



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Снижение стоимости огнезащиты стального каркаса при расчете критических температур

Комитет по огнезащите УЦСС

Создание общеобразовательной базы и информирование:

- Консультирование заказчиков по вопросам огнезащиты
- Нормирование для снижения стоимости огнезащиты
- Написание публикаций и пособий
- Разработка каталога огнезащитных материалов
- Популяризация решений (Статьи в специализированных изданиях и на сайте УЦСС)

Константин Калафат – руководитель Комитета

Директор регионального испытательного центра безопасности строительных материалов и конструкций «Донстройтест», член рабочих групп ТК по стандартизации ТК25 «Пожарная безопасность и противопожарная техника», ТК304 «Защита зданий и сооружений» и ТК-315 «Системы техногенной и пожарной безопасности зданий и сооружений».

+38-050-470-31-41, kkalafat@uscc.ua



Экономический эффект как результат консультаций

ЗАПРОС	ОТВЕТ	Снижение затрат на огнезащиту
Необходимость противопожарных мероприятий в бассейне	Уход от дополнительных огнезащитных работ на объекте. Перевод объекта в IIIa степень огнестойкости	500 000 грн
Необходимость проведения огневых испытаний стального оцинкованного профиля	Аргументировали, что нет необходимости в проведении дополнительных огневых испытаний	100 000 грн
Проверка расчета и составление коммерческого предложения по огнезащите воздуховодов на 150 минут		1 000 000 грн
Необходимость проведения огнезащитных работ усиления несущих конструкций ж/б каркаса пром.здания	Уход от дополнительных огнезащитных работ на объекте.	2 000 000 грн
Необходимость огнезащиты воздуховодов EI45, которые закрываются гипсокартонными листами	Уход от дополнительных огнезащитных работ на объекте.	2 500 000 грн
Необходимость огнезащиты покрытия здания (атриум)		

Комитет по огнезащите УЦСС

Нормативное регулирование:

- **ДБН В.1.1-7:2016** Пожежна безпека об'єктів будівництва.
- **ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016** Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
- **ЗВІТ про науково-дослідну роботу.** Пошукові дослідження щодо шляхів удосконалення розвитку національної нормативної бази з питань пожежної безпеки у галузі будівництва та її гармонізації з європейською нормативною базою. УкрНДІЦЗ-2016.
- **Практичний посібник.** Розрахунок сталевих конструкцій на вогнестійкість відповідно до Єврокоду 3.
- Постоянное участие в **пересмотре действующих ДБНов** на здания различного функционального назначения в формате:
 - Секции НТР Минрегиона Украины;
 - рабочих групп по стандартизации Минрегиона Украины;
 - Технических комитетов по стандартизации.



Нормативное регулирование:

ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва

п.5.4. Для строительных конструкций со степенью огнестойкости более 60 мин можно уменьшать предел огнестойкости на **30 мин при наличии спринклерной** системы пожаротушения.

п.6.41. Строительные конструкций с требованиями R15 или RE15 **не требуют огнезащиты**.

В.1.1. Прямые ссылки на стандарты, указывающие методы расчета на огнестойкость конструкций из разных материалов:

- ДСТУ-Н Б В.2.6-211,
- ДСТУ-Н Б EN.

Упрощение процедур по огнезащите

Дерегуляция:

	до 2017 года	с 2017 года
Регулирование процесса огнезащиты согласно НАПБ Б.01.012-2007 «Правила по огнезащите»	+	Отменен с мая 2017
Наличие Государственной лицензии для выполнения огнезащитных работ, выданной Департаментом пожарной безопасности ДСНС Украины	+	+
Необходимость сдачи работ по огнезащите эксперту	+	По желанию заказчика
Стоимость сдачи огнезащитных работ эксперту	5-10% (Форма 2) от стоимости огнезащиты	По желанию заказчика ~ 50 000 грн.

Комитет по огнезащите УЦСС:

- Участие в рабочей группе по разработке новых «Правил по огнезащите»
- Участие в рабочей группе по разработке стандартов на инспектирование огнезащитных работ
- Добровольная сертификация огнезащитных материалов

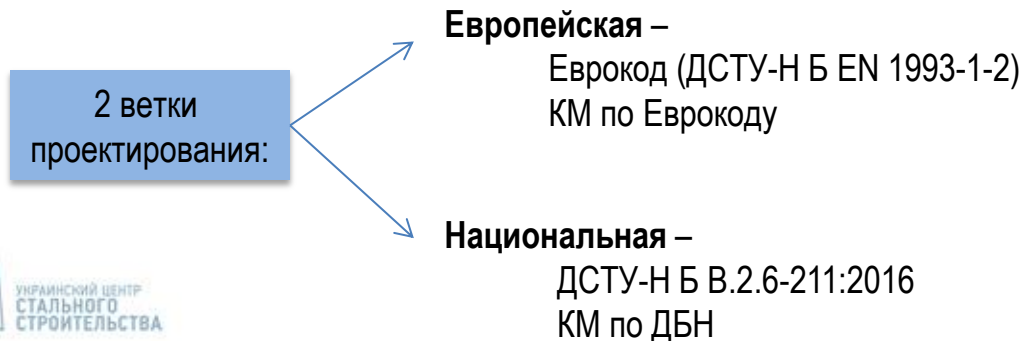
Расчет критических температур

ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

- определение огнестойкости незащищенных стальных элементов
- определение огнестойкости защищенных стальных элементов
- определение критической температуры стальных элементов

Но наряду со значительными конструктивными преимуществами до недавних времен они имели существенный недостаток – низкую огнестойкость. Во время пожара с повышением температуры прочностные характеристики стали значительно снижаются.

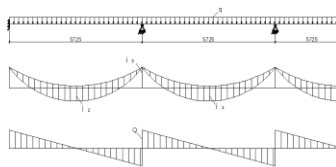
Применение в расчетах на огнестойкость Еврокода (ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2), а теперь и ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 позволяет применить **дифференцированный подход при расчете огнезащиты стальных конструкций**, что существенно снижает общие затраты на огнезащиту здания (на 20-30%)



Принцип определения критической температуры по ДСТУ

ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 «Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість»

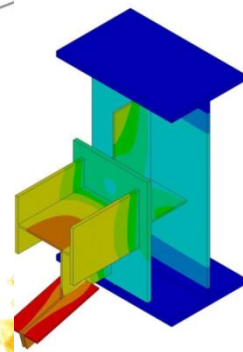
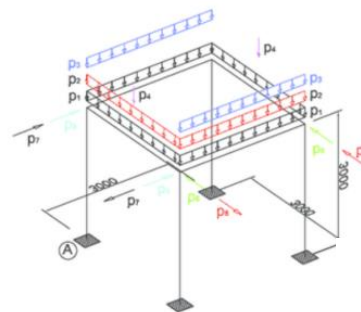
$\theta_{a,cr}$ определение критической температуры элемента!



$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \cdot \left[\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482,$$

$\theta_{a,cr}$ зависит от:

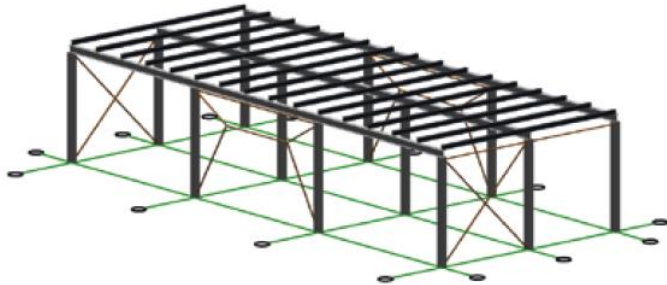
1. Степени загруженности элемента – использование несущей способности элемента (внутренние усилия в сечении)
2. От принятого сечения (класс сечения)



Расчет критических температур

Примеры расчета

Первые примеры расчета критической температуры стальных элементов (в соответствии с Еврокодами) для различных стальных конструкций в 2014 год



$$\theta_{cr} = 600 + \frac{176,9 - 280,78}{127,46 - 280,78} \cdot \frac{700 - 600}{1} = \mathbf{667,75^{\circ}\text{C}}.$$

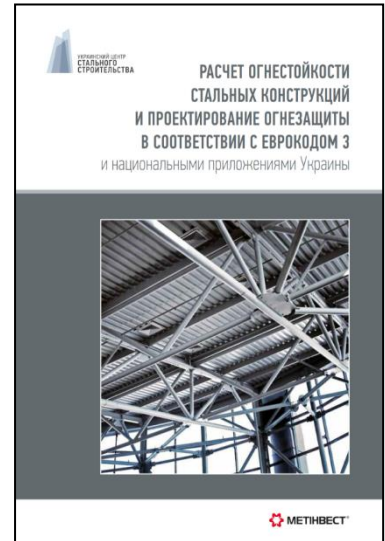
$$\theta_{cr} = \mathbf{584,7^{\circ}\text{C}}.$$

$$\theta_{cr1} = 400 + \frac{1 - 0,68}{1,24 - 0,68} \cdot \frac{500 - 400}{1} = \mathbf{457,1^{\circ}\text{C}};$$

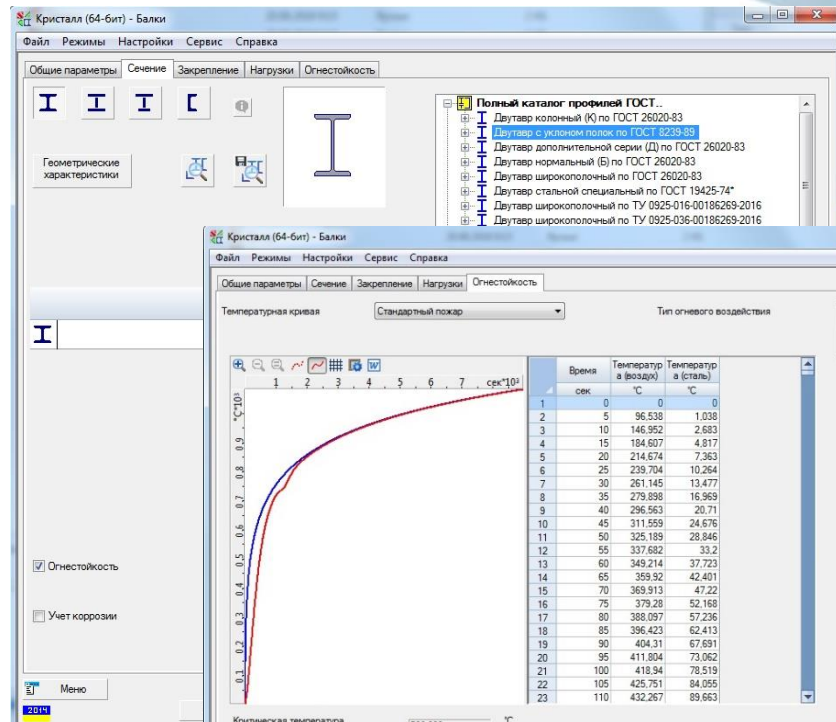
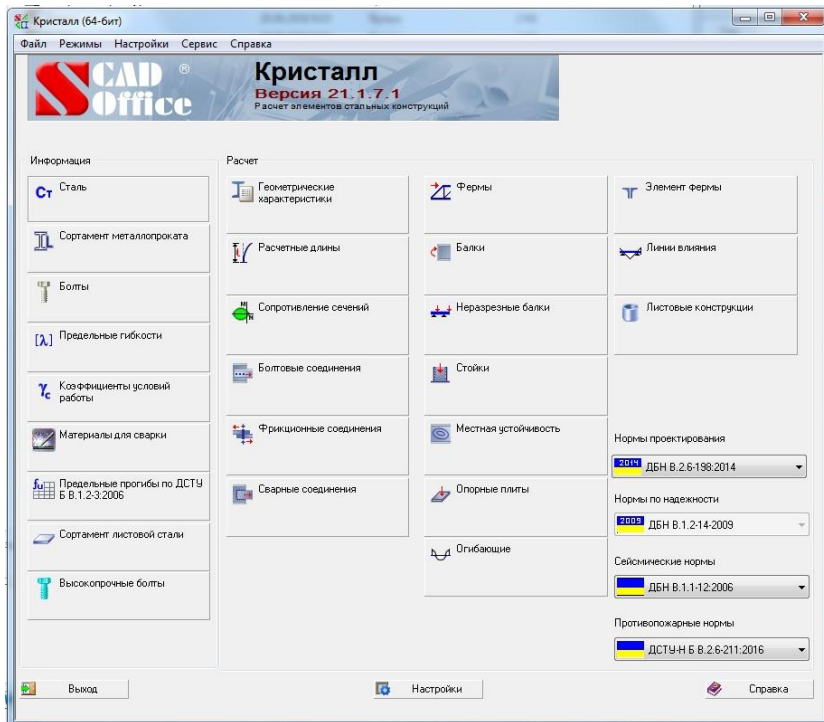
$$\theta_{cr2} = 400 + \frac{1 - 0,91}{1,24 - 0,91} \cdot \frac{500 - 400}{1} = \mathbf{414,1^{\circ}\text{C}}.$$

$$\theta_{cr} = \mathbf{545,7^{\circ}\text{C}}.$$

$$\theta_{cr} = 400 + \frac{165,64 - 188,84}{155,1 - 188,84} \cdot \frac{500 - 400}{1} = \mathbf{468,8^{\circ}\text{C}}.$$



Определение критической температуры SCAD



Определение критической температуры Lira

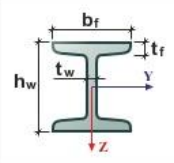
Критическая температура сечения

Тип элемента: Балка Колонна Ферма

Тип сечения: двутавр прокатный

Сортамент: двутавры широкополочные

№ профиля: []



ширина полки b_f 135 мм

толщина полки t_f 10.2 мм

высота h_w 300 мм

толщина стенки t_w 6.5 мм

радиус закругления r 12 мм

площадь сечения 46.5 см²

Геометрические характеристики сечения

Момент сопротивления W_y 472 см³

Момент сопротивления W_z 49 см³

Радиус инерции i_y 12 см

Радиус инерции i_z 3.23 см

Расчётные длины относительно

оси Y 6000 мм оси Z 6000 мм

Расчётные усилия

	$M_y, кН*м$	$M_z, кН*м$	$Q_y, кН$	$Q_z, кН$	$T, кН$
1	9				647.68
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Не учитывать критерий деформации и исключить потерю устойчивости

Коэффициент понижения уровня нагрузок: 0.65

Свойства материала

Предел текучести 235 Н/мм²

Модуль упругости 210000 Н/мм²

Результат расчета

Критическая температура (min по заданным РСУ) 647.680475 град

Расчёт Отчёт Отмена Справка

ПРИМЕР: РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСУЩИХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОБЪЕКТЕ В НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Характеристики объекта:

- двухэтажное здание каркасного типа;
- металлоемкость - 3400 т;
- площадь под огнезащиту - 63000 м кв;
- степень огнестойкости - II

Под огнезащиту:

- колонны R120
- балки перекрытия R45
- балки покрытия R30
- связи R30, R45

Балки перекрытия

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$	Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Б30	575,0	СБ653	640,3
Б30А	616,0	СБ701	636,0
Б36	623,7	СР1151	644,7
Б45	598,0	СР1152	572,1
Ш27	560,1	СР1153	640,3
КР1	631,8	СР1154	612,2
СБ451	572,1	СР1155	649,3
СБ451А	572,1	СР1156	649,3
СБ452	517,2	СБ1150	616,0
СБ501	584,7	СБ1151	758,5
СБ501А	584,7	СБ1130	697,5
СБ651	578,3	СБ1051	594,6
СБ651А	578,3	СБ1052	591,2
СБ652	616,0	СБ1051А	594,6

от 517°C(572) – до 697°C

Колонны

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$	Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
К1	498,6	К1	470,5
К1А	498,6	К1 А	470,5
К2	498,6	К2	413,4
К3	498,6	К3	494,6
К3А	498,6	К3А	494,6
К4	498,6	К9	494,6
К5	498,6	К9А	494,6
К5А	498,6	К4	485,1
К10	498,6	К5	507,4
К10А	498,6	К5А	507,4
К7	510,2	К7	470,5
К7А	510,2	К7А	470,5
К8	510,2	К8	413,4
К9	510,2	К10	601,8
К9А	510,2	К6	587,2

от 413°C – до 601°C

Балки покрытия

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
П3	663,8
П1	475,3
П2	511,3
БП1	569,1
БП2	598,0
БП3	703,9
БП1А	569,1

от 475°C – до 663°C

Связи

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Р1 (гориз.в'язь)	537,1
Р2	507,7
ВГ1 (в осях А-Ж)	507,2
ВГ1 (в осях Ж-К)	578,1
ВВ1	465,6
ВВ2	574,6
ВВ3	503,0
ВВ4	555,8
ВВ5	658,9

от 507°C – до 659°C

ПРИМЕР: РАСЧЕТ РАСХОДА ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пример 1

Наименование	Огнезащитные материалы 1, расход в кг	
	при критической температуре 500°C	при расчетной критической температуре
Балки перекрытий	83 061	61 522
Балки покрытия	4 099	2 838
Колонны	113 705	113 705
Связи	2 460	2 386

Экономия огнезащитной краски в примере 1



Пример 2

Наименование	Огнезащитные материалы 2, расход в кг	
	при критической температуре 500°C	при расчетной критической температуре
Балки перекрытий	47 118	28 944
Балки покрытия	1 487	1 439
Колонны	112 545	112 545
Связи	1 343	1 303

Экономия огнезащитной краски в примере 2



* металлоконструкции перекрытия, покрытия и связи окрашены огнезащитной краской, на колонны нанесена огнезащитная штукатурка

** колонна с критической температурой 413°C посчитана с расходом для 500°C

ПРИМЕР: РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСУЩИХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОБЪЕКТЕ В КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Характеристики объекта:

- трехэтажное здание каркасного типа;
- площадь под огнезащиту - 2000 м кв;
- степень огнестойкости - I

Под огнезащиту:

- колонны R150
- балки перекрытия R60
- балки покрытия R30
- связи фермы R30, R45, R60

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Б1	553,0
Б2	552,0
Б3	548,8
Б4, Б4*	634,5
Б6, Б6*	543,6
Б7	563,5
Б8	581,0
Б9	573,0
Б10	582,0
Б11	715,0
ИРЕ 300	536,0
ИРЕ 330	598,6
ИРЕ 330	541,0
НЕВ 400	606,0
КР1	605,8
К1	598,3
К2	516,3
К3	346,3
К4	516,0
К5	585,8

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
К6	590,9
К7	404,0
СВ1	1613,0
СВ2	797,0
СВ3	986,0
СВ4	771,0
СВ5	584,0
СВ6	591,0
СВ7	873,0
СВ8	677,0
СГ1	785,0
СГ2	982,0
СГ3	870,0
Ф1	347,2
Ф2	<300
Ф3	<300
Ф4	525,4
Ф5	478,3
Ф7	466,9
Ф8	580,5

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Ф9	377,0
Ф11	513,0
Ф12	501,0
Ф13	415,0
Ф14	350,0
Ф15	409,0
Ф16	575,0
Ф17	350,0
Ф18	350,0
Ф19	539,0
Б1	502
Б20	560
Б30	534
Кс1, Кс1а	544
К1	493
К2	549
С1	589
С2	595

Экономика

24%

ПРИМЕР: РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСУЩИХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОБЪЕКТЕ В ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

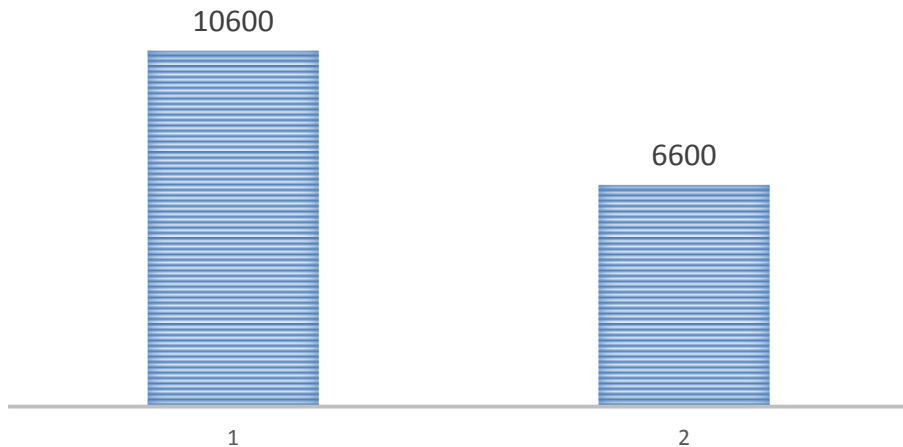
Характеристики объекта:

- одноэтажное здание каркасного типа;
- площадь под огнезащиту - 10000 м кв;
- степень огнестойкости - II

Под огнезащиту:

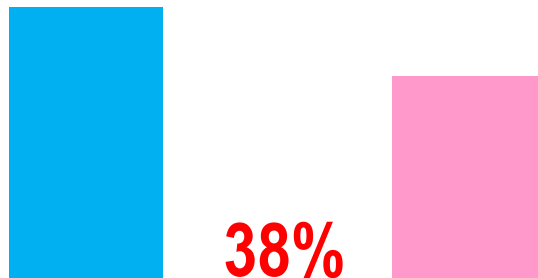
- надколонники R120
- элементы покрытия R30
- фермы R30, R45

Количественный анализ






1. Кол-во огнезащитного материала при постоянной критической температуре (500°C)
2. Кол-во огнезащитного материала при расчетном методе определения критических температур

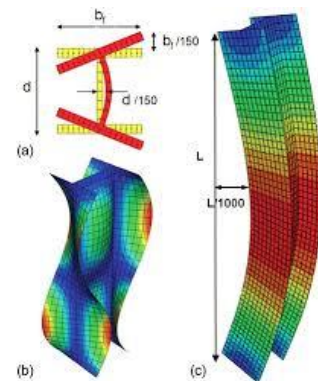
Экономика



Инженерный центр УЦСС и Комитет по огнезащите стальных конструкций

Внесение графы «Критическая температура» в «Відомість елементів»
ДСТУ Б А.2.4-43:2009 «Правила виконання проектної та робочої документації
металевих конструкцій»

Марка елемента	Переріз			Зусилля для прикріплення			Найменування або марка металу	Критична температура $\theta_{a,cr}$	Примітка
	ескіз	поз.	склад	A, кН	N, кН	M, кН·м			
ФС1	Складний								Аркуш 12
Б1		1	I 40Б1	200	-	-	S345-3		
		2	L 100x	-	-	-	C245		
Б2		1	-900x8	300	-	800	S345-3		
		2	-						
К1			I 40Ш1	140	-380	-410	S345-3		





УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Спасибо за внимание

www.uscc.ua | +38-044-280-18-20