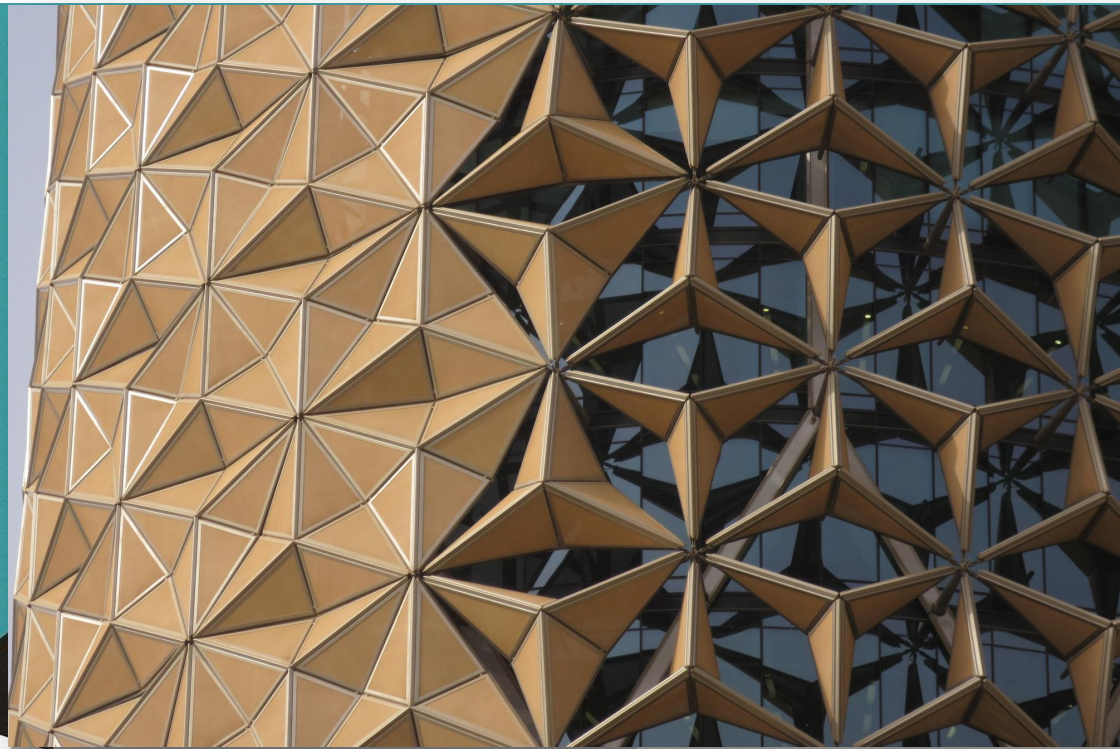


# Влияние солнцезащитных устройств на теплопотери здания в зависимости от климатических условий района строительства

*Выполнил: студент гр. М 572  
Каширин Иван Сергеевич  
Руководитель: кандидат  
технических наук, доцент  
Гойкалов Андрей Николаевич*



Воронеж 2019 г.

# Введение:

Целью работы является исследование энергосберегающих мероприятий по уменьшению теплотерь через оконные проемы для зданий, возводимых в особых условиях строительства.

## Задачи:

- Изучить способы по уменьшению теплотерь через оконные проемы зданий;
- Выявить оптимальный тип солнцезащитных устройств на окна здания, в зависимости от климатических условий района строительства;
- Определить экономическую эффективность инвестиций в предложенные энергосберегающие мероприятия для зданий, возводимых в особых условиях строительства.

# Примеры применения солнцезащитных устройств в мировой практике

Солнцезащитные устройства – автоматизированные мембраны на фасаде здания института du Monde Arabe (Париж, Франция).



Солнцезащитные устройства – адаптивный кинетический фасад на здании офисного центра Al Vahr (ОАЭ).

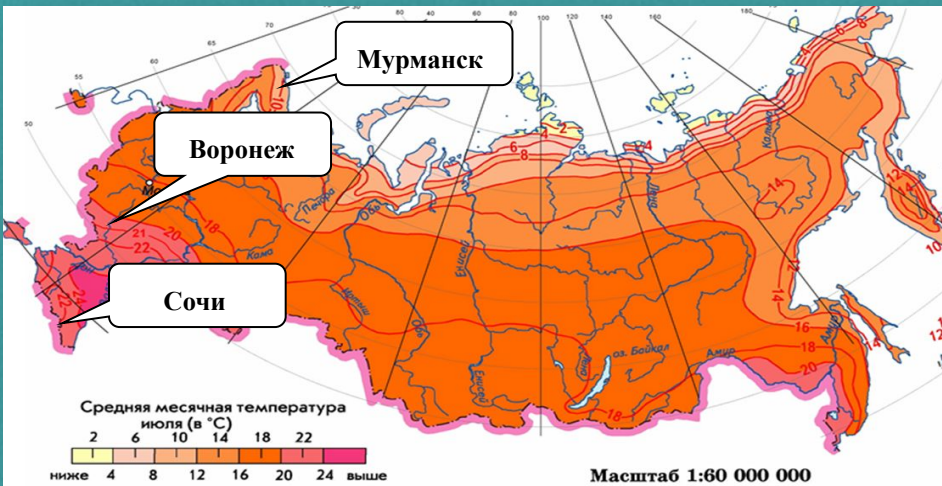


# Климатические условия РФ

Были приняты города, расположенные в районах с различными особыми климатическими условиями: г. Мурманск, г. Воронеж и г. Сочи.



Расположение рассматриваемых городов на схематической карте среднеевропейских температур июля



Согласно СП 370.1325800.2017. рекомендуется следующее расположение солнцезащитных устройств относительно окон:

- В зоне I солнцезащитные устройства следует располагать относительно светопрозрачной конструкции с внутренней стороны помещения для повышения визуального комфорта;
- В зоне II следует использовать межстекольные и внутренние солнцезащитные устройства. На Ю и ЮЗ фасадах следует использовать, как правило, наружные солнцезащитные устройства;
- В зоне III на Ю, ЮЗ и З фасадах следует использовать наружные солнцезащитные устройства, на остальных фасадах можно применять межстекольные и внутренние солнцезащитные устройства;
- В зоне IV на ЮВ, Ю, ЮЗ, З фасадах следует использовать наружные солнцезащитные устройства, на остальных фасадах - межстекольные и внутренние солнцезащитные устройства;
- В зоне V следует использовать наружные солнцезащитные устройства при любой ориентации фасада.

# Показатели климатических условий

Были приняты города, расположенные в районах с различными особыми климатическими условиями: г.Мурманск, г.Воронеж и г.Сочи.

№пп	Показатель	Район строительства		
		г.Сочи	г.Воронеж	г.Мурманск
1	ГСОП, °C сут	1448	4655	6985
2	$R_0^{TP}$ стены, м <sup>2</sup> °C/Вт	1.91	3.03	3.55
3	$R_0^{TP}$ покрытия, м <sup>2</sup> °C/Вт	2.92	4.53	5.69
4	Среднемесячная температура июля, °C	23.0	20.1	12.8
5	Среднегодовая температура, °C	14.1	6.6	0.3
6	Суммарная солнечная радиация, кВт·ч/м <sup>2</sup>	1400	1100	800

# Характеристика здания



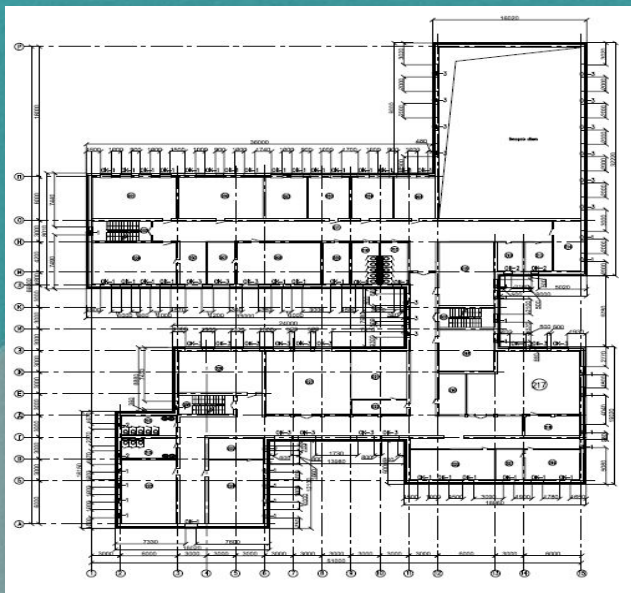
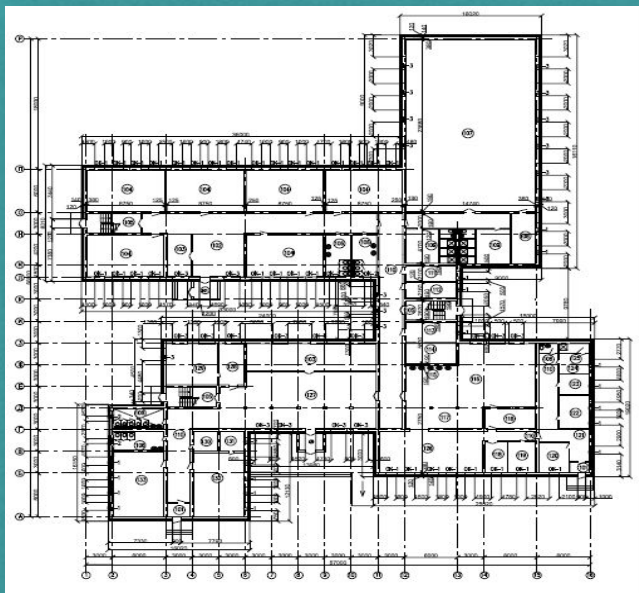
В качестве рассматриваемого объекта была выбрана общеобразовательная школа

Технико-экономические показатели школы:

- площадь застройки,  $A_z = 6\,740 \text{ м}^2$ ;
- общая площадь,  $A_o = 13\,600 \text{ м}^2$ ;
- строительный объем,  $V = 14\,022 \text{ м}^3$ .

Схема плана 1-го этажа

Схема плана 2-го этажа



# Характеристика оконных конструкций

Формула окна  
4М1-10-4М1-10-4М1

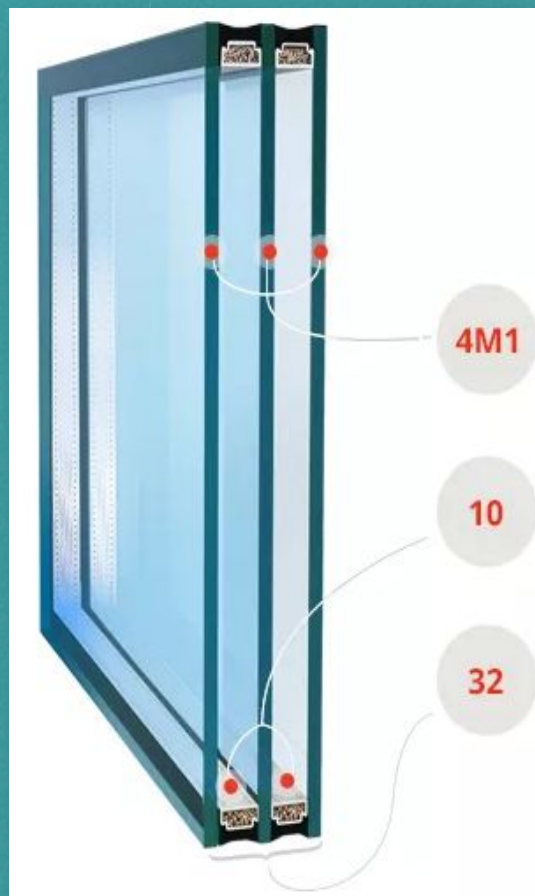


Схема окна типа 1

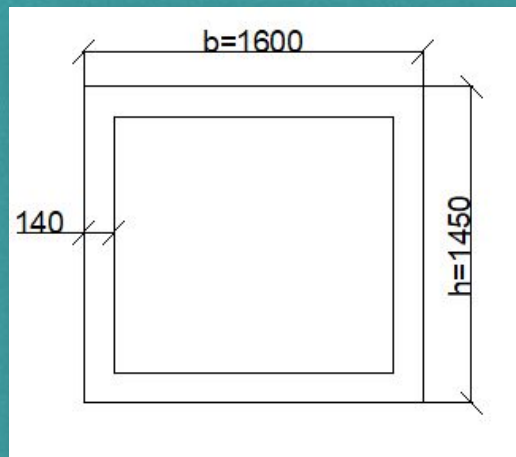


Схема окна типа 2

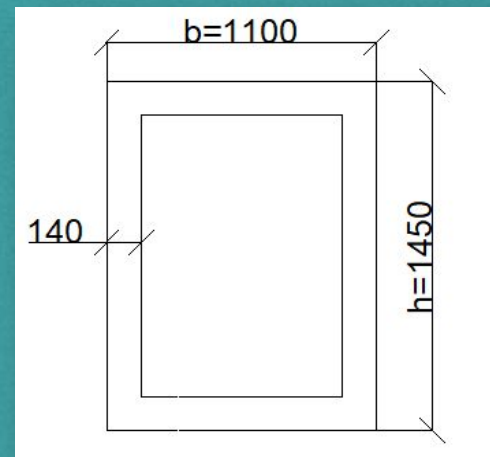
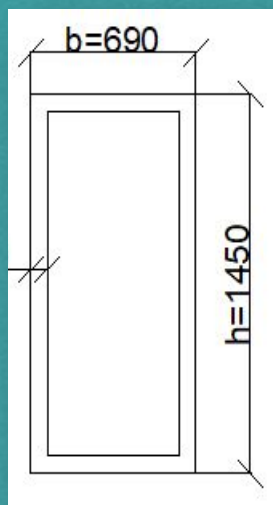


Схема окна типа 3



Термическое сопротивление  
стеклопакета

$$R_0^{\text{oc}} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

# Приведенное сопротивление теплопередаче окон

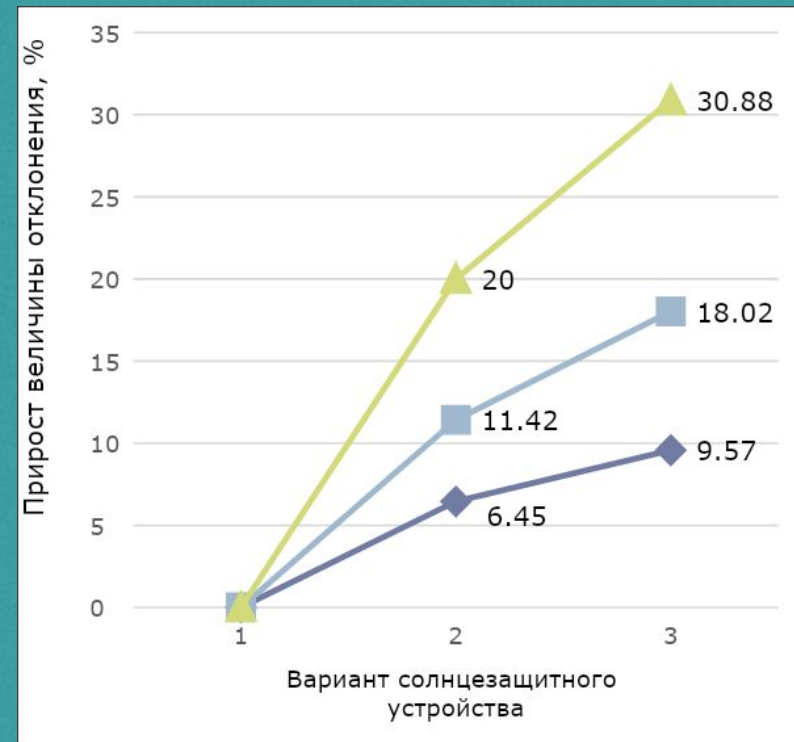
Показатели	Количество окон, шт	Базовый вариант окна	Окно с энергосберегающей пленкой	Окно с теплозащитным экраном
Приведенное сопротивление окна типа 1	58	0,474	0,552	0,609
Приведенное сопротивление окна типа 2	100	0,473	0,548	0,602
Приведенное сопротивление окна типа 3	12	0,457	0,558	0,629
Среднее приведенное сопротивление окон	-	0,468	0,554	0,615

$$R_{0\text{пр}} = \frac{R_0^{\text{ос}} * F_{\text{ос}} + R_0^{\text{пер}} * F_{\text{пер}}}{F_{\text{ос}} + F_{\text{пер}}}$$



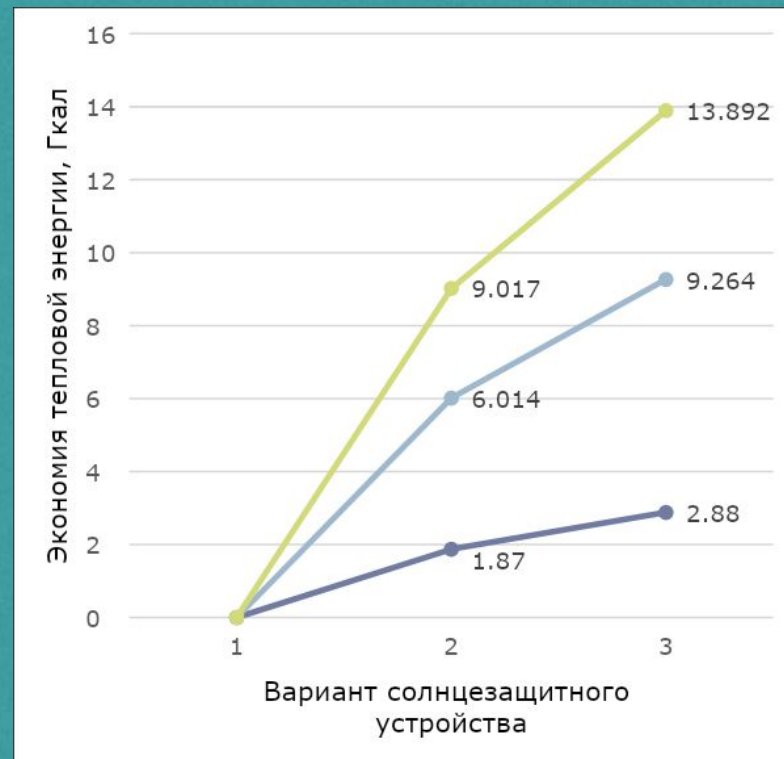
# Сравнение классов энергетической эффективности

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	Отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление от нормативного, %		
	Класс энергетической эффективности		
	г.Сочи	г.Воронеж	г.Мурманск
Окна с обычным стеклом (базовый вариант)	-51,2 A+ (очень высокий)	-39,4 B+ (высокий)	-28,5 B (высокий)
Окна с энергосберегающей пленкой	-54,5 A+ (очень высокий)	-43,9 A (очень высокий)	-34,2 B+ (высокий)
Окна с теплозащитным экраном	-56,1 A+ (очень высокий)	-46,5 A (очень высокий)	-37,3 B+ (высокий)
Величина прироста отклонения от расчетного значения, %	9,57	18,02	30,88



# Сравнение экономии тепловой энергии

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	Теплопотери, кВт		
	Экономия тепловой энергии, Гкал		
	г.Сочи	г.Воронеж	г.Мурманск
Окна с обычным стеклом  (базовый вариант)	<u>6,197</u> -	<u>9,859</u> -	<u>10,220</u> -
Окна с энергосберегающей пленкой	<u>5,233</u> 1,870	<u>8,325</u> 6,014	<u>8,630</u> 9,017
Окна с теплозащитным экраном	<u>4,712</u> 2,880	<u>7,496</u> 9,264	<u>7,772</u> 13,892
Экономия тепловой энергии, %	23,96		



# Оценка экономической эффективности инвестиций

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	<u>Срок окупаемости, год</u>		
	Срок окупаемости с учетом дисконта, год		
	г.Сочи	г.Воронеж	г.Мурманск
Окна с энергосберегающей пленкой	<u>10,09</u> -	<u>3,14</u> 4,19	<u>2,09</u> 2,55
Окна с теплозащитным экраном	<u>23,16</u> -	<u>7,19</u> 17,59	<u>4,81</u> 7,7


Срок окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия с учетом дисконтирования поступающих доходов за счет экономии энергоресурсов  $T_g$

$$T_g = \frac{-\ln [1 - r * T_o]}{\ln [1 + r]}$$

Расчет показал, что для г.Сочи применение солнцезащитных устройств с целью снижения теплотерь является экономически неэффективным

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены теплотехнические характеристики окон, по результатам выявлено, что при установке энергосберегающей пленке приведенное сопротивление равно  $0,553 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , а при установке теплозащитной шторы-экрана приведенное сопротивление равно  $0,614 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .
2. Выполнен анализ окупаемости двух видов стеклопакетов, который показал, что при установке энергосберегающей пленки ее окупаемость составляет 3,14 года, а при установке теплозащитной шторы-экрана 7,19 лет для г.Воронеж. А так же при установке энергосберегающей пленки 2,09 года, а при установке теплозащитной шторы-экрана 4,81 лет для г.Мурманск. Чтобы средства, вложенные в энергосберегающие мероприятия покрыли затраты на инвестиции.
3. Определен класс энергетической эффективности здания. Было выявлено, что удельный расход тепловой энергии на отопление от нормативного значения составляет -2%. При определении класса энергетической эффективности двухкамерного окна с энергосберегающей пленкой, было выявлено, что удельный расход тепловой энергии на отопление от нормативного значения составляет -18%. А при установке теплозащитной шторы-экрана удельный расход тепловой энергии на отопление от нормативного значения составляет -32%.
4. Выполнен расчет оценки экономической эффективности инвестиций в энергосберегающих мероприятиях. Индекс доходности инвестиций при установке теплозащитной шторы-экрана равен 5,19 и он больше индекса доходности инвестиций при установке энергосберегающей пленки 3,35.



Спасибо  
за  
внимание