

Семинар «Современные средства и методы навигации»  
Санкт-Петербург, 24-25 апреля 2008 г.

# ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА И ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ ВЫСОТ ПОЛЕТА

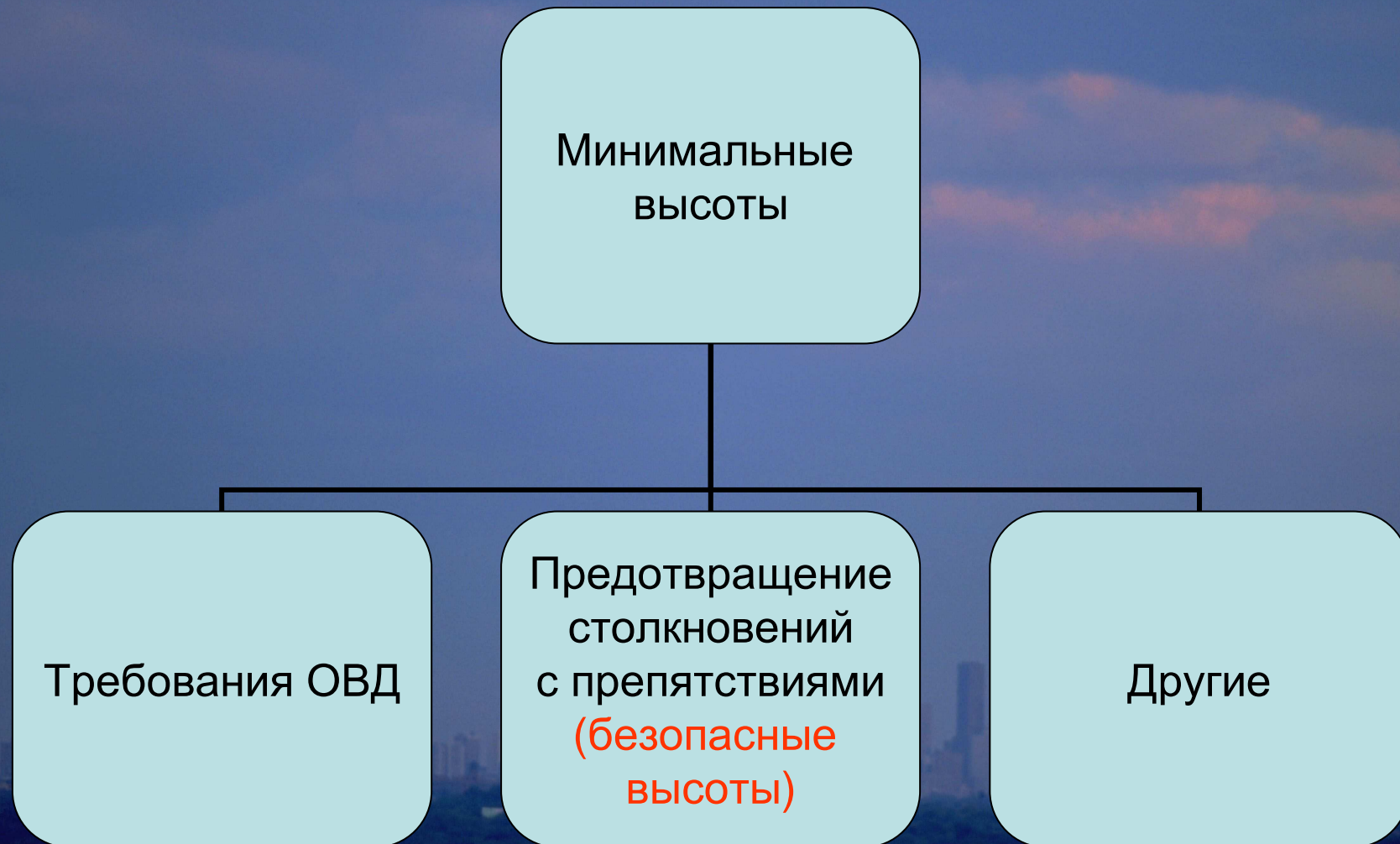
Ю.Н.Сарайский

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

# Высоты бывают разные по назначению...



# Минимальные высоты могут быть ограничены различными факторами



# Нормативные документы

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ

- Приложение 2. Правила полетов
- Приложение 6. Эксплуатация воздушных судов
- Приложение 11. Обслуживание воздушного движения
- Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов (2006).

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ

- НПП ГА-85
- НШС ГА-86
- Руководство по построению аэродромных схем и определению безопасных высот пролета препятствий (1994)
- Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве РФ (2003)

# Приложение 11.

## Обслуживание воздушного движения

### 2.21 Минимальные абсолютные высоты полета

Минимальные абсолютные высоты полета устанавливаются и публикуются каждым

Договаривающимся государством для каждого маршрута ОВД и диспетчерского района над его территорией. Устанавливаемая минимальная абсолютная высота полета обеспечивает минимальный запас высоты над контрольным препятствием, расположенным в пределах данных районов.

*Примечание. Требования, относящиеся к публикации государствами минимальных абсолютных высот полета и критериев, используемых при их установлении, содержатся в добавлении 1 к Приложению 15. Подробные критерии пролета препятствий содержатся в главе 3 части VI тома I, а также части III и части VI тома II PANS-OPS. (Doc 8168).*

# Приложение 2. Правила полетов

## 5.1.2 Минимальные эшелоны полета

За исключением тех случаев, когда это необходимо при взлете или посадке, или за исключением тех случаев, когда на это выдается специальное разрешение соответствующим полномочным органом, полеты по ППП выполняются на уровне не ниже минимальной абсолютной высоты полета, установленной государством, над территорией которого выполняется полет, или там, где такая минимальная высота не установлена:

- а) над возвышенностями или горной местностью на высоте, которая превышает по крайней мере на 600 м (2000 фут ) самое высокое препятствие, находящееся в пределах 8 км от расчетного местоположения воздушного судна;
- б) в любых других, помимо упомянутых в подпункте а) случаях, – на высоте, которая превышает по крайней мере на 300 м (1000 фут ) самое высокое препятствие, находящееся в пределах 8 км от расчетного местоположения воздушного судна.

## Приложение 6. Эксплуатация воздушных судов

### 4.2.6 Минимальные абсолютные высоты полета

4.2.6.1 Эксплуатанту разрешается устанавливать минимальные абсолютные высоты полета на тех маршрутах, на которых государством, над территорией которого выполняется полет, или государством, отвечающим за обеспечение полетов, были установлены минимальные абсолютные высоты полета, при условии, что они будут не меньше тех, которые были установлены этим государством, кроме случаев, когда на это имеется специальное разрешение.

4.2.6.2 Эксплуатант указывает метод, с помощью которого он намерен определять минимальные абсолютные высоты для полетов, выполняемых по маршрутам, где не были установлены минимальные абсолютные высоты государством, над территорией которого выполняются данные полеты, или государством, отвечающим за обеспечение полетов, и включает этот метод в руководство по производству полетов. Минимальные абсолютные высоты полетов, определяемые в соответствии с вышеуказанным методом, не меньше, чем указанные в Приложении 2.


# Нормативные документы

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ

- Приложение 2. Правила полетов
- Приложение 6. Эксплуатация воздушных судов
- Приложение 11. Обслуживание воздушного движения
- Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов (2006).

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ

- НПП ГА-85
- НШС ГА-86
- Руководство по построению аэродромных схем и определению безопасных высот пролета препятствий (1994)
- Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве РФ (2003)

A photograph of a city skyline at dusk, with an airplane flying in the sky. The sky is a deep blue with some light clouds. The city skyline is visible in the background, with several tall buildings. The airplane is in the lower left quadrant of the image, flying towards the right. The text is overlaid on the sky in white.

**«Единая методика расчета высот  
(эшелонов) полета воздушного  
судна»**

**(Приложение 1 к ФАП ПВП РФ)**

**«Единая методика расчета высот  
(эшелонов) полета воздушного  
судна»**

**(Приложение 1 к ФАП ПВП РФ)**

**шаг вперед и два шага назад**



# Изменения в ФАП полетов в воздушном пространстве Российской Федерации 11.06.2003 № 10.1.14-503ГА

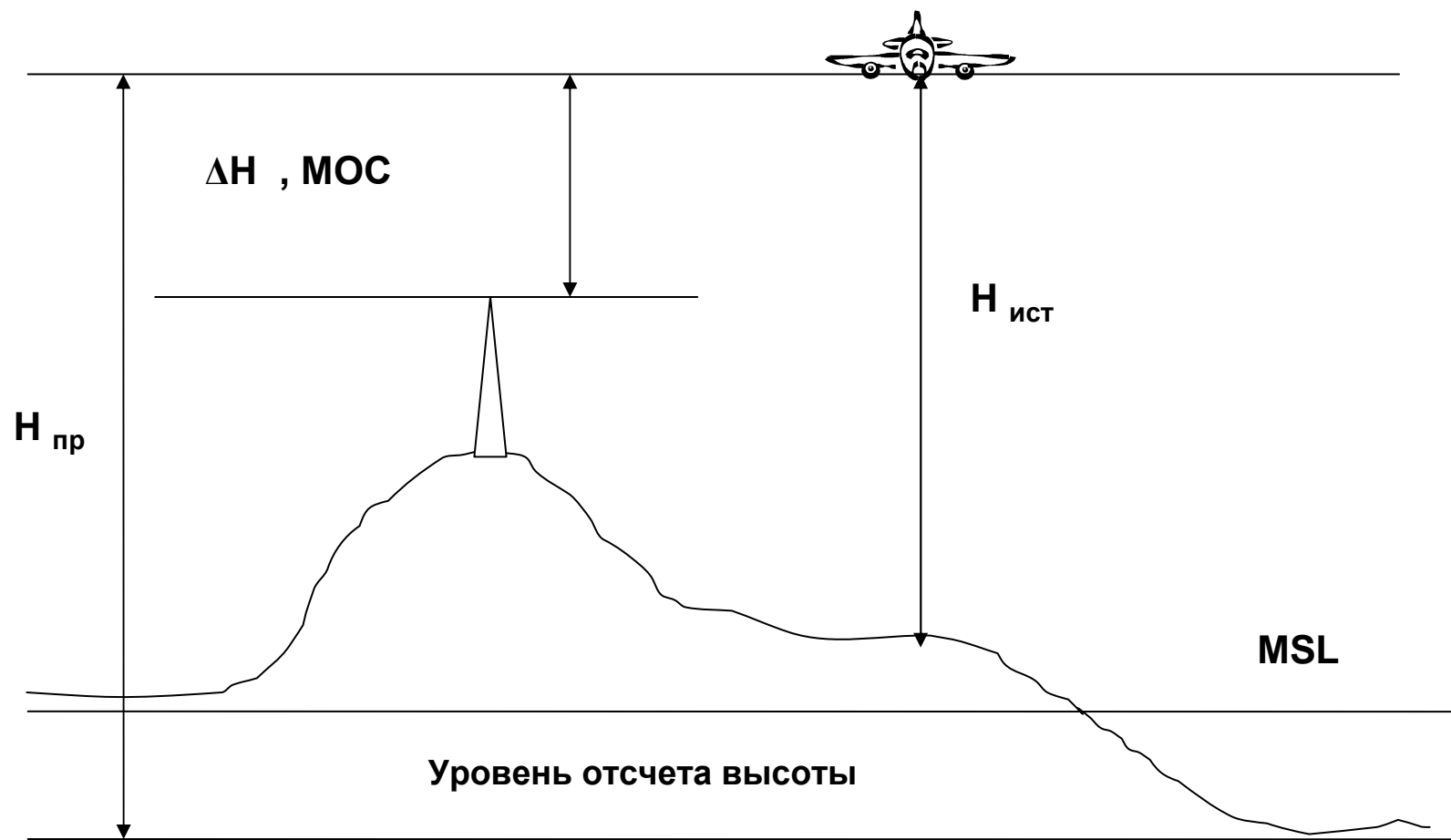
В дополнение к вышеуказанному, считаю необходимым Ваше внимание на технические опечатки, допущенные в Единой методике.

Так, в пункте 3 Единой методики высоту исправленную необходимо рассчитывать по формуле:

$$\text{Ниспр.} = \text{Н ист.} + \text{Н рел.} + \Delta\text{Н преп.}$$

В пункте 5 Единой методики в формуле расчета нижнего (безопасного) эшелона (эшелона перехода) района аэродрома в радиусе не более 50 км от КТА (района аэроузла) вместо Н рел. необходимо учитывать Н аэр.

Руководитель Департамента  
летных стандартов Е.Н.Лобачев



**$\Delta H$  – запас высоты над препятствием**  
**МОС – minimum obstacle clearance**

# Определения безопасной высоты

- **Высота безопасная** - минимально допустимая высота полета, гарантирующая воздушное судно от столкновения с земной (водной) поверхностью или с препятствиями на ней. (НПП ГА-85)
- **Безопасная высота полета** – высота полета, исключая столкновение воздушного судна с земной (водной) поверхностью или препятствиями на ней. (ФАП ПВП РФ)
- **Безопасная высота** – минимальная высота полета по прибору, обеспечивающая установленное значение запаса высоты над рельефом местности и препятствиями.

# Нижний безопасный эшелон и бывшая $H_{\text{без.760}}$

## 4. Расчет нижнего (безопасного) эшелона полета:

$$H_{\text{иск. (без) эш}} \geq H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} + (760 - P_{\text{мин,дрив}}) \cdot 11 - \Delta H_t,$$

где:  $H_{\text{ист}}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) (600 м);

$H_{\text{рел}}$  - значение абсолютной высоты наивысшей точки рельефа местности над уровнем моря в пределах:

ширины маршрута (участка маршрута), ВТ при полете по ПВП;

полосы шириной 50 км (по 25 км от оси маршрута, ВТ) при полете по ППП;

$\Delta H_{\text{преп}}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности в пределах полосы учета  $H_{\text{рел}}$ ;

$P_{\text{мин,дрив}}$  - значение минимального атмосферного давления по маршруту (участку маршрута), ВТ за пределами района аэродрома (аэроузла), приведенное к уровню моря и времени полета с учетом барометрической тенденции;

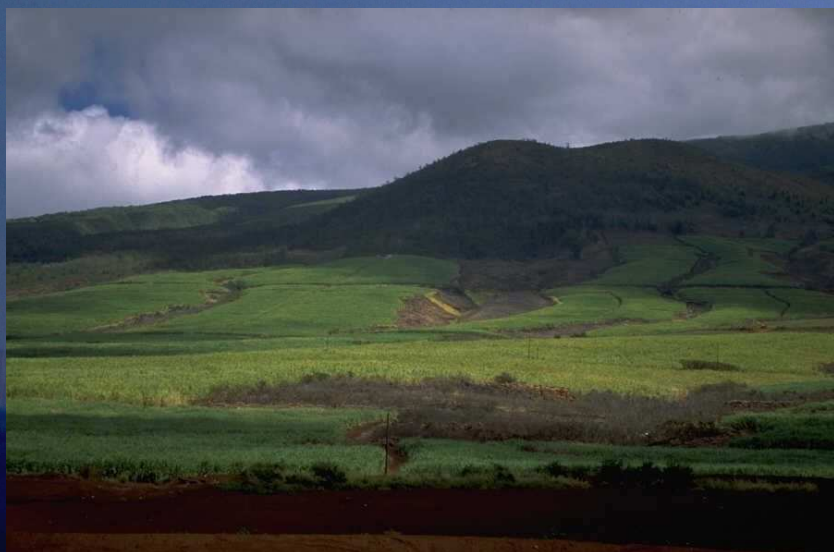
$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики, при условии, что  $t_0$  - температура воздуха у земли в наивысшей точке рельефа местности, а

$$H_{\text{испр}} = H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} + (760 - P_{\text{мин,дрив}}) \cdot 11.$$

# Установленные запасы высоты над препятствиями ( $H_{\text{без.ист}}$ )

Правила полетов	Район	Местность	НПП ГА-58	НПП ГА-66	НПП ГА-71	НПП ГА-78	НПП ГА-85	ФАП ПВП РФ	ИКАО
ППП	Зона взлета и посадки		200	300	300	300	300	200	300
	Маршрут	Равнинная, холмистая	400	400	400	600	600	600	300
		Горная (до 2000 м)	600	600	600	900	900	600	600
		Горная (более 2000 м)	600	1000	1000	900	900	600	600
ПВП	Зона взлета и посадки		100	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100	
	Маршрут	Равнинная, холмистая	100	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	100 <sup>*</sup> 200 <sup>**</sup>	
		Горная (до 2000 м)	300	300 <sup>*</sup> 600 <sup>**</sup>	300	300	300	300	
		Горная (более 2000 м)	300	600	600	600	600	600	
	Примечания			<sup>*</sup> -V < 200 <sup>**</sup> -V > 200	<sup>*</sup> -V < 300		<sup>**</sup> -V > 300		

**Зачем три вида местности, если в равнинной и холмистой запасы высоты одинаковы?**



# Нижний безопасный эшелон и бывшая $H_{\text{без.760}}$

## 4. Расчет нижнего (безопасного) эшелона полета:

$$H_{\text{иск. (без) эш}} \geq H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} + (760 - P_{\text{мин,дрив}}) \cdot 11 - \Delta H_t,$$

где:  $H_{\text{ист}}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) (600 м);

$H_{\text{рел}}$  - значение абсолютной высоты наивысшей точки рельефа местности над уровнем моря в пределах:

ширины маршрута (участка маршрута), ВТ при полете по ПВП;

полосы шириной 50 км (по 25 км от оси маршрута, ВТ) при полете по ППП;

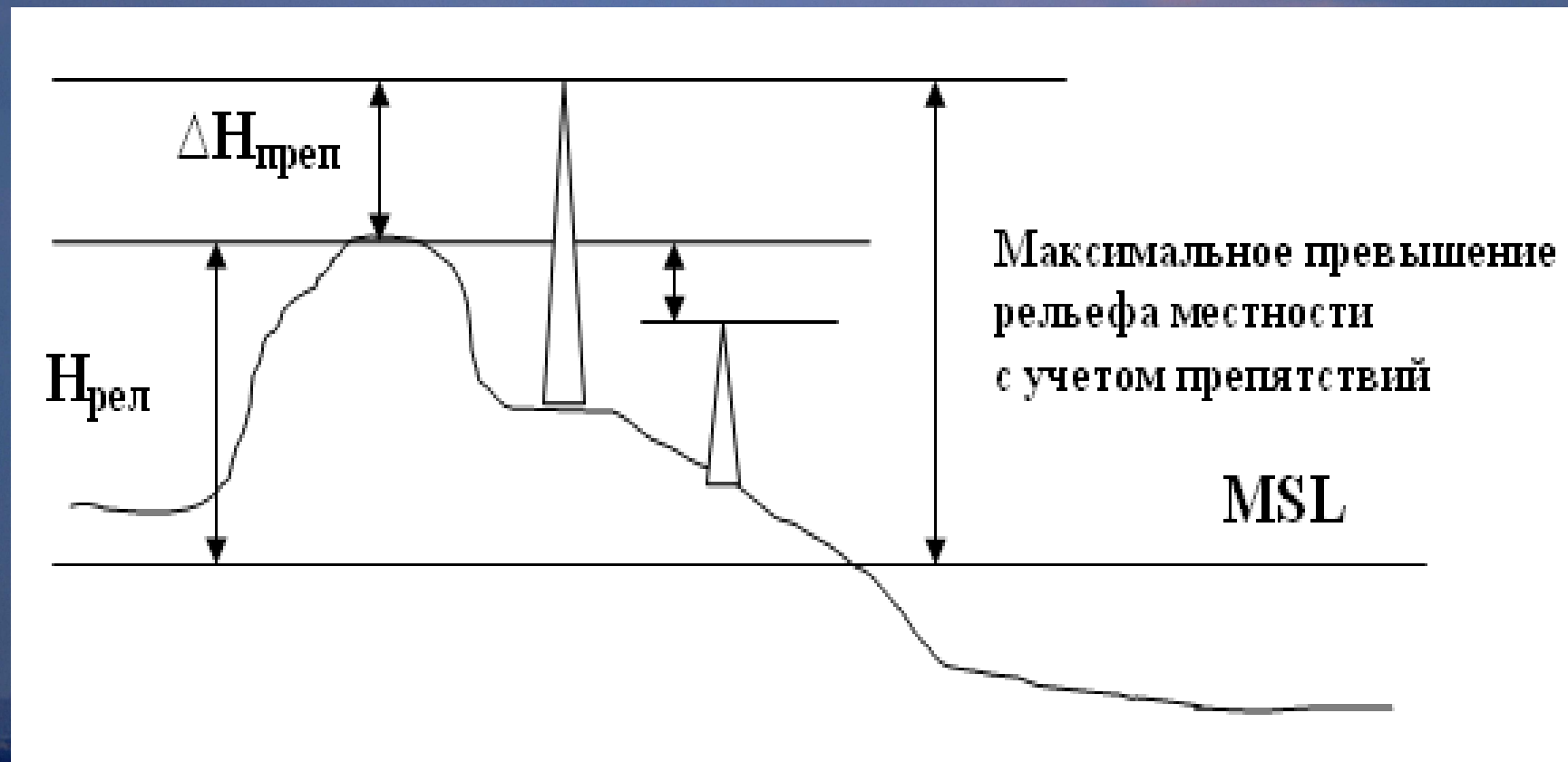
$\Delta H_{\text{преп}}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности в пределах полосы учета  $H_{\text{рел}}$ ;

$P_{\text{мин,дрив}}$  - значение минимального атмосферного давления по маршруту (участку маршрута), ВТ за пределами района аэродрома (аэроузла), приведенное к уровню моря и времени полета с учетом барометрической тенденции;

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики, при условии, что  $t_0$  - температура воздуха у земли в наивысшей точке рельефа местности, а

$$H_{\text{испр}} = H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} + (760 - P_{\text{мин,дрив}}) \cdot 11.$$

# Зачем усложнять?



# Бывшая $H_{\text{без.прив}}$

## 3. Расчет безопасной высоты полета ниже нижнего (безопасного) эшелона:

$$H_{\text{Б.иск. (без) эш}} = H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} - \Delta H_t,$$

где:  $H_{\text{ист}}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) при полетах ниже нижнего эшелона по ПВП, ШПП (100 м, 200 м, 300 м, 600 м в соответствии с пунктом 16 настоящих Правил);

$H_{\text{рел}}$  - значение абсолютной высоты наивысшей точки рельефа местности на участке маршрута (МВЛ) в пределах их ширины при полетах по ПВП, а при полетах по ШПП - в полосе шириной 50 км (по 25 км в обе стороны от оси маршрута или МВЛ);

$\Delta H_{\text{преп}}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности на участке маршрута (МВЛ) в пределах полосы учета  $H_{\text{рел}}$ ;

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики, при условии, что  $t_0$  - температура воздуха у земли в точке минимального давления, а

$$H_{\text{испр}} = H_{\text{ист}} + \Delta H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}}.$$

## Ширина зоны учета препятствий

Элемент структуры воздушного пространства	Высоты полета	Ширина элемента структуры воздушного пространства	Ширина зоны учета препятствий	
			ППП	ПВП
Воздушная трасса		$\pm 10$ км ( $\pm 20$ км)	$\pm 25$ км	$\pm 10$ км ( $\pm 20$ км)
Местная воздушная линия		не более $\pm 2$ км		не более $\pm 2$ км
Маршрут	До 1000 м	$\pm 10$ км	$\pm 25$ км	$\pm 10$ км
	1000 – 12000 м	$\pm 20$ км	$\pm 25$ км	$\pm 20$ км

# Учет температуры и давления

$$\Delta H_t = \frac{t_0 - 15}{300} H_{испр}$$

$P_{мин,дрив}$  - значение минимального атмосферного давления по маршруту (участку маршрута), ВТ за пределами района аэродрома (аэроузла), приведенное к уровню моря и времени полета с учетом барометрической тенденции;

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики, при условии, что  $t_0$  - температура воздуха у земли в точке минимального давления, а

$$H_{испр} = H_{ист} + \Delta H_{рел} + \Delta H_{преп}$$

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики, при условии, что  $t_0$  - температура воздуха у земли в наивысшей точке рельефа местности, а

$$H_{испр} = H_{ист} + H_{рел} + \Delta H_{преп} + (760 - P_{мин,дрив}) \cdot 11.$$

Нетрудно догадаться, где здесь точка минимального давления. Но кто определит, какие там температура и давление с учетом «барометрической тенденции»?



Какая  $t_0$  на вершине вулкана?



## Бывшая $H_{кр}$

### 1. Расчет безопасной высоты круга полетов над аэродромом:

$$H_{Бкр} = H_{ист} + \Delta H_{рел} + \Delta H_{преп} - \Delta H_t$$

где:  $H_{ист}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) в полосе шириной 10 км (по 5 км в обе стороны от оси маршрута полета по кругу) (100 м - при полетах по ПВП и 200 м - при полетах по ШПП);

$\Delta H_{рел}$  - значение превышения наивысшей точки рельефа местности над низшим порогом ВПП в полосе шириной 10 км (по 5 км в обе стороны от оси маршрута полета по кругу);

$\Delta H_{преп}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности в полосе шириной 10 км (по 5 км в обе стороны от оси маршрута полета по кругу, округляемое до 10 м в сторону увеличения);

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле:

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле:

$$\Delta H_t = \frac{t_0 - 15}{300} H_{испр}$$

где:  $H_{испр} = H_{ист} + \Delta H_{рел} + \Delta H_{дрел}$ ,

$t_0$  - температура воздуха на аэродроме.

При установлении высоты полета по кругу расчет  $\Delta H_t$  должен выполняться по минимальной температуре воздуха на аэродроме, отмеченной за период многолетних наблюдений.

# Бывшая МБВ

**2. Расчет безопасной высоты полета (высоты перехода) в районе аэродрома в радиусе не более 50 км от КТА (районе аэроузла):**

$$H_{\text{Б (перех)}} \text{ р-на аэр} = H_{\text{ист}} + \Delta H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} - \Delta H_{\text{t}}$$

где:  $H_{\text{ист}}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) в районе аэродрома в радиусе не более 50 км от КТА (300 м);

$\Delta H_{\text{рел}}$  - значение превышения наивысшей точки рельефа местности над низшим порогом ВПП в районе аэродрома в радиусе не более 50 км от КТА;

$\Delta H_{\text{преп}}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности в районе аэродрома в радиусе не более 50 км, округляемое до 10 м в сторону увеличения;

$\Delta H_{\text{t}}$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики. При установлении безопасной высоты полета в районе аэродрома расчет  $\Delta H_{\text{t}}$  выполняется по минимальной температуре воздуха на аэродроме, отмеченной за многолетний период наблюдений.

Безопасная высота полета в районе аэроузла устанавливается по наибольшему значению безопасной высоты полета в районах аэродромов, входящих в аэроузел.

Высота перехода в районе аэродрома устанавливается не ниже безопасной высоты полета в районе аэродрома в радиусе не более 50 км от КТА, а в районе аэроузла - не ниже безопасной высоты полета района аэроузла.

## 7. Расчет высоты перехода района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД):

$$H_{\text{перех. р-на ЕС ОрВД (уч-ка ЕС ОрВД)}} = H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}} - \Delta H_t,$$

где:  $H_{\text{ист}}$  - установленное значение истинной высоты полета над наивысшим препятствием (запас высоты над препятствием) в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД) (600 м);

$H_{\text{рел}}$  - значение абсолютной высоты наивысшей точки рельефа местности над уровнем моря в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД);

$\Delta H_{\text{преп}}$  - максимальное значение превышения препятствий (естественные и искусственные) над наивысшей точкой рельефа местности в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД);

$\Delta H_t$  - значение методической температурной поправки высотомера, которое учитывается при расчете на навигационной линейке или определяется по формуле согласно пункту 1 настоящей Методики при условии, что  $t_0$  - минимальная температура воздуха у земли в наивысшей точке рельефа местности в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД), отмеченная за период многолетних наблюдений, а

$$H_{\text{испр}} = H_{\text{ист}} + H_{\text{рел}} + \Delta H_{\text{преп}}.$$

## 6. Расчет нижнего (безопасного) эшелона (эшелона перехода) в районе ЕС ОрВД:

$$H_{\text{ниж. (без) эш. (эш. перех.) р-на ЕС ОрВД}} = H_{\text{перех. р-на ЕС ОрВД}} + 600,$$

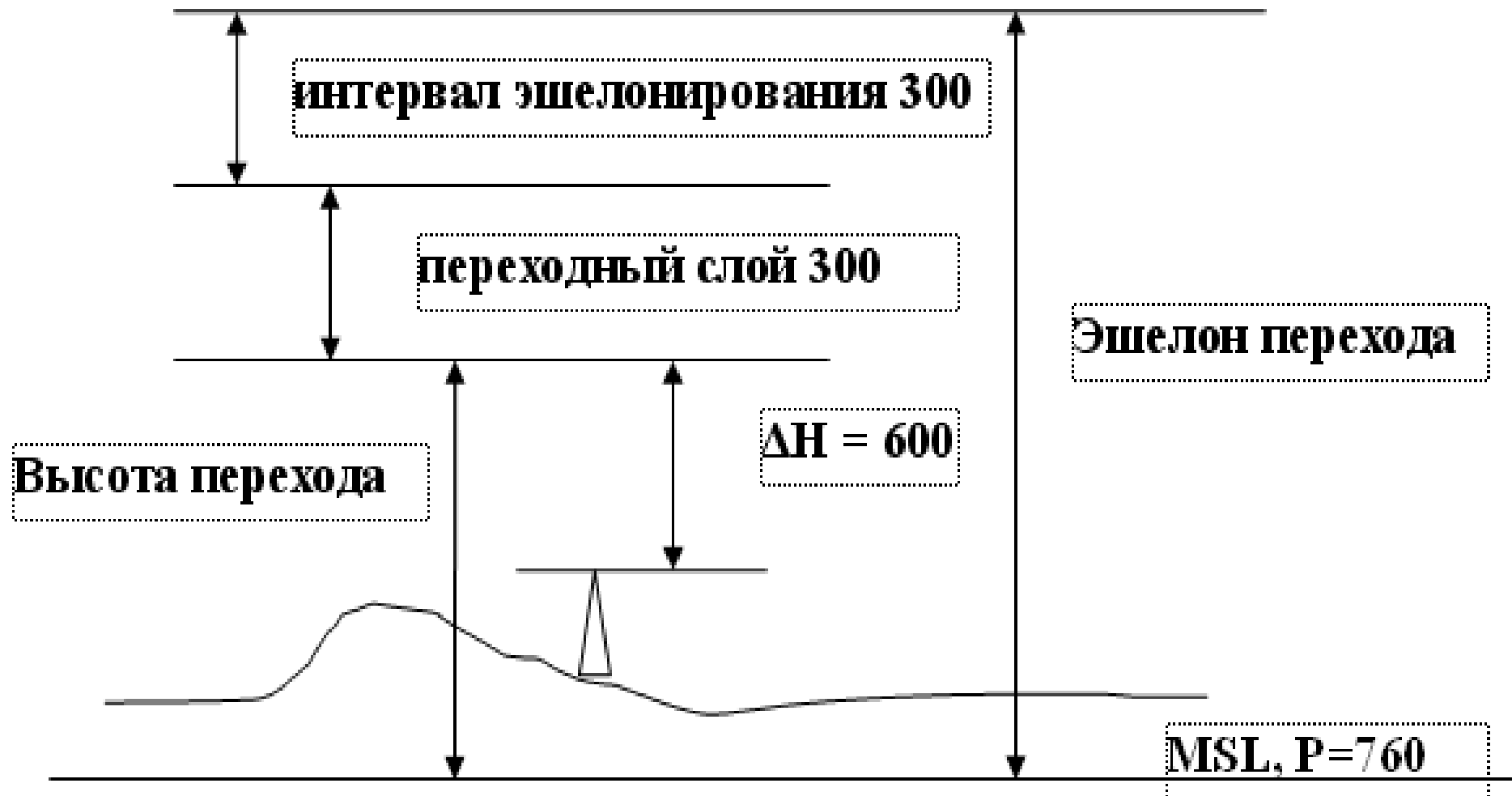
где:  $H_{\text{перех. р-на ЕС ОрВД}}$  - значение высоты перехода в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД);

600 - установленное значение, состоящее из установленной величины переходного слоя (300 м) и минимального интервала вертикального эшелонирования (300 м);

Расчет выполняется исходя из условия, что атмосферное давление в пределах района ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД), приведенное к уровню моря, равняется стандартному.

При значении давления в районе ЕС ОрВД (установленного участка района ЕС ОрВД), приведенного к уровню моря меньше стандартного давления на величину не более чем 27 мм ртутного столба в качестве нижнего (безопасного) эшелона устанавливается следующий верхний эшелон, а более чем 27 мм ртутного столба - очередной верхний эшелон и т.д.

# Лишний интервал между высотой и эшелонном переходе



- С введением эшелона перехода в районе ЕС ОрВД стало невозможно занять нижний безопасный эшелон полета по маршруту.
- Эшелон перехода рассчитывается по максимальному препятствию во всем районе, а безопасный эшелон – в полосе маршрута

## «Единая методика расчета высот (эшелонов) полета воздушного судна»:

- Не соответствует международным требованиям,
- Содержит ошибки,
- Изложена невнятно,

и поэтому является шагом назад даже по сравнению с требованиями НПП ГА-85 и НШС ГА-86.

«У нас так никогда не было. И вот опять...»

В.С.Черномырдин

## Предложения

- «Единую методику...» исключить из ФАП ПВП РФ.
- В Федеральных правилах устанавливать только запасы высоты над препятствиями.
- Высоты в районе аэродрома устанавливать в соответствии с PANS OPS.
- Государство должно устанавливать и публиковать минимальные высоты полета на ВТ и МВЛ.
- Для эксплуатантов издать руководство (методику, рекомендации) по правильному учету температуры и давления, расчету минимальных высот на маршрутах, на которых они не установлены государством.

# Письмо Д.В.Савицкому от ректора СПбГУГА

Уважаемый Дмитрий Владимирович!

Предложение установить фиксированные величины безопасных высот полета и эшелонов с включением их в Перечень ВТ РФ представляется правильным и соответствующим мировой практике.

Вместе с тем, представленный проект Дополнения касается изменения Единой методики расчета высот (эшелонов) полета воздушного судна, которая сама содержит значительное количество недостатков и ошибок, противоречит документам ИКАО. Введение этой методики в практику гражданской авиации неизбежно вызовет проблемы и не будет способствовать безопасности полетов.

Специалисты Университета неоднократно обращали внимание авторов Единой методики на ее недостатки как при разработке Федеральных авиационных правил полетов в воздушном пространстве Российской Федерации, так и при подготовке проекта ФАП "Производство полетов в гражданской авиации Российской Федерации", но они, к сожалению, не были учтены в полной мере. Перечень основных замечаний по Единой методике прилагается.

В связи с этим представляется нецелесообразным вносить в несовершенную методику изменения и дополнения, которые могут лишь усугубить ситуацию.

Вместо этого представляется правильным приложить усилия к разработке и принятию новой методики расчета безопасных высот, которая соответствовала бы международным требованиям, современному уровню теории и практики. В ней нашел бы отражение и вопрос о фиксированных величинах безопасных высот.

Кафедра аэронавигации Университета готова принять активное участие в этой работе.

Приложение. Замечания по Единой методике расчета высот на 9 л.

**Спасибо за внимание!**

