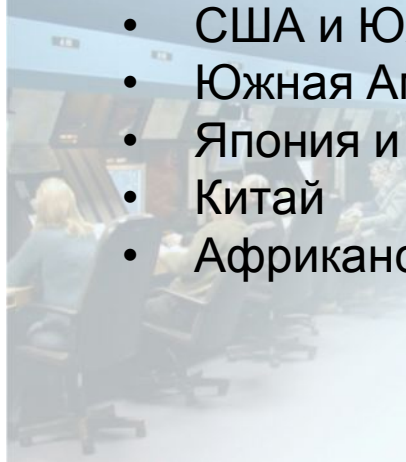


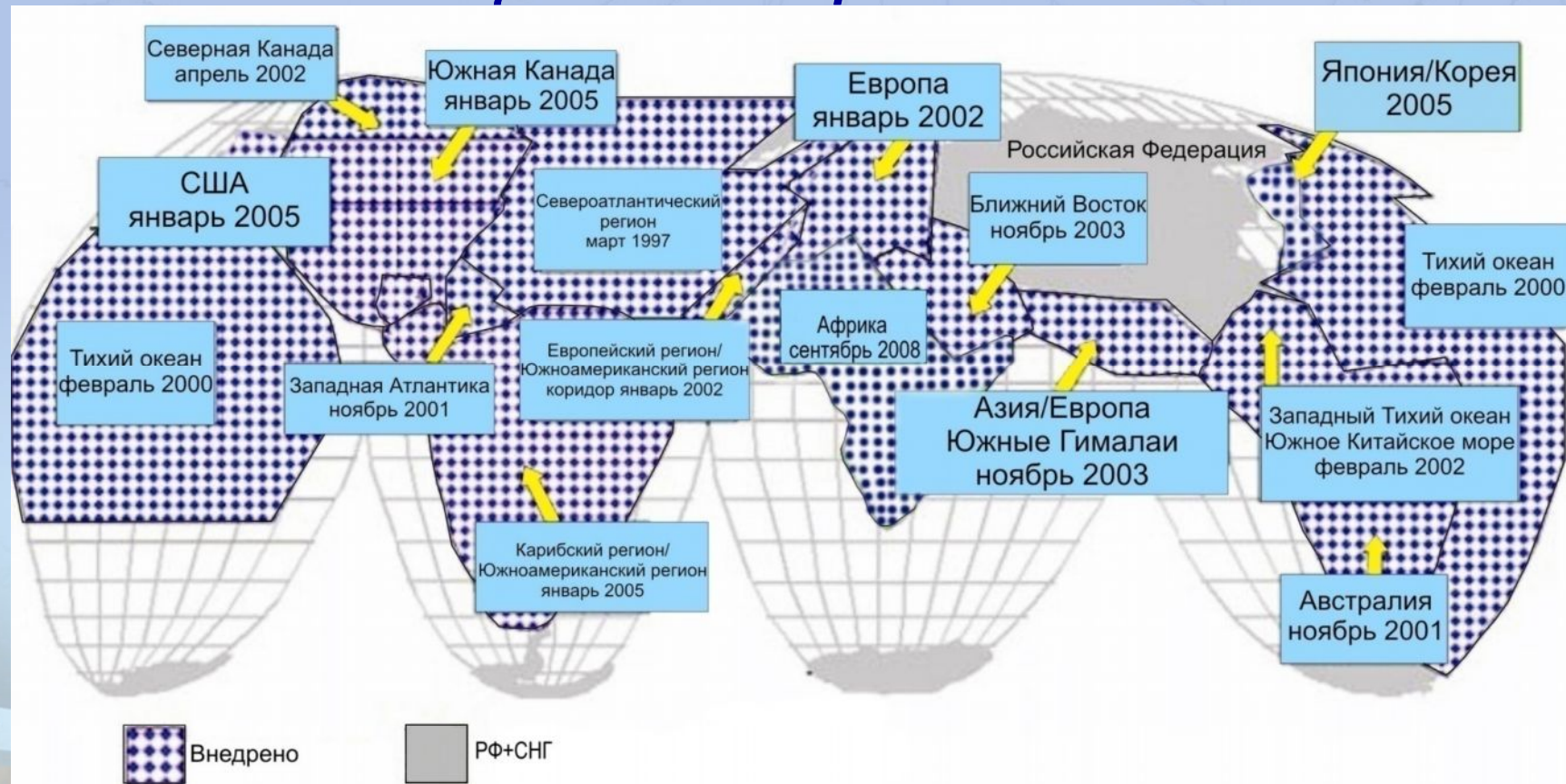
***Моделирование обслуживания
воздушного движения в условиях
сокращенных интервалов
вертикального эшелонирования ВС***

История внедрения RVSM в различных регионах мира

- Северная Атлантика Март 1997
- Центрально-Тихоокеанский регион Февраль 2000
- Ирландия Соединенное Королевство Апрель 2001
- Австралия Ноябрь 2001
- Западно-Европейский регион Январь 2002
- Западно-Тихоокеанский регион и Южно-Китайской море Февраль 2002
- Северная Канада Апрель 2002
- Регион Среднего Востока Ноябрь 2003
- Азиатско-Европейские маршруты, Южные Гималаи, и Бенгальский залив Ноябрь 2003
- США и Южная Канада Январь 2005
- Южная Америка и Караибский бассейн Январь 2005
- Япония и Южная Корея Сентябрь 2005
- Китай Декабрь 2007
- Африканский регион Сентября 2008



Карта внедрения RVSM



Состояние внедрения RVSM в соседних с РФ странах



- Российская Федерация



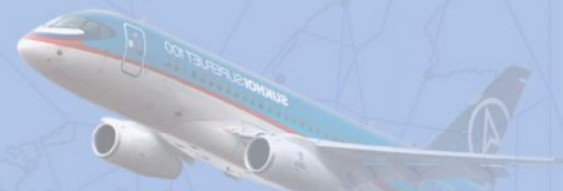
- Страны СНГ, ожидающие внедрения RVSM в РФ



- RVSM внедрён

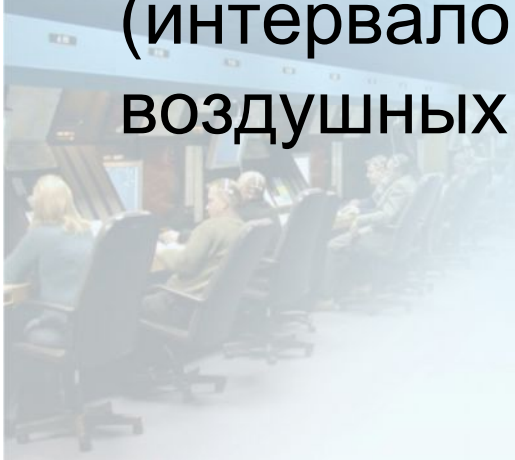
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

1. Отсутствие RVSM не позволяет улучшить экономические показатели авиакомпаний за счет использования выгодных эшелонов
2. Не используются резервы повышения пропускной способности (особенно при «пиковых» нагрузках в загруженных зонах УВД)
3. По периметру российского воздушного пространства имеются «буферные зоны» с переменным профилем полета, которые существенно осложняют работу как экипажей ВС, так и диспетчерского состава
4. Экипажи ВС вынуждены выполнять полеты в разных странах по различным правилам, что неблагоприятно влияет на безопасность полетов



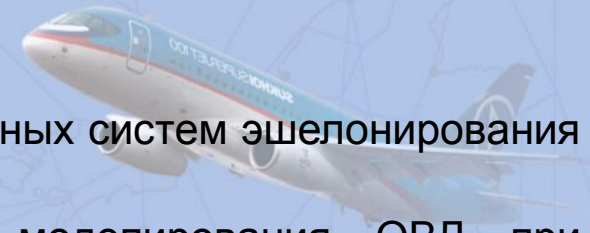
Цель работы

Подготовка материалов на основе экспериментальных исследований, позволяющих обоснованно подойти к принятию решения о внедрении приемлемой для воздушного пространства Российской Федерации системы сокращенных норм (интервалов) вертикального эшелонирования воздушных судов (RVSM).



Основные этапы работы

1. Подготовка краткого описания сравниваемых систем вертикального эшелонирования.
2. Подготовка моделирования ОВД
 - Разработка методики оценки сравнения различных систем эшелонирования по результатам моделирования ОВД
 - Обоснование и разработка сценариев моделирования ОВД при применении в РФ различных систем эшелонирования
 - Модернизация ПО моделирующего комплекса
 - Ввод структуры ВП, потока ВС и разработка упражнений для проведения полунатурного моделирования
 - Подготовка раздаточных материалов для проведения моделирования и сбора экспертных предпочтений
 - Создание экспертной группы
3. Проведение полунатурного моделирования ОВД при использовании различных систем эшелонирования в Санкт-петербургском государственном университете ГА
4. Формирование диспетчерской оценки
5. Обработка полученных в процессе моделирования данных и построение иерархии предпочтений систем эшелонирования
6. Разработка методики сравнения систем эшелонирования по критерию безопасности полетов при ОВД
7. Построение иерархии систем эшелонирования по критерию безопасности полетов
8. Подготовка заключения и формирование отчета о проделанной работе



“СЭ ИКАО”

Абсолютная высота выражается только в футах
(до FL 410 – через 1000 футов,
а от FL 430 и выше - через 2000 футов)

FL	← ИПУ=180°-359° футы	→ ИПУ=000°-179° футы
510	51000	
490		49000
470	47000	
450		45000
430	43000	
410		41000
400	40000	
390		39000
380	38000	
370		37000
360	36000	
350		35000
340	34000	
330		33000
320	32000	
310		31000
300	30000	
290		29000
280	28000	
270		27000
260	26000	
250		25000

“СЭ РФ”

Абсолютная высота выражается только в метрах
(до 8400 м – интервалы эшелонирования через 300 м;
от 8400 м до 8900 м – 500 м;
от 8900 м до 12500 м – 300 м;
от 13100 м и выше - 600 м)

← ИПУ=180°-359° метры	→ ИПУ=000°-179° метры
15500	
	14900
14300	
	13700
13100	
	12500
12200	
	11900
11600	
	11300
11000	
	10700
10400	
	10100
9800	
	9500
9200	
	8900
8400	
	8100
7800	
	7500

“СЭ Кумай”

Абсолютная высота выражается как в метрах, так и в футах. В слое RVSM полеты выполняются на эшелонах, выраженных в футовом эквиваленте и находящихся на 100 футов ниже эшелонов, установленных стандартом ИКАО (согласно AIP Китая)

FL	← ИПУ=180°-359°		→ ИПУ=000°-179°	
	метры	(футы)	(футы)	метры
490			(48900)	14900
470	14300	(46900)		
450			(44900)	13700
430	13100	(43000)		
410			(41100)	12500
400	12200	(40100)		
390			(39100)	11900
380	11600	(38100)		
370			(37100)	11300
360	11000	(36100)		
350			(35100)	10700
340	10400	(34100)		
330			(33100)	10100
320	9800	(32100)		
310			(31100)	9500
300	9200	(30100)		
290			(29100)	8900
280	8400	(27600)		
270			(26600)	8100
260	7800	(25600)		
250			(24600)	7500

“СЭ РБ”

Абсолютная высота выражается метрах. Высота эшелонов в метрах кратна 50-ти метрам и в пересчете на футы практически совпадает с эшелонами ИКАО в футах
 (от 1500 м до 1850 м – интервал эшелонирования через 350 м; от 1850 м до 3950 м – 300 м;
 от 3950 м до 4300 м – 350 м; от 4300 м до 7900 м – 300 м; от 7900 м до 8250 м – 350 м;
 от 8250 м до 10950 м – 300 м; от 10950 м до 11300 м – 350 м; от 11300 м до 14300 м – 300 м;
 от 14300 м до 14950 м – 650 м; от 14950 м до 15550 м – 600 м)

FL	←		→	
	ИПУ=180°-359°		ИПУ=000°-179°	
	метры	(футы)	(футы)	метры
490			(49000)	14950
470	14300	(47000)		
450			(45000)	13700
430	13100	(43000)		
410			(41000)	12500
400	12200	(40000)		
390			(39000)	11900
380	11600	(38000)		
370			(37000)	11300
360	10950	(36000)		
350			(35000)	10650
340	10350	(34000)		
330			(33000)	10050
320	9750	(32000)		
310			(31000)	9450
300	9150	(30000)		
290			(29000)	8850
280	8550	(28000)		
270			(27000)	8250
260	7900	(26000)		
250			(25000)	7600

“СЭ РБ+РФ”

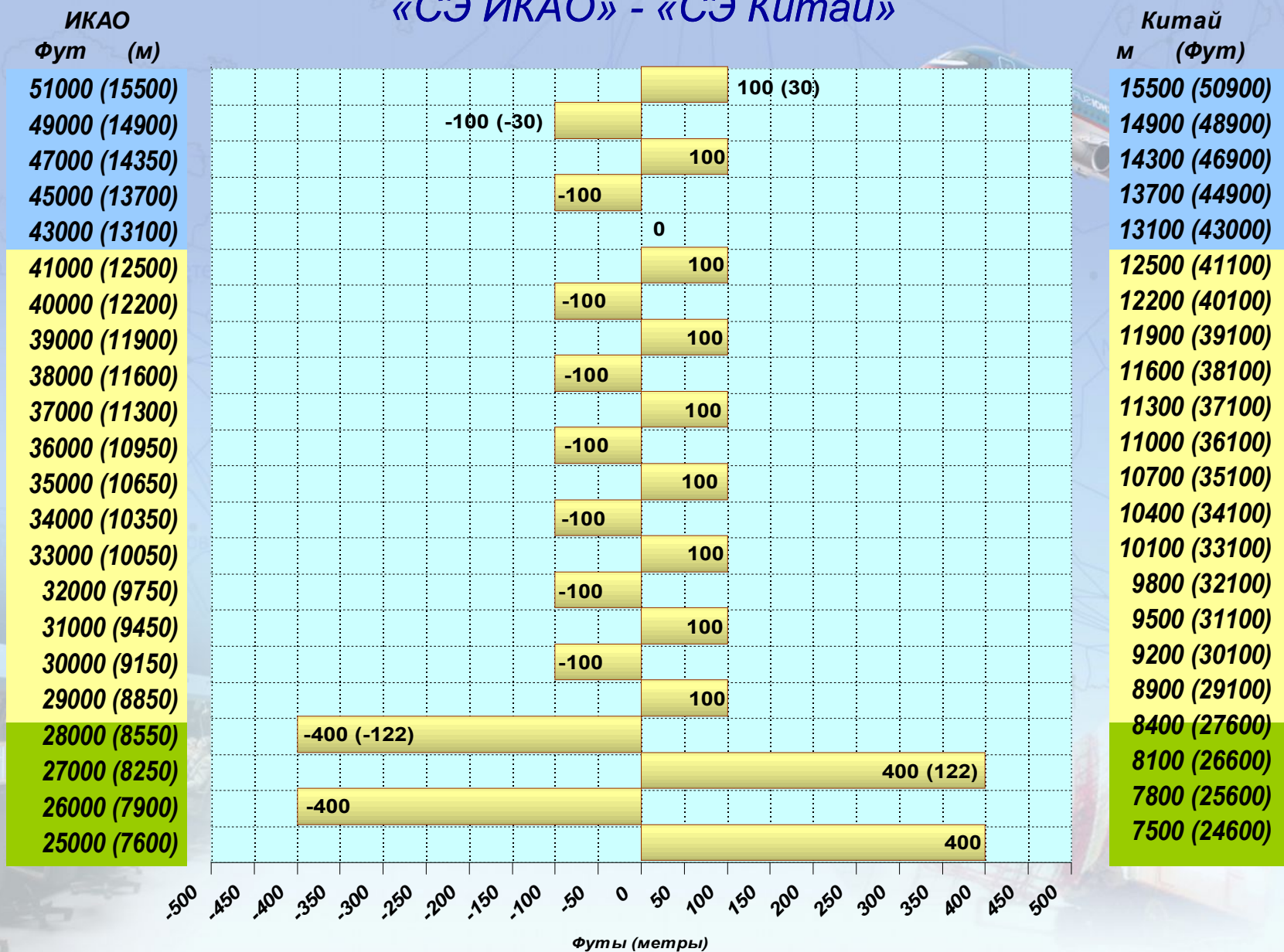
Абсолютная высота выражается только в метрах до эшелона 8850м и
свыше эшелона 12500м, а в слое RVSM в метрах и футах в
соответствии с таблицей крейсерских эшелонов ИКАО
(Добавление 3 Приложения 2)

FL	← ИПУ=180° - 359°		→ ИПУ=000° - 179°	
	метры	(футы)	(футы)	метры
510	15500			
490				14900
470	14300			
450				13700
430	13100			
410			(41000)	12500
400	12200	(40000)		
390			(39000)	11900
380	11600	(38000)		
370			(37000)	11300
360	10950	(36000)		
350			(35000)	10650
340	10350	(34000)		
330			(33000)	10050
320	9750	(32000)		
310			(31000)	9450
300	9150	(30000)		
290			(29000)	8850
280	8400			
270				8100
260	7800			
250				7500

Буферная зона «СЭ ИКАО» - «СЭ Китай»

ИКАО				Китай	
FL	Футы	Эквив. метры	← ИПУ=180°-359° ИПУ=000°-179° →	Метры	Эквив. футы
510	51000	(15550)	←	15500	(50900)
490	49000	(14950)	→	14900	(48900)
470	47000	(14350)	←	14300	(46900)
450	45000	(13700)	→	13700	(44900)
430	43000	(13100)	←	13100	(43000)
410	41000	(12500)	→	12500	(41100)
400	40000	(12200)	←	12200	(40100)
390	39000	(11900)	→	11900	(39100)
380	38000	(11600)	←	11600	(38100)
370	37000	(11300)	→	11300	(37100)
360	36000	(10950)	←	11000	(36100)
350	35000	(10650)	→	10700	(35100)
340	34000	(10350)	←	10400	(34100)
330	33000	(10050)	→	10100	(33100)
320	32000	(9750)	←	9800	(32100)
310	31000	(9450)	→	9500	(31100)
300	30000	(9150)	←	9200	(30100)
290	29000	(8850)	→	8900	(29100)
280	28000	(8550)	←	8400	(27600)
270	27000	(8250)	→	8100	(26600)
260	26000	(7900)	←	7800	(25600)
250	25000	(7600)	→	7500	(24600)

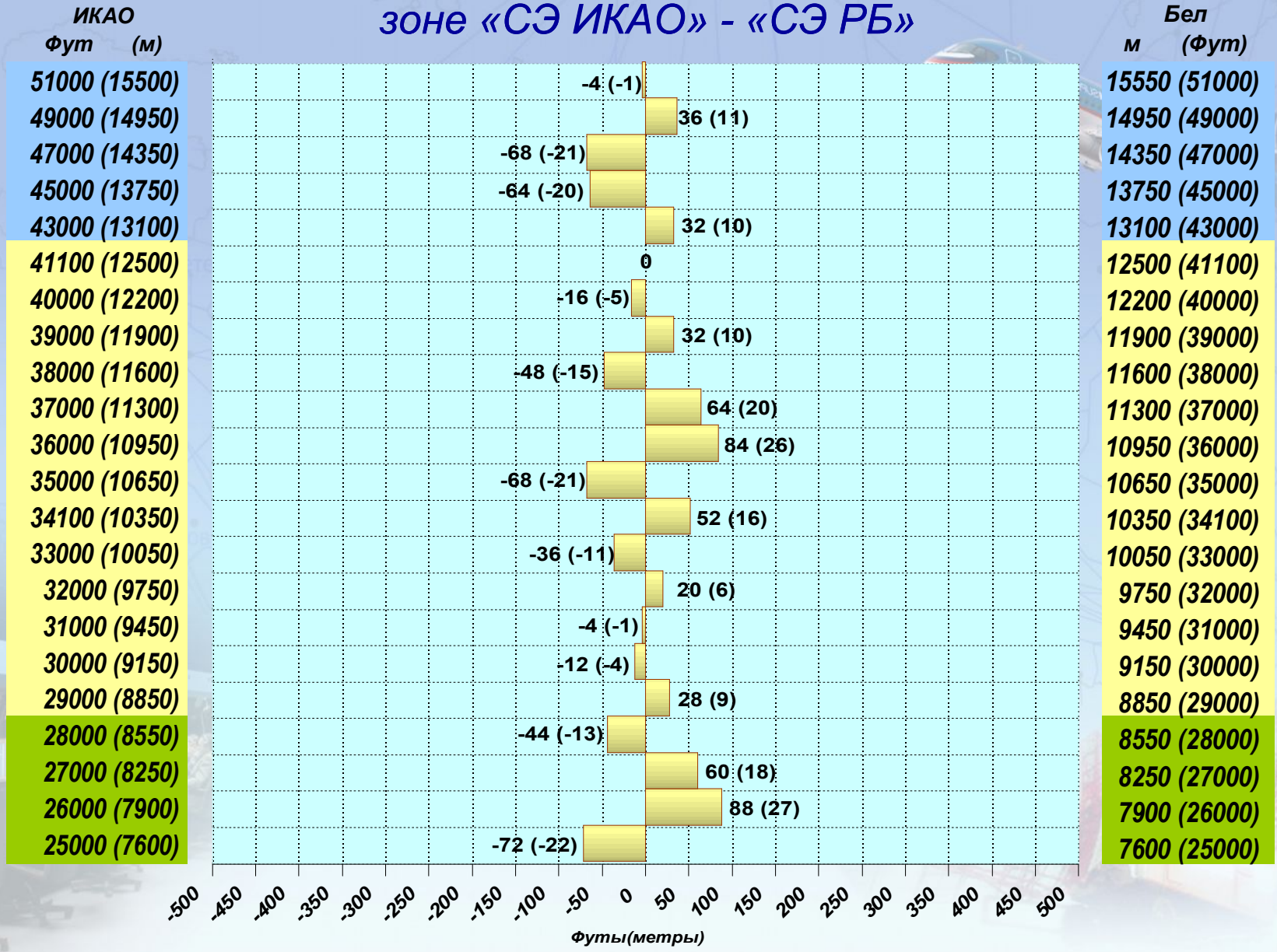
Величина изменения высоты полета в буферной зоне «СЭ ИКАО» - «СЭ Кунтай»



Буферная зона «СЭ ИКАО» - «СЭ РБ»

ИКАО				Беларусь		
FL	Футы	Эквив. метры	← ИПУ=180°-359° ИПУ=000°-179° →	Метры	Эквив. футы	FL
510	51000	(15550)	←	15550	(51000)	510
490	49000	(14950)	→	14950	(49000)	490
470	47000	(14350)	←	14300	(47000)	470
450	45000	(13700)	→	13700	(45000)	450
430	43000	(13100)	←	13100	(43000)	430
410	41000	(12500)	→	12500	(41000)	410
400	40000	(12200)	←	12200	(40000)	400
390	39000	(11900)	→	11900	(39000)	390
380	38000	(11600)	←	11600	(38000)	380
370	37000	(11300)	→	11300	(37000)	370
360	36000	(10950)	←	10950	(36000)	360
350	35000	(10650)	→	10650	(35000)	350
340	34000	(10350)	←	10350	(34000)	340
330	33000	(10050)	→	10050	(33000)	330
320	32000	(9750)	←	9750	(32000)	320
310	31000	(9450)	→	9450	(31000)	310
300	30000	(9150)	←	9150	(30000)	300
290	29000	(8850)	→	8850	(29000)	290
280	28000	(8550)	←	8550	(28000)	280
270	27000	(8250)	→	8250	(27000)	270
260	26000	(7900)	←	7900	(26000)	260
250	25000	(7600)	→	7600	(25000)	250

Величина отлчия высот эквивалентных эшелонов полета в буферной зоне «СЭ ИКАО» - «СЭ РБ»



Принципы формирования экспертной группы

1. Действующие диспетчеры с опытом работы в пространстве с RVSM.
2. Действующие диспетчеры средней квалификации без опыта ОВД в пространстве с RVSM.
3. Представители службы движения с опытом внедрения RVSM.
4. Представители летного состава, имеющие опыт летной работы в пространстве с RVSM и с опытом работы пилотом-инструктором.

Диспетчерский и инструкторский состав Петербургского центра УВД, представители Московского, Ростовского и Калининградского Центров, Специалисты Северо-Западного филиала Госкорпорации по ОрВД.

Моделирование проводилось на тренажере «Эксперт» в СПб ГУ ГА.

Документирование формальных параметров работы диспетчеров

Обеспечивалась автоматическая запись следующих групп параметров:

1. Количество КС и ПКС:

- общее время упражнения;
- количество ВС;
- общее время полёта с переменным профилем для всех ВС;
- общее количество команд на изменение высоты;
- время полёта в снижении, в наборе и в горизонте, как общее, так и по отдельным ВС.

2. Время полёта с переменным профилем.

3. Время, проведенное на радиосвязи:

- общее время, проведенное на радиосвязи,
- количество сеансов радиосвязи.

Моделирующий комплекс



Моделирование проводилось на тренажере С-Пб ГУГА на базе доработанной версии системного диспетчерского тренажера «Эксперт - 3», который обеспечивает возможность оперативного изменения структуры ВП, потока ВД, а также программного обеспечения (ПО).

Обсуждение результатов моделирования



Моделирование обслуживания воздушного движения



Диспетчерская оценка

Диспетчерская оценка была сформирована на основании:

- Обсуждения моделируемой системы RVSM до начала проведения упражнения;
- Практики ОВД в процессе проведения эксперимента;
- Обсуждение результатов каждого упражнения;
- Докладов экспертов из Калининграда и Ростова об опыте реальной работы в системе RVSM;
- Доклада эксперта из Москвы о необходимости и проблемах внедрения системы RVSM в Московской зоне ЕС ОрВД;
- Доклад пилота-инструктора о бортовом оборудовании RVSM, правилах установки высотомеров, об опыте выполнения полетов в Европейском регионе в RVSM.

В соответствии с диспетчерской оценкой для внедрения предложены следующие СЭ:

«СЭ ИКАО»

«СЭ РБ»

Результаты оценки систем эшелонирования на основе метода экспертных предпочтений

Уровень приоритета

- «СЭ ИКАО» – 0,307
- «СЭ РБ» – 0,225
- «СЭ РФ» – 0,191
- «СЭ Китай» – 0,165
- «СЭ РБ+РФ» – 0,112.

Результаты сравнения систем вертикального эшелонирования по критерию безопасности полетов

Средняя вероятность вертикального перекрытия на смежных
эшелонах :

1. «СЭ ИКАО» - $1,56 \times 10^{-7}$
2. «СЭ РБ» и «СЭ РБ+РФ» - $1,57 \times 10^{-7}$
3. «СЭ Китай» - $2,94 \times 10^{-7}$
4. «СЭ РФ» - $3,42 \times 10^{-7}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении сравнения систем вертикального эшелонирования на основании:

- общей диспетчерской оценки;
- построения иерархий на основе экспертных предпочтений с использованием парных сравнений;
- сравнительной оценки безопасности полетов при ОВД,

системы:

- **«СЭ ИКАО»** - футовая система вертикального эшелонирования, где абсолютная высота эшелонов соответствует таблице эшелонов ИКАО, применяемой большинством государств мирового сообщества и
- **«СЭ РБ»** - метровая система вертикального эшелонирования с кратностью 50 метров, где абсолютная высота эшелонов соответствует таблице эшелонов ИКАО, а полеты и ОВД могут осуществляться как в футах, так и метрах на всех эшелонах

признаны наилучшими во всех трех случаях.