



**КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ДВИГАТЕЛЯ 6-ГО ПОКОЛЕНИЯ ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ  
КРИТЕРИЯМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ  
МАГИСТРАЛЬНОГО САМОЛЕТА**

*Д.т.н. В.И. Бузулук, к.т.н. Б.И. Гуревич,*  
ФГУП «ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского», г. Жуковский

*А.А. Евстигнеев,*  
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва

**Научно-технический конгресс по двигателестроению (НТКД-2018)**

**Симпозиум №1 «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВРД, КОМБИНИРОВАННЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК»**

**Москва, 5 апреля 2018**

# Модель самолета CR 929

Совместный российско-китайский проект ШФДМС



## Основные данные семейства CR 929

Модель	Пассажировместимость	Дальность, км
CR929-700 (старшая модель)	> 320	> 10 000
CR929-600 (базовая модель)	> 280	> 12 000
CR929-500 (младшая модель)	> 230	> 14 000

**Цель работы** – комплексная оптимизация степени двухконтурности  $m$  ТРДД и других параметров ВС по различным интегральным критериям на примере ШФДМС

**Критерии оптимизации:**

- взлетная масса ВС  $G_0$ ;
- топливная эффективность  $q_T$  в г/(пасс×км);
- прямые эксплуатационные расходы (ПЭР)

**Методология исследований:**

- обобщение и анализ расчетно-теоретического НТЗ ЦАГИ и ЦИАМ в данной области;
- расчетные исследования, в том числе с использованием программы расчета летно-технических и взлетно-посадочных характеристик ВС на этапе предварительного формирования облика

**Вар. 210:**  $L = 14,3$  тыс. км;  
 $N=210$  пасс.

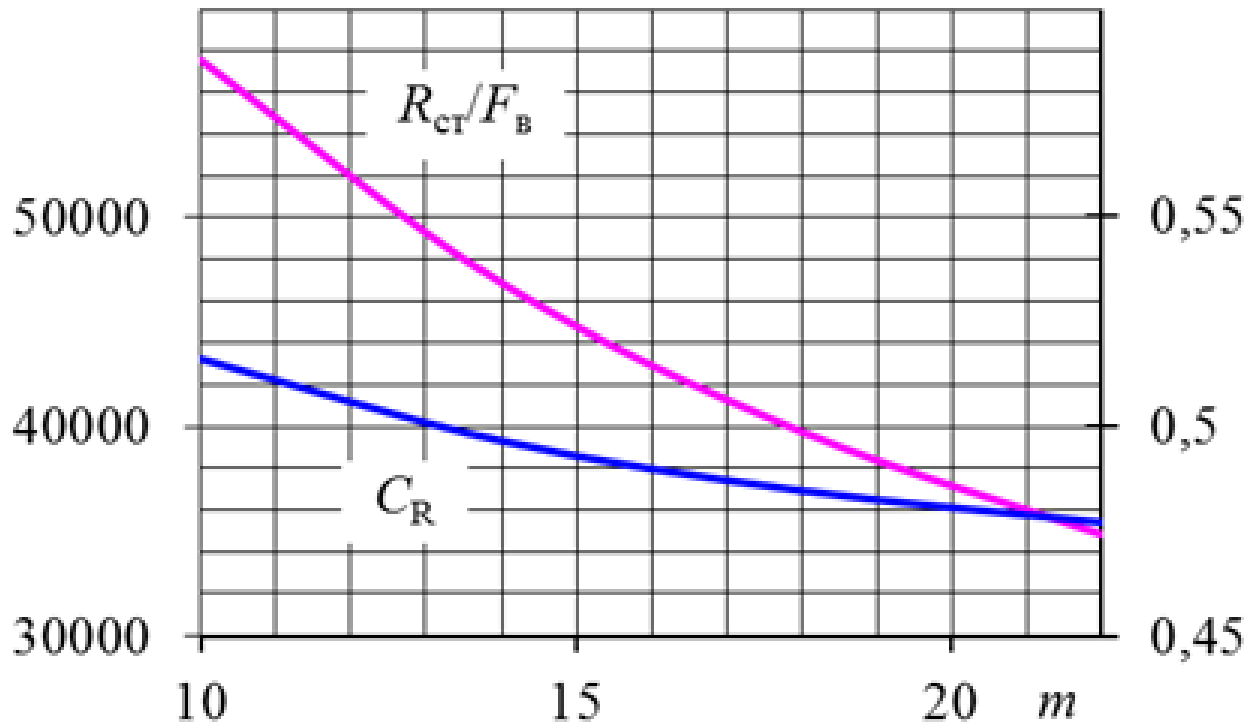
**Вар. 280В:**  $L = 9,6$  тыс. км;  
 $N=315$  пасс.

# Расчетные ДВСХ ТРДД

на всех режимах полета  $m = 10; 14; 18; 22$

$R_{CT}/F_B, \text{H/M}^2$

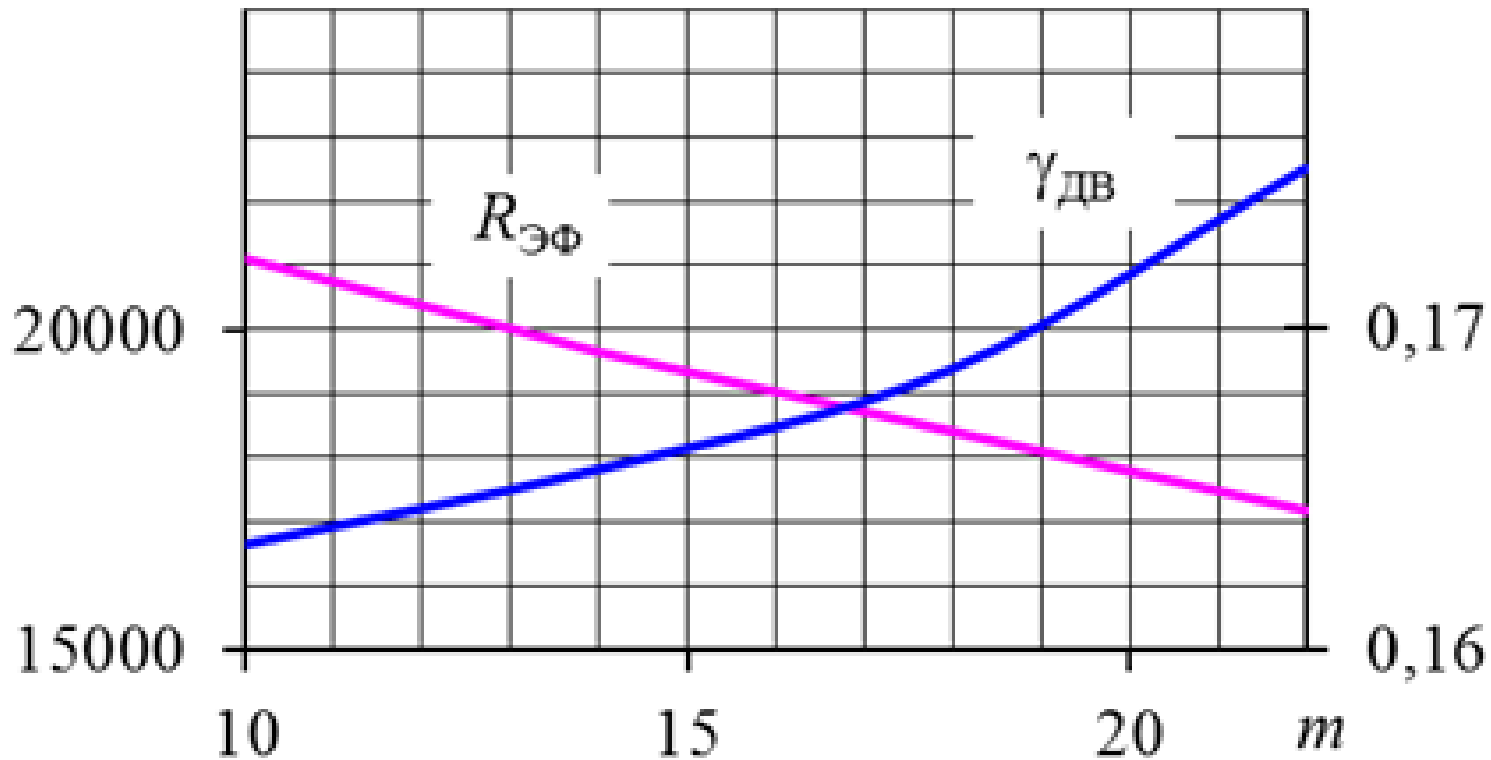
$C_R, \text{кг/(кгс}\times\text{час)}$



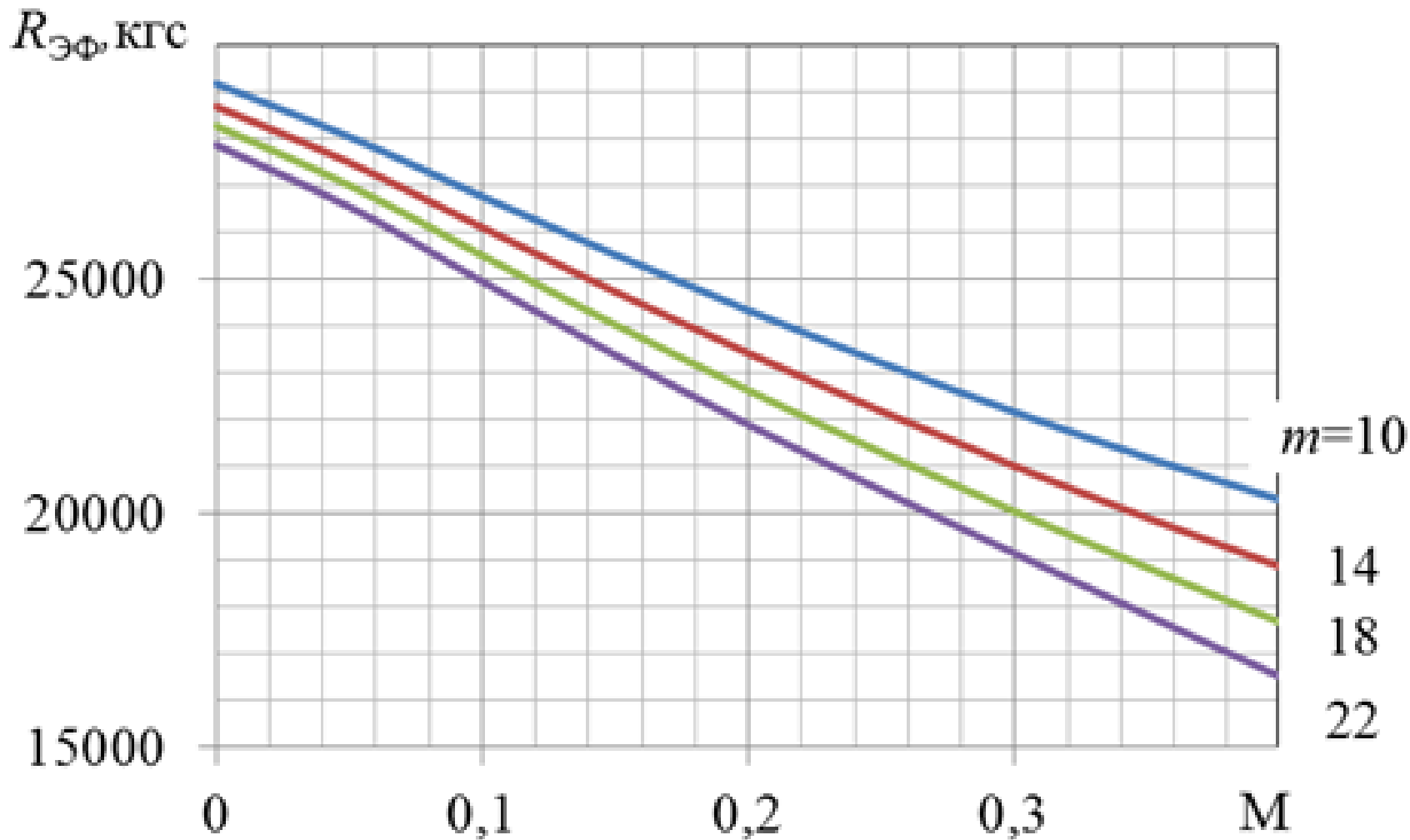
Зависимость удельной лобовой стендовой тяги  $R_{CT}/F_B$  и удельного расхода топлива  $C_R$  на крейсерском режиме ( $M = 0,85; H = 11 \text{ км}$ ) от степени двухконтурности

$R_{ЭФ}$ , кгс

$\gamma_{ДВ}$ , кг/кгс



**Зависимости удельной массы двигателя и эффективной тяги на взлетном режиме (МСА,  $M = 0,4$ ;  $H = 0$ ) от степени двухконтурности ТРДД**

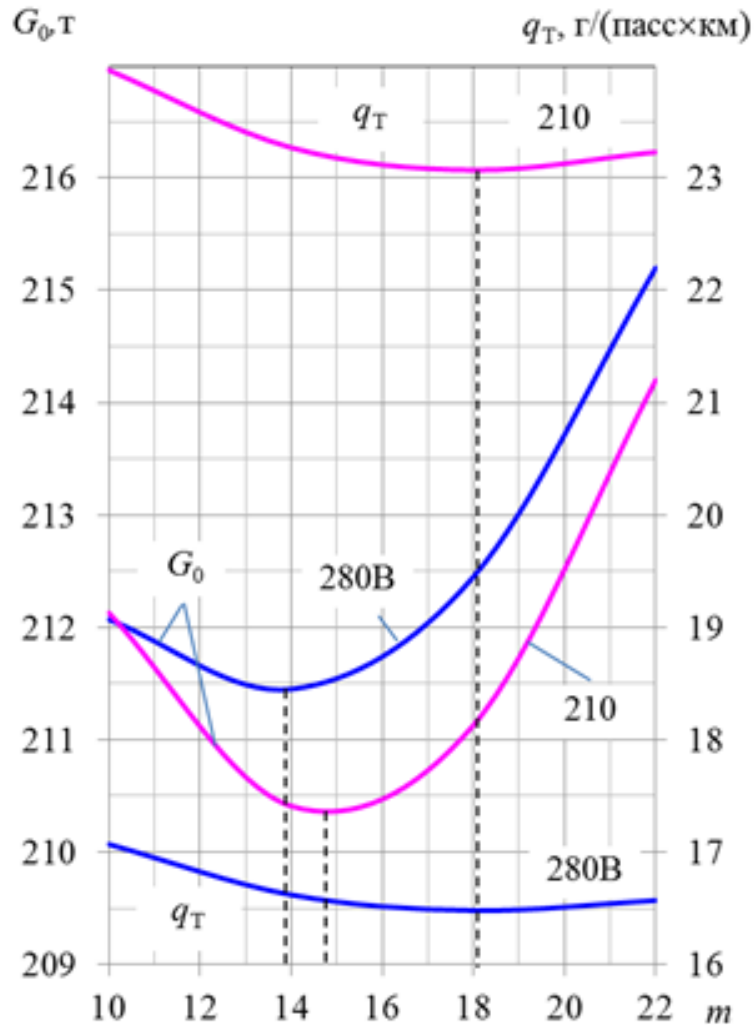


**Зависимости взлетной эффективной тяги ТРДД (РАТУ) от числа  $M$  полета для нескольких значений степени двухконтурности**

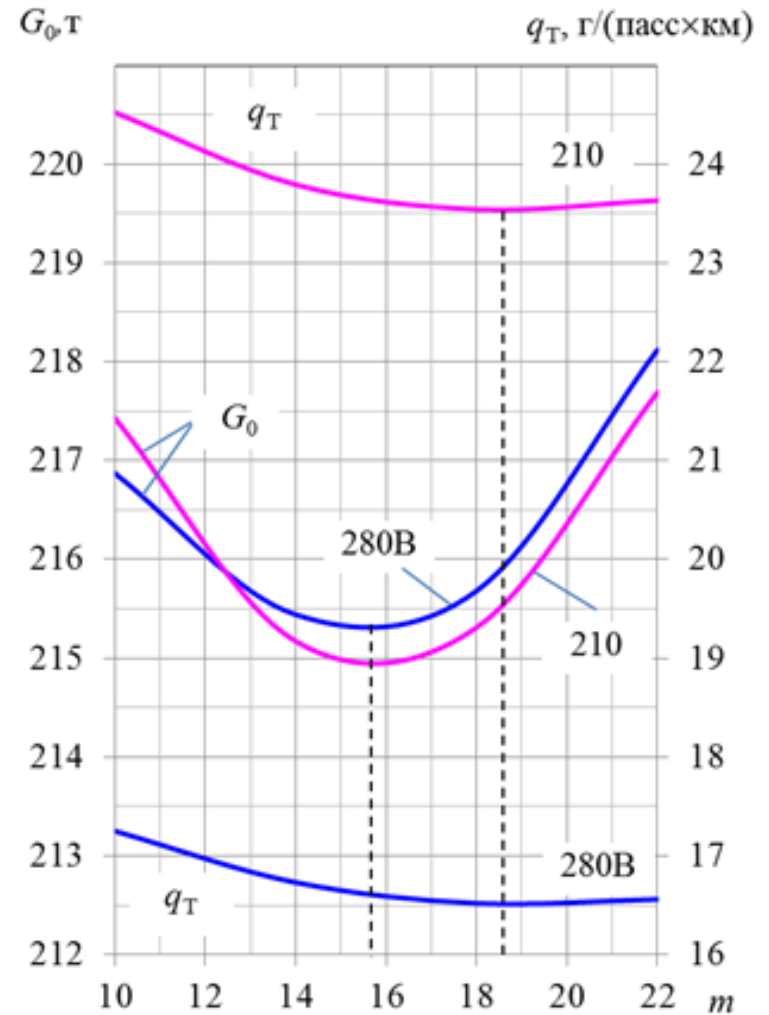
## Основные расчетные ВПХ и ЛТХ ШФДМС-280В в зависимости от числа $m$ (потребная длина ВПП не ограничена)

Наименование	10	14	18	22
Взлетная тяговооруженность $R_{\text{СТНД}}/G_0$ (по стендовой тяге)	0,3049	0,3185	0,3311	0,3436
Стендовая тяга двигателя (1-го), тс	32,33	33,67	35,18	36,97
Потребная длина ВПП, м	2805	2748	2695	2648
Аэродинамическое качество в средней точке крейсерского полета	20,34	20,2	20,07	19,98
Коэф. крейсерской дальности, тыс. км	35,25	36,22	36,76	37,09
Дальность набора высоты, км	321,2	330,4	322,7	306,2
Относ. запас крейсерского топлива, %	21,93	21,41	21,16	21,04
Основной запас топлива (ОЗТ), %	24,25	23,68	23,38	23,2
Суммарный запас топлива, %	27,64	27,0	26,67	26,48
Масса двигателя (1-го), т	5,28	5,58	5,93	6,47
Масса пустого снаряженного, т	120,38	121,28	122,72	125,13

$L_{ВПП}$  не ограничена



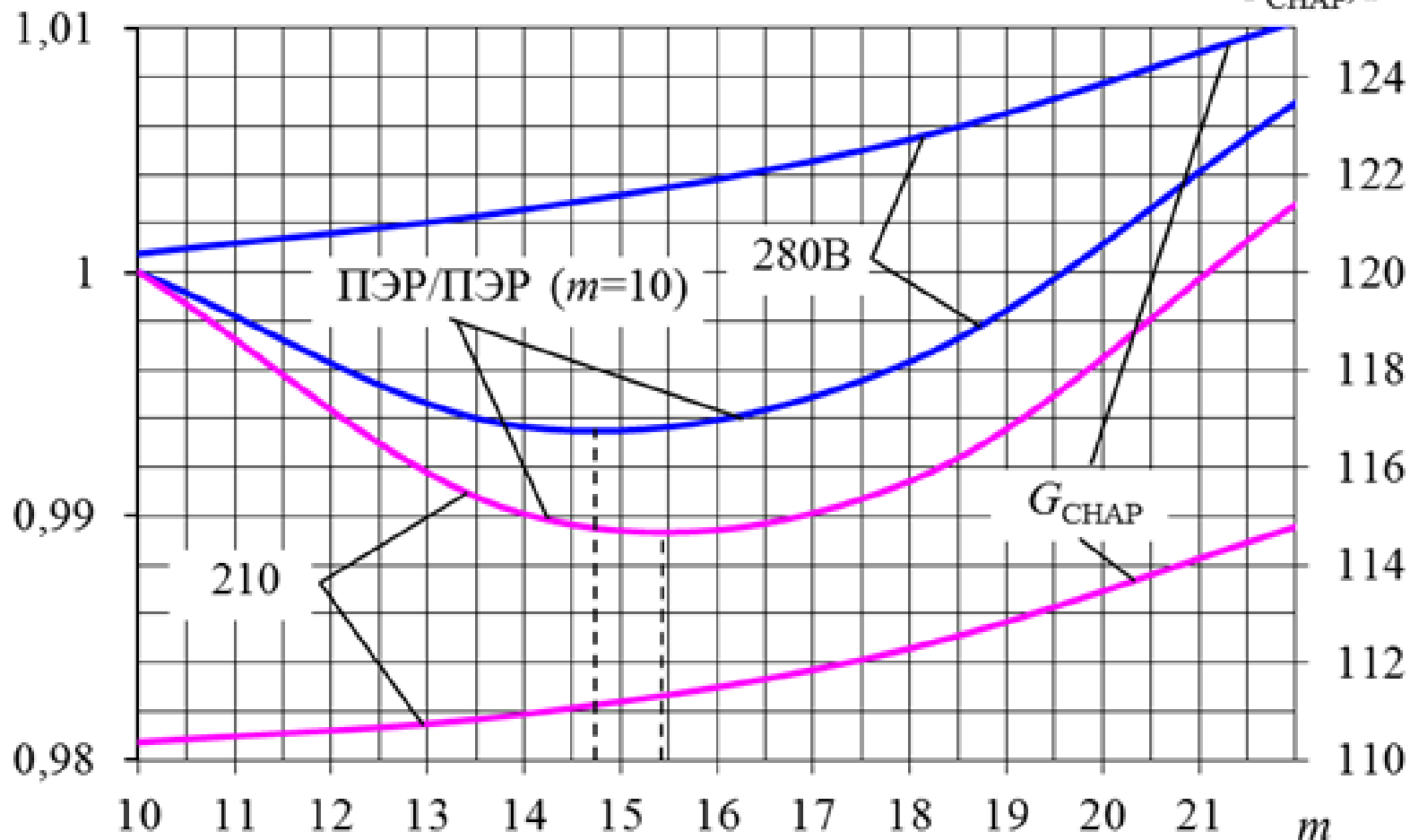
$L_{ВПП} = 2500$  м



**Расчетные зависимости взлетной массы и топливной эффективности от степени двухконтурности ТРДД для двух вариантов ШФДМС**



ПЭР/ПЭР ( $m=10$ )



**Зависимости прямых эксплуатационных расходов (по отношению к ПЭР при числе  $m = 10$ ) и массы снаряженного ВС от степени двухконтурности ТРДД для двух вариантов ШФДМС (потребная длина ВПП не ограничена)**

# Выводы

1 Оптимальное значение степени двухконтурности ТРДД  $m_{\text{opt}} = 14-18$  и существенно зависит от используемого критерия.

2 Так, минимум взлетной массы  $G_0$  достигается при числе  $m = 13,9 - 14,8$  и несколько сдвигается вправо при увеличении расчетной дальности. При этом величина выигрыша в  $G_0$  по сравнению с вариантом  $m = 10$  не превышает 0,8%.

3 Минимум топливной эффективности  $q_T$  достигается при  $m \approx 18,1$  и практически не зависит от расчетной дальности. Выигрыш в уменьшении  $q_T$  достигает 3,6%.

4 Минимум ПЭР достигается при числах  $m = 14,7 - 15,4$ . Выигрыш в уменьшении ПЭР составляет 0,65% – 1,05%.