

**Лазарев Константин Петрович**

старший диспетчер ОН УВД РЦ

Объединенный (базовый) центр ОВД филиал  
«Аэронавигация Северо-Восточной Сибири»

г. Санкт-Петербург

DOI 10.21661/r-441248

**ОЦЕНКА ЗАГРУЖЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА В ЗОНЕ  
ОТВЕТСТВЕННОСТИ СЕКТОРОВ «ЗАПАД 1» И «ЗАПАД»  
ЯКУТСКОГО РЦ ЕСОРВД» И «ЗАПАД» ЯКУТСКОГО РЦ ЕСОРВД**

*Аннотация: автор статьи отмечает необходимость своевременно совершенствовать систему ОрВД, чтобы в полной мере соответствовать критериям безопасности и эффективности при ОВД, а также справляться с возрастающим объемом использования ВП.*

*Ключевые слова:* загруженность, воздушное пространство, система ОрВД.

Показатели интенсивности, взятые на предприятии за 2015 год, показывают, что месяцем пик явился месяц январь, поэтому анализу были подвергнуты потоки воздушных судов именно за этот период при существующей структуре воздушного пространства Якутского районного центра единой системы ОрВД.

Показатели интенсивности, взятые на предприятии за 2015 год, показывают, что месяцем пик явился месяц январь, поэтому анализу были подвергнуты потоки воздушных судов именно за этот период при существующей структуре воздушного пространства Якутского районного центра единой системы ОрВД. Для решения поставленной задачи необходимо было проанализировать актуальные данные и спроектировать их на ближайшее будущее в соответствие с существующей методикой автоматизированного проектирования организации воздушного пространства, сравнить полученные данные с действующими нормативами пропускной способностью и сделать соответствующие выводы и рекомендации.

В данной статье проектировалась оценка загруженности секторов данного районного центра и при необходимости разработка рекомендаций по совершенствованию организации воздушного движения.

Задачей-оценка эффективности организации воздушного пространства в зоне ответственности Якутского районного центра единой системы организации воздушного движения (Эффективность организации воздушного пространства).

В качестве области для анализа была выбрана оценка эффективности организации воздушного пространства в зоне ответственности Якутского районного центра единой системы организации воздушного движения, а также представлены данные по интенсивности, данные по основным потокам и прогнозируемым потокам за месяц пик.

Объект для анализа явилось воздушное пространство Якутского районного центра единой системы организации воздушного движения. Месяцем пик для Якутского районного центра приходится месяц январь.

Это связано с увеличением туристического потока в период новогодних каникул по популярным направлениям, таких как Япония – Европа, Китай – США, а также с увеличением спроса среди местных аэропортов.

В данной статье активно использовалась методика автоматизированного проектирования организации воздушного пространства в регионе ОВД от 31 декабря 2008 года, утвержденная генеральным директором ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» В.М. Горбенко, а также данные, собранные в отчете по учебно-производственной практике.

Госкорпорация по ОрВД создаёт и обслуживает аeronавигационную инфраструктуру на территории России, а также ведёт прочую хозяйственную деятельность в сфере организации воздушного движения. Именно по заказу Госкорпорации по ОрВД в рамках федеральных целевых программ российские промышленные предприятия выпускают аeronавигационное оборудование и системы авиационной электросвязи, а строительные компании возводят аeronавигационные объекты.

Госкорпорация по ОрВД контролирует 869 воздушных трасс общей протяжённостью более 670 000 километров. В среднем в год предприятие обслуживает около 1 млн 400 000 полётов российских и зарубежных воздушных судов.

Филиал «Аэронавигация Северо-Восточной Сибири» является одним из самых крупных в составе ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» и включает в себя 11 центров ОВД, 9 РЦ ЕС ОрВД, несколько десятков пунктов района аэродрома. Общая численность персонала составляет более 1 500 человек. Эти цифры обусловлены масштабами обслуживаемого воздушного пространства и сложностью решаемых производственных задач.

Для решения производственных задач предприятие располагает более чем 1 000 единиц различного радиотехнического оборудования. Это аэродромные и трассовые радиолокаторы, системы радионавигации и средства воздушной и наземной электросвязи.

На сегодняшний день общая площадь зон ответственности диспетчерских пунктов филиала составляет 3 780 тыс. кв. км; протяженность зоны обслуживания с запада на восток около 1 500 км, с севера на юг – более 2 400 км, протяженность трасс: международные – 34 178 км; внутренние – 46 299 км; местные воздушные линии – 97 131 км.

Выгодное географическое положение Республики Саха (Якутия) предопределяет основные направления развития системы ОрВД. За годы существования системы складываются основные потоки воздушного движения:

- система транссибирских маршрутов, связывающая страны Европейского континента с Японией и странами Юго-Восточной Азии;
- система трансполярных маршрутов, являющаяся наиболее выгодной при выполнении полётов из стран Юго-Восточной Азии в Северную Европу;
- система кроссполярных маршрутов, связывающая по кратчайшему расстоянию страны Северной Америки со странами Юго-Восточной Азии;
- система внутренних воздушных трасс, призванная обеспечить перевозку граждан и грузов из европейской части России в регионы Дальневосточного Федерального округа, а также внутриреспубликанские рейсы.

Якутский центр ОВД – самое крупное подразделение в составе филиала «Аэронавигация Северо-Восточной Сибири». Количество обслуженных ВС в зоне РЦ за год составляет более 70000 ВС. В воздушном пространстве Якутского РЦ ЕС ОрВД выполняют полеты как российские, так и иностранные авиакомпании, государственная и экспериментальная авиация. Большинство рейсов, находящихся под контролем и управлением Якутского центра ОВД – транзитные рейсы иностранных авиакомпаний. Весь персонал ОВД имеет отличную профессиональную подготовку и допущен к УВД на английском языке.

Авиатранспортная система развивается, открываются новые возможности не только для авиакомпаний, занимающихся перевозкой пассажиров. Мы можем наблюдать, что различные предприятия и компании начинают все более активно использовать авиационную технику в своих целях и интересах. Что касается нашего региона, все более актуально использование малой авиации для мониторинга за различными объектами, так как доступ к ним зачастую возможен только по воздуху. Все более широкое применение малой авиации находит МЧС (осмотр затопляемых территорий во время паводков, отслеживание очагов лесных пожаров и их непосредственное тушение, контроль состояния природных заповедников и т. д.)

Для качественного обслуживания полетов используется новейшее оборудование, разработанное фирмой «НИТА». К обслуживанию данного оборудования допущены специалисты службы ЭРТОС, прошедшие специальную подготовку.

По методике 2008 года – «потребности в использовании воздушного пространства для обеспечения полётов воздушных судов характеризуются потоками воздушного движения, формирующимися при планировании полётов авиакомпаниями и другими пользователями воздушного пространства» [5].

Количество  $M_k$  ( $k = \overline{1, m}$ ) обслуживаемых воздушных судов в месяц пик для каждого k-го потока в Якутской зоне ОВД (m – общее количество потоков ВС) с разбивкой по типам эксплуатируемых воздушных судов  $M_{ik}$  ( $i = \overline{1, n}$ , где n – количество типов воздушных судов) [6].

Для рейсов подсчитаны суммы и занесены результаты в соответствующие столбцы правой части ( $i$  – порядковый номер в списке типов обслуживаемых воздушных судов, где  $n$  – общее количество типов обслуживаемых ВС;  $k$  – порядковый номер потока ВС,  $k = \overline{1, m}$ , где  $m$  – общее количество потоков). Таким образом было сделано для каждого потока (по признаку кода потока) и каждого типа воздушного судна и были выбраны все значения оценок  $M_{peica}$ . В оставшихся пустыми ячейках графы 6 (1–19) были проставлены прочерки. В графе 7 записана сумма значений  $M_k$  общего количества обслуживаемых ВС всех типов для каждого  $k$ -го потока (последний столбец ПРИЛОЖЕНИЯ 2),  $k = \overline{1, m}$  где  $m$  – количество потоков воздушных судов (количество строк в ПРИЛОЖЕНИИ 4):

$$M_k = \sum_{i=1}^n M_{ik}.$$

По заполнению, согласно методики [5] была подсчитана общая сумма  $M$  количества обслуживаемых ВС в месяц пик. *Общее количество обслуживаемых воздушных судов за месяц пик (M) составило 3434 ВС за 2015 год.*

Количество обслуженных ВС за 2014 год (секторы «Запад 1+Запад») составило 38513 ВС, за 2015 год 43087 ВС, согласно сведениям данных по интенсивности воздушного движения Якутского Центра ЕС ОрВД [7]. Коэффициент прироста составляет 11,8%. Количество обслуженных ВС за 2022 год можно рассчитать по формуле [4]:  $M_{2022} = M_{2015} * (1,118)^7 = 3434 * (1,118)^7 = 7497$  ВС.

Для оценки загруженности секторов УВД необходимы значения ожидаемой интенсивности  $\lambda_k$  каждого  $k$ -го потока воздушных судов ( $k = \overline{1, m}$ ) по перечню в часы пик.

Согласно методике [5] предварительно необходимо оценить коэффициенты веса каждого потока ВС по формуле:

$$q_k = \frac{M_k}{M}, \quad k = \overline{1, m}, \text{ проверить: } \sum_{k=1}^m q_k = 1,00.$$

Результаты были занесены в таблицу. Все данные по расчетам были отсортированы по таблицам и занесены в файл программы для обработки табличных

данных Microsoft Excel. Далее оценим ожидаемое количество обслуживаемых ВС в зоне УВД в сутки пик:

$$S = \frac{H}{D} \cdot M ,$$

$$S_{2015} = (1,2/31) * 3434 = 114,193548$$

$$S_{2022} = (1,2/31) * 7497 = 290,2$$

где  $D$  – количество дней в месяце;  $H$  – коэффициент неравномерности распределения количества обслуживаемых воздушных судов по суткам месяца (для типового варианта  $H=1,20$  при  $M \geq 1500$  ВС/месяц) [5].

Следующим шагом выполнена оценка ожидаемой интенсивности суммарного потока поступающих в зону Якутского ОВД воздушных судов в часы пик:

$$\lambda = \frac{h}{T_{раб}} \cdot S$$

$$\Lambda_{2015} = (2,17/24) * 132,929032 = 12,018999$$

$$\Lambda_{2022} = (2,15/24) * 290,2 = 26$$

где  $T_{раб}$  – время работы Якутского РЦ ЕС ОрВД, в течение которого выполняются полеты в данной зоне (для типового варианта  $T_{раб} = 24$  часа);

$h$  – коэффициент неравномерности распределения количества обслуживаемых воздушных судов по часам суток ( $h = 2,17$  для  $110 \leq S \leq 120$  ВС/сутки).

Зная значения коэффициентов веса каждого потока и показателя ожидаемой интенсивности суммарного потока, можно оценить *ожидаемую интенсивность каждого отдельного потока воздушных судов (по перечню данного отчета) в часы пик*:

$$\lambda_k = q_k \cdot \lambda , \quad k = \overline{1, m} .$$

Результаты расчетов занесены в таблицы данной статьи.

Значения среднего времени движения воздушных судов по маршрутам в секторах УВД необходимы для определения загруженности секторов УВД по ожидаемому количеству воздушных судов на управлении [5]:

$$T_{ik} = \frac{L_k}{W_i}; \quad i = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, m},$$

где  $L_k$  – протяженность маршрута для  $k$ -го потока ВС.

Протяжённость  $L_k$  для целей деления воздушного пространства измеряется как расстояние, проходимое воздушными судами  $k$ -го потока от точки входа в зону УВД до точки выхода из зоны УВД независимо от секторов УВД

По схеме маршрутов движения ВС, с учетом маршрутов каждого потока ВС, была составлена матрица  $R$  распределения потоков ВС по секторам ОВД, каждому элементу которой  $r_k^{(s)}$  присваивается значение 1, если маршрут  $k$ -го потока ВС проходит через  $s$ -й сектор, и значение 0, если не проходит.

$Rk1$  – соответствует сектору «Запад 1»,  $Rk2$  – сектору «Запад».

Перед тем, как оценить среднее время нахождения одного воздушного судна в каждом  $s$ -м секторе, вычислим  $q^{(s)}$  – коэффициент веса интенсивности  $\lambda^{(s)}$  потока ВС, поступающих в  $s$ -й сектор УВД в часы пик в общем потоке воздушных судов  $\lambda$  зоны ОВД. Можно использовать формулу [5]:

$$q^{(s)} = \sum_{k=1}^m r_k^{(s)} q_k, \quad \sum_{s=1}^{\eta} q^{(s)} \geq 1$$

В данной курсовой работе для расчета использовались методы матрицы потоков и возможности программы Microsoft Excel [5]:

$$q1 = 0,6465; \quad q2 = 0,5458;$$

По методике для каждого сектора УВД подсчитаем суммарную интенсивность потока ВС, поступающих в сектор в часы пик [5]:

$$\lambda^{(s)} = \sum_{k=1}^m r_k^{(s)} \lambda_k, \quad s = \overline{1, \eta}.$$

Суммарная интенсивность потока ВС, поступающих в сектор «Запад 1» в часы пик 10,7354

Суммарная интенсивность потока ВС, поступающих в сектор «Запад» в часы пик 4,51.

Далее оценим среднее время  $T^{(s)}$  нахождения одного воздушного судна в каждом  $s$ -м секторе ОВД [5; 6]:

$$T^{(s)} = \frac{1}{q^{(s)}} \sum_{k=1}^n q_k T_k^{(s)} \quad [6]$$

$$T1 = (1/0,6465)*21,4309 = 33,149110$$

$$T2 = (1/0,5448)*16,2739 = 29,871328$$

Показатели нормативно-пропускной способности для обоих секторов Якутского районного центра ЕС ОрВД одинаковы:  $\mu = 24$ .

После анализа и расчетов можно определить нормативы допустимой загруженности секторов УВД по формуле [5]:

$$N_{don}^{(s)} = \mu^{(s)} \cdot T^{(s)}, \quad s = \overline{1, \eta}.$$

*Расчет для сектора «Запад 1»:*

$$N1_{don} = 24 * 33,149110 = 13,26 BC;$$

*Расчет для сектора «Запад»:*

$$N2_{don} = 24 * 29,871328 = 11,95 BC;$$

В соответствие с методикой оценим загруженность  $N^{(s)}$  каждого  $s$ -го сектора УВД (среднее количество ВС одновременно на управлении у диспетчера в часы пик) [5]:

$$N^{(s)} = \sum_{k=1}^n \lambda_k T_k^{(s)}, \quad s = \overline{1, \eta}.$$

*Расчет для сектора «Запад 1» на 2015 год:*

$$N1 = 5,25 BC;$$

*Расчет для сектора «Запад» на 2015 год:*

$$N2 = 2,37 BC;$$

*Расчет для сектора «Запад 1» на 2022 год:*

$$N1 = 12,31 BC;$$

*Расчет для сектора «Запад» на 2022 год:*

$$N2 = 4,42 BC.$$

По результатам расчетов «Диаграммы загруженности секторов ОВД «Запад 1» и «Запад» по ожидаемому количеству ВС на управлении у диспетчера в 2022 году

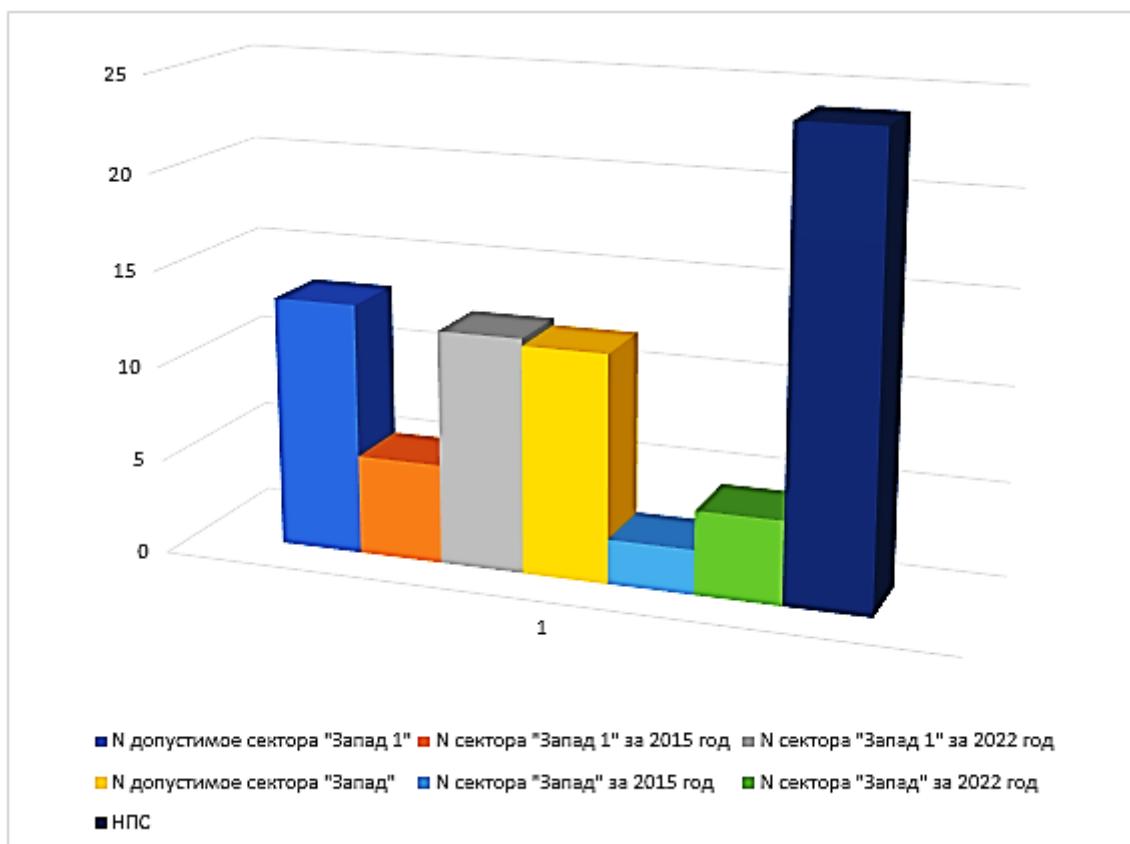


Рис. 1. Диаграмма загруженности секторов ОВД «Запад 1» и «Запад» по ожидаемому количеству ВС на управлении у диспетчера в 2022 году

*Выводы.* В статье определены нормативы допустимой загруженности секторов ОВД в зоне ответственности Якутского РЦ ЕС ОрВД. Для сектора «Запад 1» норматив составил 13 ВС, для сектора «Запад» он составил 12 ВС. А также рассчитана загруженность каждого сектора ОВД, т.е. среднее количество воздушных судов на управлении у диспетчера в часы пик. Для сектора «Запад 1» результат за 2015 год составил 5,25 ВС, а для сектора «Запад» 2,37 ВС. Для сектора «Запад 1» за 2022 год будет составлять 12,31 ВС, а для сектора «Запад» за 2022 4,42 ВС. Большая разница в значениях между нормативами допустимой загруженности и оцененной загруженности секторов может говорить о возможности объединения двух действующих секторов в один до дальнейшего роста количества обслуживаемых воздушных судов, который наблюдается ежегодно.