений необходимо использовать несколько частных показателей, учитывающих различные критерии. Либо же необходимо иметь возможность построения и использования комплексных показателей эффективности, позволяющих в удобном и легко воспринимаемом лицом, принимающим решение, виде представлять информацию о качестве организации воздушного пространства. В связи с этим, одним из центральных вопросов при решении задач организации воздушного пространства является выбор и обоснование совокупности частных показателей эффективности.

С учетом требований адекватности, измеримости, эффективности, информативности и др. в практике организации воздушного пространства сформировался перечень таких частных показателей, применяемых для анализа принимаемых решений, как показатель загруженности зоны УВД, являющийся ключевым при решении задачи деления воздушного пространства зон ответственности УВД на секторы; показатели занятости (загруженности) диспетчера; среднее время ожидания (задержки) в воздушном пространстве зоны взлета и посадки перед заходом на посадку прилетающих воздушных судов; показатели ожидаемого количества конфликтных ситуаций; показатели пропускной способности и др.

В задании на курсовую работу решаем задачу оценки показателей загруженности  и ожидаемого суммарного количества конфликтных ситуаций  в точках схождения и пересечения воздушных трасс в анализируемой зоне ответственности:

, (1)

где: m – количество рассматриваемых потоков ВС (участков воздушных трасс и маршрутов) в данном секторе;  интенсивность k–го потока ВС (по k–му участку);  среднее время полета в исследуемой зоне одного воздушного судна в k–м потоке (по k–му участку);

, (2)

где:  норма продольного эшелонирования;  и  - значения интенсивностей пересекающихся (сходящихся) потоков воздушных судов в часы пик;  и  - средние скорости пересекающихся потоков воздушных судов ().

Рассматриваемые частные показатели эффективности организации воздушного пространства характерны тем, что в выражения (1) и (2) для определения каждого из них в качестве параметра входит значение интенсивности потоков воздушных судов .

Принцип гарантийного подхода при обеспечении безопасности воздушного движения предполагает исследование функционирования элементов системы УВД в условиях максимальной загруженности. Так как значениям интенсивности  на суточном интервале свойственна значительная изменчивость, то в выражениях (1) и (2) должно использоваться значение  интенсивности потока воздушных судов в пиковые периоды (часы пик).

Прежде всего, следует ввести следующие определения:

Потоки воздушных судов, можно определить как совокупность перемещающихся в пространстве однородных материальных объектов, траектории движения которых располагаются в заданной части воздушного пространства и имеют общие характерные признаки.

Такая совокупность будет определяться:

* условиями однородности материальных объектов (например, типы ВС, их принадлежность различным пользователям воздушного пространства и т.д.);
* границами задаваемой части воздушного пространства (например, РА, сектор УВД, ЗВП, выделенный слой ВП);
* характером, направлением и режимами движения ВС (например, вылетающие, прилетающие, транзитные ВС, потоки ВС с переменным профилем полета и т. д.);
* общими признаками траекторий движения ВС, исходя из которых можно выделить отдельные и суммарные потоки ВС.

Отдельный поток воздушных судов – совокупность движущихся в воздушном пространстве ВС отдельного маршрута (воздушной трассы), характерным признаком траекторий движения которых является обязательное пересечение (пролет) одной или более общих для всей совокупности ВС точек (рубежей) рассматриваемой части воздушного пространства.

Суммарный поток воздушных судов – суммарная совокупность движущихся в воздушном пространстве ВС, поступающих в зону ответственности органов УВД или в сектор УВД одновременно с нескольких маршрутов (воздушных трасс), характерным признаком траекторий движения которых является пересечение границ заранее выделенной части воздушного пространства (например, зон и секторов УВД).

Часы пик – это часы, число которых на суточном интервале заранее задано, с максимальным количеством ВС, поступающих на рассматриваемый элемент системы УВД в анализируемом потоке ВС;

Интенсивность потока воздушных судов в часы пик – это ожидаемое среднее значение количества ВС, поступающих на рассматриваемый элемент системы УВД в единицу времени в течение часов пик рассматриваемых суток.

В этом случае интенсивность  анализируемого потока ВС в часы пик для суток с конкретным значением  суточного количества обслуживаемых ВС может быть определена как среднее значение случайной величины , принимаемые значения которой  есть количество ВС, наблюдаемых в каждый из часов пик:

,

где ri – количество ВС, наблюдаемое в часы пик ();  количество часов пик в каждых сутках.

При решении задачи оценки эффективности организации воздушного пространства одним из вариантов может быть выбор трех часов пик в сутках, т.е. трех часов с максимальным количеством наблюдаемых воздушных судов в час в рассматриваемых сутках (T=3). Тогда интенсивность анализируемого потока воздушных судов в часы пик для конкретных суток определяется как среднее значение наблюдаемого часового количества ri воздушных судов за эти три часа:

, (3)

где – значение интенсивности в часы пик, ri - количество воздушных судов, наблюдаемых в часы пик ().

В качестве метода оценки интенсивности потоков ВС в часы пик предлагается использовать косвенный метод, заключающийся в использовании дополнительной заранее известной и легко получаемой информации, для каждого потока воздушных судов. Такой информацией может быть, например, суточное количество S воздушных судов в рассматриваемом потоке:

. (4)

Указанную зависимость можно представить также в следующем виде:

, (5)

где b – некий параметр, в общем случае зависящий от S.

Таким образом, общий вид зависимости (4) определяется характером зависимости b(S). Так, например, если предположить, что b от S вообще не зависит (b=const), то можно использовать линейную модель (5):

, (6)

где параметр b находится согласно выражению

, (7)

где n – количество исследуемых суток,  - количество ВС, наблюдаемых в каждом из трех часов пик () i-х суток; Si – общее количество ВС, обслуженных за i-е сутки.

Кроме количества ВС, обслуживаемых за сутки, конкретные значения параметра b(S) зависят также от вида потока ВС (отдельный или суммарный). Известно, что вероятностные свойства «идеального» отдельного потока ВС описываются геометрическим законом распределения, в то время как для «идеального» суммарного потока ВС характерен пуассоновский закон распределения. Для этих идеальных потоков ВС найдены аналитические выражения для определения значений b(S) и .

Встречающиеся на практике потоки ВС, как правило, не могут по своим вероятностным свойствам быть отнесены ни «идеальным» отдельным, ни «идеальным» суммарным потокам. Можно предположить, что они обладают (в каждом случае в разной степени) свойствами как отдельных, так и суммарных потоков. Такие потоки можно назвать реальными потоками ВС.

Выражения же (6) и (7) являются в этом смысле универсальными и если с практической точки зрения вполне возможно предположить, что b=const, то они могут быть использованы при оценке интенсивности в часы пик для любых потоков ВС.

На основе использования аналитических выражений для оценки интенсивности в часы пик «идеальных» потоков, а также результатов экспериментальных исследований большого количества реальных потоков ВС, составлена специальная таблица значений b(S) и (S) для всех видов потоков ВС, которая приведена в Приложении 1.

При использовании указанной таблицы в качестве входных данных о суточном количестве ВС можно использовать данные о среднем их количестве, обслуживаемом за сутки, в месяц пик, собранные при подготовке исходных данных:

, (8)

где  - количество ВС, наблюдавшихся в месяц пик;  - календарное количество суток в месяце пик.

* 1. Оценка среднего времени нахождения на управлении одного ВС в исследуемой зоне ответственности

Оценка среднего времени нахождения на связи (управлении в зоне ответственности) может быть осуществлена согласно выражению:

, (9)

где  - удельное количество ВС j-го типа (класса) в течение характерного периода наблюдения; m – количество типов воздушных судов;  - среднее время полета воздушного судна j-го типа по данному участку воздушной трассы, которое можно определить согласно выражению:

, (10)

где L – длина рассматриваемого участка воздушной трассы.

Коэффициент cj определяется отношением наблюдаемого количества nj воздушных судов j-го типа (класса) в течение характерного периода наблюдения к общему количеству n всех воздушных судов в смешанном потоке за тот же период времени:

, (где ; ). (11)

Оценка средней скорости смешанного потока ВС.

Средняя скорость  [км/ч] смешанного потока воздушных судов, включающего разнотипные воздушные суда, определяется соотношением количества воздушных судов каждого j-го типа (класса) в потоке и их скоростями :

, (12)

где m – количество типов (классов) ВС в смешанном потоке; cj – коэффициент удельного количества ВС j-го типа (класса) в смешанном потоке.

* 1. Оценка загруженности исследуемой зоны УВД

45

Показатель загруженности  определяется согласно выражению (1) с использованием значений интенсивности потоков ВС в часы пик , среднего времени полета одного воздушного судна  (или средней скорости  смешанного потока и длины  соответствующего участка), рассчитанных для каждого k–го потока (k–го участка):

.

Для определения соответствующих параметров используются выражения (6), (9) и (12).

* 1. Анализ организации сети воздушных трасс

Так как речь идет о показателе количества конфликтов в точках схождения и пересечения ВТ (маршрутов движения ВС), то необходимо:

* выделить все указанные точки на схеме ВТ (маршрутов движения ВС) исследуемой зоны ответственности;
* в каждой из точек определить наличие или отсутствие указанного вида конфликтных ситуаций;
* сформировать перечень точек схождения и пересечения ВТ (маршрутов движения ВС) исследуемой зоны, в которых могут наблюдаться конфликтные ситуации.

 При определении наличия или отсутствия конфликтов необходимо, прежде всего, учитывать следующие факторы:

* встречное или попутное движение характерно для пересекающихся потоков ВС (на встречных или попутных эшелонах следуют ВС пересекающихся потов);
* перекрытие пересекающихся попутных потоков ВС в вертикальной плоскости (характер распределения ВС в пересекающихся потоках по слоям ВП или эшелонам полета).

Для каждой -ой конфликтной точки () необходимо указать конфликтующие потоки ВС, а также определить такие их характеристики, как средняя скорость.

1. Расчётные данные

Исходя из данных Таблицы №2, определим потоки ВС в районе ответственности, сведём расчетные данные в Таблицу №3.

Примечание: стандартные траектории движения ВС по указанию диспетчера не рассчитывались в связи с отсутствием статистических данных по ним из за отсутствия полётов.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Наименование потока | Wi км/ч | Количество ВС в потоке | λпик |
| Lк км | Т-154400 | Т-134360 | Ан-26300 | Ан-72300 | Як-40300 | Як-42350 | Общее |
| Выход с МК=70 |
| 1. | PETUM 1A | 48 | 18 | 7 | 8 | 1 | 5 | 17 | 56 | 0.224 |
| 2. | PELIR 1A | 30 | 2 | - | 15 | 4 | - | 8 | 29 | 0.116 |
| 3. | PARAT 1 | 62 | - | - | 9 | 1 | 6 | - | 16 | 0.064 |
| 4. | NETMI 1 | 64 | - | - | 10 | 2 | 4 | - | 16 | 0.064 |
| Заход с МК=70 |
| 5. | PETUM 2A | 76 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 15 | 0.06 |
| 6. | PELIR 2A | 56 | 2 | - | 19 | 5 | - | 16 | 42 | 0.168 |
| 7. | PARAT 2A | 56 | - | 4 | 6 | - | 2 | - | 12 | 0.048 |
| 8. | NETMI 2A | 47 | - | - | 8 | 1 | 2 | - | 11 | 0.044 |
| Выход с МК=250 |
| 9. | PETUM 3A | 69 | 6 | 3 | 5 | 1 | 2 | 5 | 22 | 0.083 |
| 10. | PELIR 3A | 35 | 2 | - | 19 | 5 | 2 | 16 | 44 | 0.176 |
| 11. | PARAT 3 | 56 | - | 2 | 4 | 1 | 4 | - | 11 | 0.44 |
| 12. | NETMI 3 | 45 | - | - | 9 | 1 | 2 | - | 12 | 0.048 |
| Заход с МК=250 |
| 13. | PETUM 4A | 37 | 23 | 8 | 12 | 3 | 9 | 21 | 76 | 0.304 |
| 14. | PELIR 4B | 25 | 2 | 1 | 18 | 2 | 2 | 15 | 40 | 0.16 |
| 15. | PARAT 4A | 63 | - | 1 | 3 | - | 2 | - | 6 | 0.024 |
| 16. | NETMI 4A | 69 | - | - | 9 | 1 | 2 | - | 11 | 0.044 |

По исходным данным Таблицы №3 определяем:

1. PETUM 1A

СТ-154 = 0,321;

СТ-134 = 0,125;

САн-26 = 0,142;

САн-72 = 0,018;

СЯк-40 = 0,089;

СЯк-42 = 0,303

км/ч

ч

Аналогично первому вычислению рассчитываем следующие значения.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. PELIR 1A

СТ-154 = 0,068САн-26 = 0,517;САн-72 = 0,137;СЯк-42 = 0,275W2 = 319,9 км/чТ2 =0,0937 ч | 1. PARAT 1

САн-26 = 0,562;САн-72 = 0,0625;СЯк-40 = 0,375W3 = 299,4 км/чТ3 =0,207 ч |
| 1. NETMI 1

САн-26 = 0,625САн-72 = 0,125;СЯк-40 = 0,25W4 = 300 км/чТ4 =0,213 ч | 1. PETUM 2 A

СТ-154 = 0,2;СТ-134 = 0,133;САн-26 = 0,266;САн-72 = 0,0666;СЯк-40 = 0,133;СЯк-42 = 0,2W5 = 337,4 км/чТ5 =0,225 ч |
| 1. PELIR 2A

СТ-154 = 0,476;САн-26 = 0,452;САн-72 = 0,119;СЯк-40 = 0,38;СЯк-42 = 0,2W6 = 323,3 км/чТ6 =0,173 ч | 1. PARAT 2A

СТ-134 = 0,33;САн-26 = 0,5;СЯк-40 = 0,166;W7 = 318,6 км/чТ7 =0,175 ч |
| 1. NETMI 2A

САн-72 = 0,727;СЯк-40 = 0,090;СЯк-42 = 0,181W8 = 299,4 км/чТ8 =0,156 ч | 1. PETUM 3A

СТ-154 = 0,272;СТ-134 = 0,136;САн-26 = 0,227;САн-72 = 0,0454;СЯк-40 = 0,090;СЯк-42 = 0,227W9 = 299,4 км/чТ9 =0,156 ч |
| 1. PELIR 3A

СТ-154 = 0,045;САн-26 = 0,431;САн-72 = 0,113;СЯк-40 = 0,045;СЯк-42 = 0,363W10= 321,8 км/чТ10 =0,108 ч | 1. PARAT 3

СТ-134 = 0,18;САн-26 = 0,363;САн-72 = 0,090;СЯк-40 = 0,363; W11= 309,6 км/чТ11 =0,180ч |
| 1. NETMI 3

САн-26 = 0,75;САн-72 = 0,083;СЯк-40 = 0,166;W12= 299,7 км/чТ12 =0,150ч | 1. PETUM 4A

СТ-134 = 0,05;САн-26 = 0,45;САн-72 = 0,5;СЯк-40 = 0,05;СЯк-42 = 0,375W13= 347,3 км/чТ13 =0,149ч |
| 1. PELIR 4B

СТ-154 = 0,025;СТ-134 = 0,05;САн-26 = 0,45;САн-72 = 0,05;СЯк-40 = 0,05;СЯк-42 = 0,375W14= 324,3 км/чТ14 =0,077ч | 1. PARAT 4A

СТ-134 = 0,166;САн-26 = 0,5;СЯк-40 = 0,33;W15= 308,7 км/чТ15 =0,204 ч |
| 1. NETMI 4A

САн-26 = 0,818;САн-72 = 0,090;СЯк-40 = 0,090;W15= 299,4 км/чТ15 =0,230 ч |  |



Определяем ожидаемое количество ВС в точках схождения и пересечения маршрутов:



1. PARAT 1 – PETUM 2 A:

;

Аналогичным способом определяем ожидаемое количество ПКС в следующих точках c МК=70°:

1. NETMI 1 – PARAT 2A = 0,000819 ПКС/ч;
2. PETUM 2 A – PARAT 1 = 0,0091 ПКС/ч;
3. PARAT 2A – NETMI 1 = 0,000772 ПКС/ч;
4. PETUM 2A – PARAT 2A = 0,000682 ПКС/ч;
5. PARAT 2A – NETMI 2A = 0,000530 ПКС/ч;
6. PELIR 2A – PETUM 2A = 0,00249 ПКС/ч;

C МК=250°

1. PARAT 3 – NETMI 3 = 0,000501 ПКС/ч;
2. NETMI 4A – PARAT 3 = 0,000517 ПКС/ч;
3. PETUM 3A – PARAT 4A = 0,000564 ПКС/ч;
4. PARAT 4A – PETUM 3A = 0,000547 ПКС/ч;
5. NETMI 4A – PARAT 4A = 0,000282 ПКС/ч;
6. PARAT 4A – PETUM 4A = 0,000194 ПКС/ч;
7. PELIR 4A – PETUM 4A = 0,000112 ПКС/ч;