Отопление с использованием электрических излучающих панелей

1. Почему излучающие панели?

Электрические излучающие панели выгодно использовать в тех случаях, когда нужно совместить процесс отопления с высоким пользовательским комфортом. Однако, их можно использовать и для получения значительной экономии при обеспечении необходимого уровня температуры в случаях, когда стандартные конвекционные средства отопления себя не оправдывают.

Излучающие отопительные панели рекомендуемых типов используются для монтажа на высоте от 2,5 м до 8 м. Они очень успешно комбинируются и с прочими средствами отопления – с отоплением «теплый пол» или с конвекторами. Излучающие панели могут также играть роль дополнительного отопления.

В зависимости от отопительного режима используются разные типы отопительных панелей:

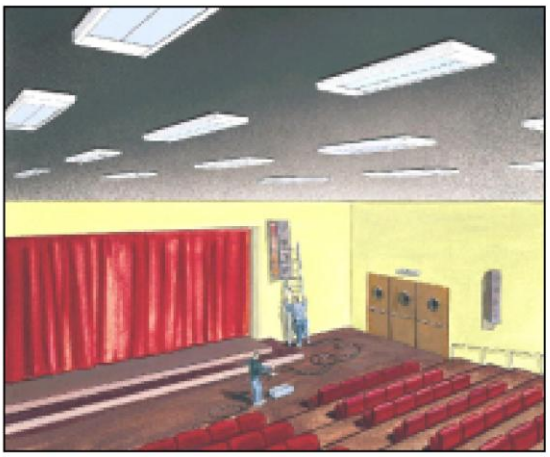
- при преимущественно систематическом режиме отопления, который используется в помещениях, в которых ожидается относительно высокий уровень комфорта и которые достаточно хорошо теплоизолированы.

- общественные и административные здания, офисы фирм, школы
- объекты культурного назначения, выставочные залы
- объекты системы здравоохранения
- торговые центры и магазины
- производственные и складские помощения – залы

- при прерывистом режиме отопления, когда между отопительными периодами происходит значительное понижение температуры стен, потолков и полов.

Это объекты, не обладающие высокой степенью теплоизоляции, у них часто наблюдается высокая теплоемкость стен. Такие объекты используются лишь время от времени, и было бы неэкономично отапливать такого рода помещения стандартным способом, включая аккумуляцию тепла внешними стенами и конструкциями. В этих случаях отопление с использованием излучающих панелей сразу после включения создает ощущение тепла при воздействии прямого излучения, попадающего на одежду и на открытые части тела присутствующих. Ощущение меньшего комфорта из-за холодных строительных конструкций компенсируется чрезвычайной экономичностью эксплуатации, что имеет особенно большое значение для помещений с высокими потолками.

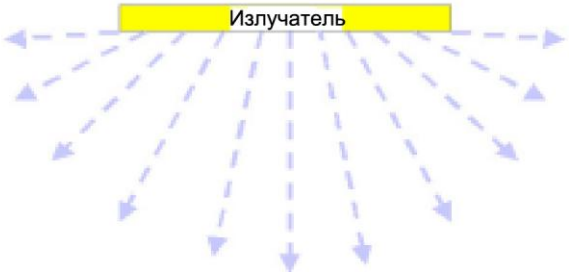
Типичными объектами, на которых используется отопления в прерывистом режиме, являются церкви, часовни, концертные и лекционные залы.



2. Изготавливаемые типы панелей.

1) **Высокотемпературные панели** – оснащены ровной излучающей плоскостью, обеспечивающей способность излучать под углом до 180°С (так называемое, гемисферическое излучение). Температура на поверхностях излучающих панелей достигает примерно 350°С. Такая высокая температура обеспечивает достаточно большую густоту излучаемого потока. Поэтому эти панели предназначены для размещения на больших высотах – от 5 м до 8 м.

Излучатель с ровной излучающей плоскостью



Эмитирует излучение по всему помещению

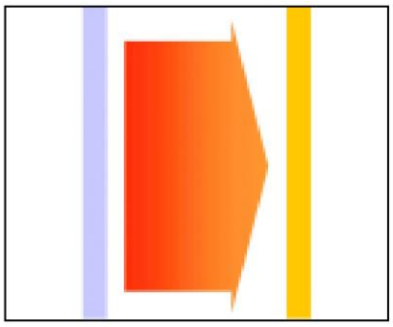
2) **Низкотемпературные панели** – тоже имеют ровную излучающую плоскость. В отличие от высокотемпературных панелей, температура их излучающих поверхностей составляет максимально 110°С. Густота излучаемого потока меньше. Рекомендуемая высота размещения низкотемпературных панелей составляет 2,5 – 3 м.

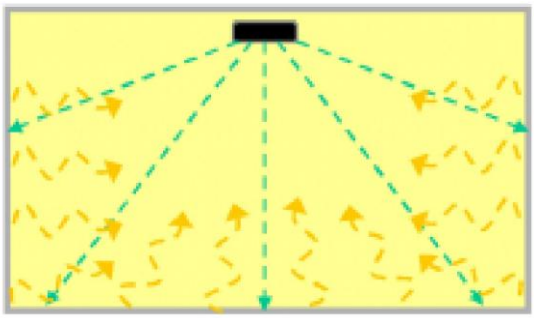
3. Преимущества излучательного отопления

- более низкие энергетические затраты по сравнению с конвекционным отоплением
- не поднимается пыль
- равномерное распределение температуры в горизонтальном направлении (разница температур между полом и потолком составляет только 1-2^{O}C).
- более здоровая окружающая среда с более высокой влажностью воздуха, не происходит пересыхание слизистых оболочек и возрастает устойчивость к респираторным заболеваниям
- благотворное воздействие на больных с заболеваниями суставов
- свободная диспозиция интерьера для размещения станков, мебели и т.п.
- за излучающими панелями не нужен уход
- долгий срок службы
- нет никакой эмиссии, этот вид отопления хранит окружающую среду
- высокий тепловой комфорт

4. Сущность переноса тепла при излучении

- Каждое тело при определенной температуре обладает внутренней тепловой энергией.
- Тепловая энергия непрерывно преобразуется в электромагнитное излучение, которое распространяется в пространстве. Если при этом телу не передается тепло, то тело остывает.
- Как только электромагнитное излучение попадает на другое тело, оно поглощается поверхностью этого тела и непрерывно преобразуется в тепловую энергию. Если от тела не отводится тепло, то оно нагревается.
- Электромагнитное излучение не зависит от внешней окружющей среды (medium), оно может существовать и в вакууме.
- Самым известным примером переноса тепла излучением является естественное солнечное излучение, нагревающее поверхность земли.





Значительная часть излучения снова отражается от стен в пространство

Излучающая способность тела (интенсивность излучения)выражается законом СТЕФАНА – БОЛЬЦМАНА.

$$E = \varepsilon \times Co \times (T/100)^4$$

Энергия, излучаемая единицей поверхности тела, прямо пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры.

E.....удельная излучающая способность тела (W / m^2)

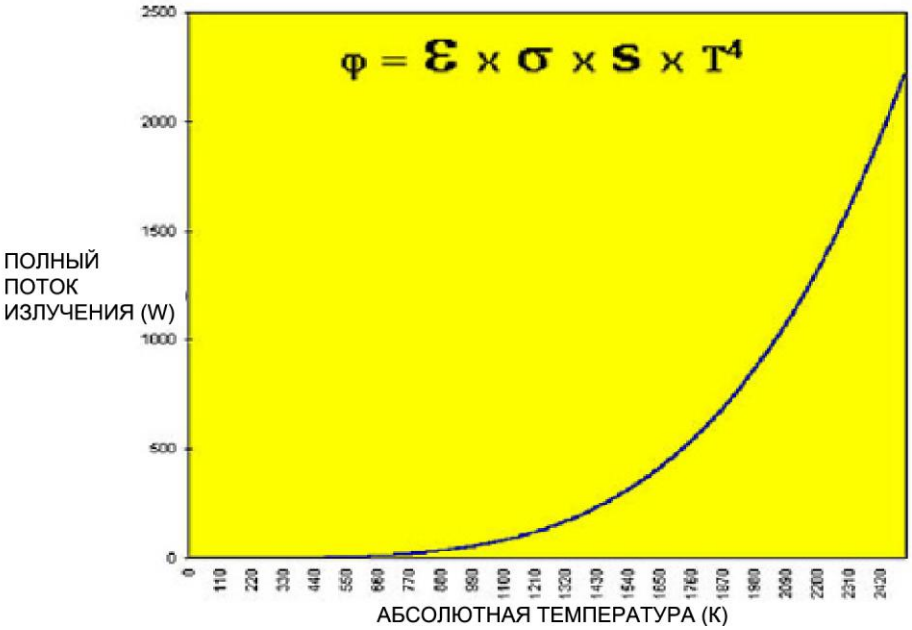
ε .....средняя излучательная способность – способность к эмиссии

Co.....коэффициент излучательной способности абсолютно черного тела (5,67 W/m^2 . K^4)

T.....абсолютная температура (^{O}C)

Полный поток излучения – мощность излучения тела с площадью поверхности S (m^2)

$$P = E \times S \quad (W)$$



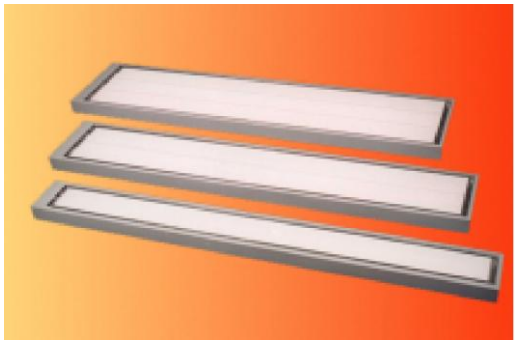
Чем выше температура излучающей поверхности →тем выше мощность излучения (W)

5. Основные технические характеристики панелей

- **Высокотемпературные панели – конструкция**

нагревательным элементом служат алюминиевые пластины с впрессованными нагревательными стержнями. Поверхности пластин обработаны специальным составом SILICATING, что усиливает излучение тепловой энергии в отапливаемое помещение. В зависимости от мощности панели оснащены 1, 2 или 3 пластинами. Для тепловой изоляции используется минеральная вата. Панели заключены в лакированный металлический корпус.

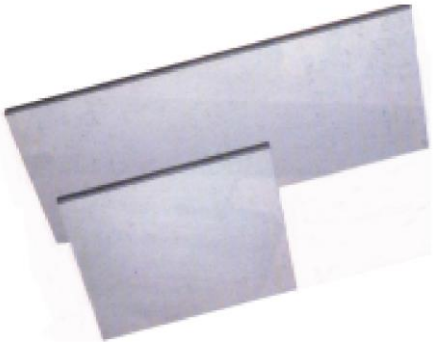
Основные технические характеристики: - температура поверхности пластин – примерно 350°C.
-Мощностная серия 900, 1200, 2400, 3000, 3600 W
-класс защиты IP X4
- напряжение 230 V или 400 V в зависимости от мощности



- **Низкотемпературные панели – конструкция**

закрытый корпус из листового FeZn , внутренняя поверхность которого обработана составом Thermoquartz , а внешняя поверхность – составом Thermocrystal для усиления эмиссии. Нагревательный элемент – отопительная пленка или отопительный кабель. Внутренняя изоляция из минеральной ваты.

Основные технические характеристики: - температура поверхности излучающей пластины – примерно 90 - 100°C.
-мощностная серия 300, 600, 700 W
-класс защиты IP20, IP44, IP54, IP65
- напряжение 230 V
- универсальное исполнение – можно инсталлировать в кассетные окна



Низкотемпературные панели, специализированное исполнение

- панели для подогрева скамеек в костелах – инсталляция в вертикальном положении на скамейках в костелах перед сидящими людьми. Более низкая температура поверхности, примерно 80°C.
- IP20
- мощностная серия 100,200,270,330,400W

- панели с усиленной защитой
- IP 54, IP 65
для взрывоопасной среды EExell T3
- мощность панелей 700 Вт
- обозначение ECOSUN IKP, IN, IN-2

6. Проект отопления с использованием излучающих панелей

При проектировании мощности, количества и размещения излучающих панелей нужно поступать следующим образом:

1) подсчитать тепловые потери данного помещения Q [W]
2) выбрать режим отопления в зависимости от характера предстоящей эксплуатации объекта

Непрерывный режим отопления с высоким уровнем теплового комфорта:

- коэффициент поступления тепла К(U):	стены	<0,5 W/m^{2}K
	полы в месте расположения	<0,5 W/m^{2}K
	потолки	<0,35 W/m^{2}K

Более высокие значения (U) увеличивают эксплуатационные расходы и уменьшают тепловой комфорт

- полную мощность всех отопительных тел нужно установить на 20% выше, чем подсчитанные тепловые потери, по причине более высокой динамичности системы отопления

P=1,2 Q [W]

- проверить мощность, приходящуюся на единицу площади, при этом должно выполняться неравенство

P/S<150 W/m^2 S.....площадь полов в помещении [W]

- определить минимальное количество отопительных единиц n для создания гомогенного поля излучения

n>S/H^2 H.....предполагаемая высота инсталляции [m]

Увеличение количества отопительных элементов повышает тепловой комфорт, однако увеличивает эксплуатационные расходы

- подсчитать среднюю мощность одной отопительной единицы и выбрать из мощностной серии соответствующего типа самое близкое номинальное значение.

6

Уточнить количество отопительных тел с учетом полной мощности

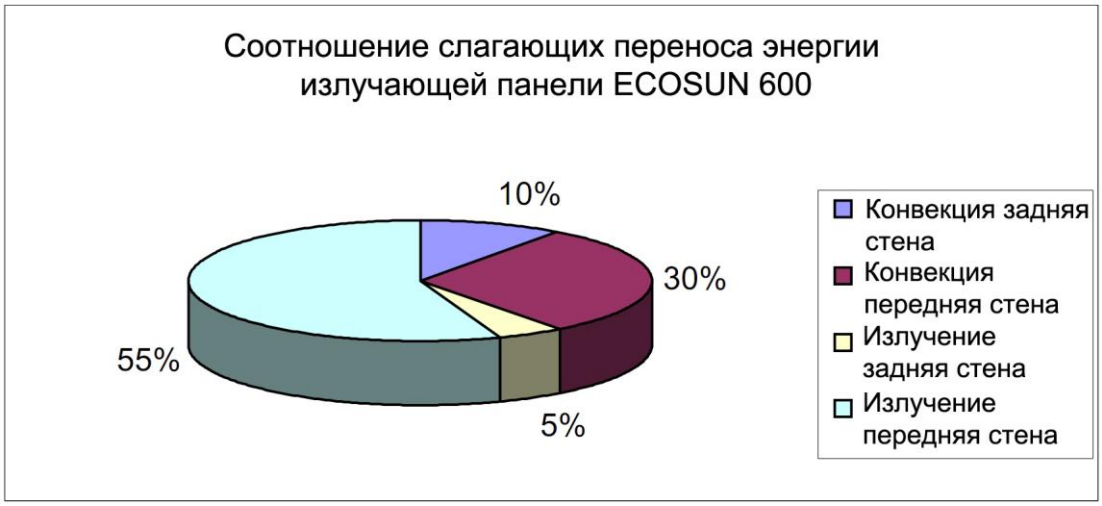
$Pn = P/n \approx Pjm$

$n = P/Pjm$

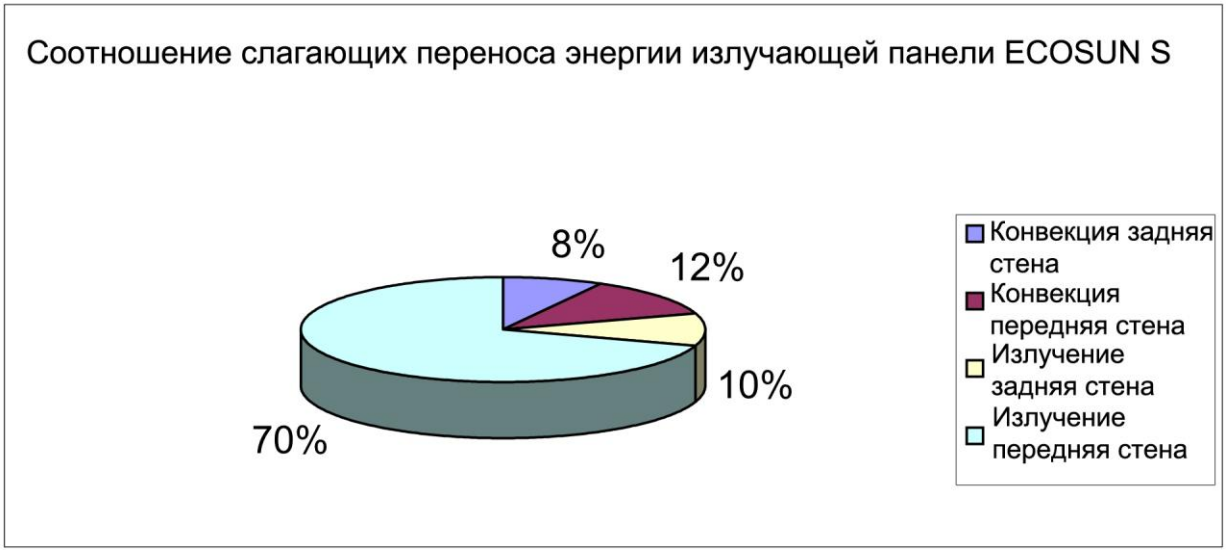
- разработать схемы равномерного размещения отдельных панелей. При этом нужно учитывать отступы от стен и взаимное удаление панелей согласно схематическому изображению.

- установить монтажную высоту согласно рекомендациям в таблице или при помощи номограммы

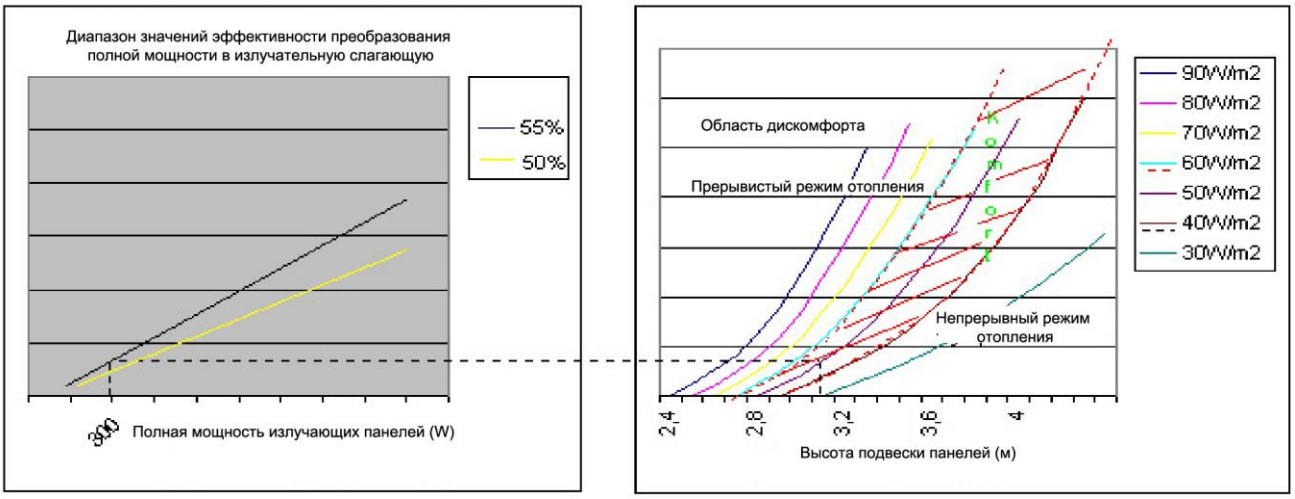
У низкотемпературных панелей диапазон значений эффективности преобразования полной мощности в излучательную слагающую составляет примерно 50-55% в зависимости от типа панели.



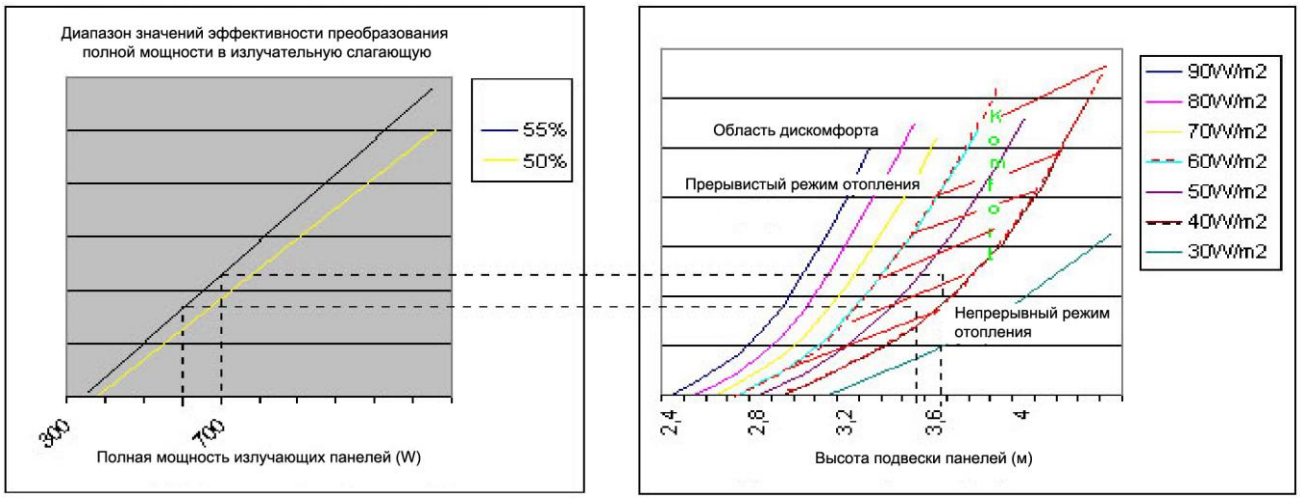
У высокотемпературных панелей диапазон значений эффективности преобразования полной мощности в излучательную слагающую составляет примерно 60-70% в зависимости от типа панели.



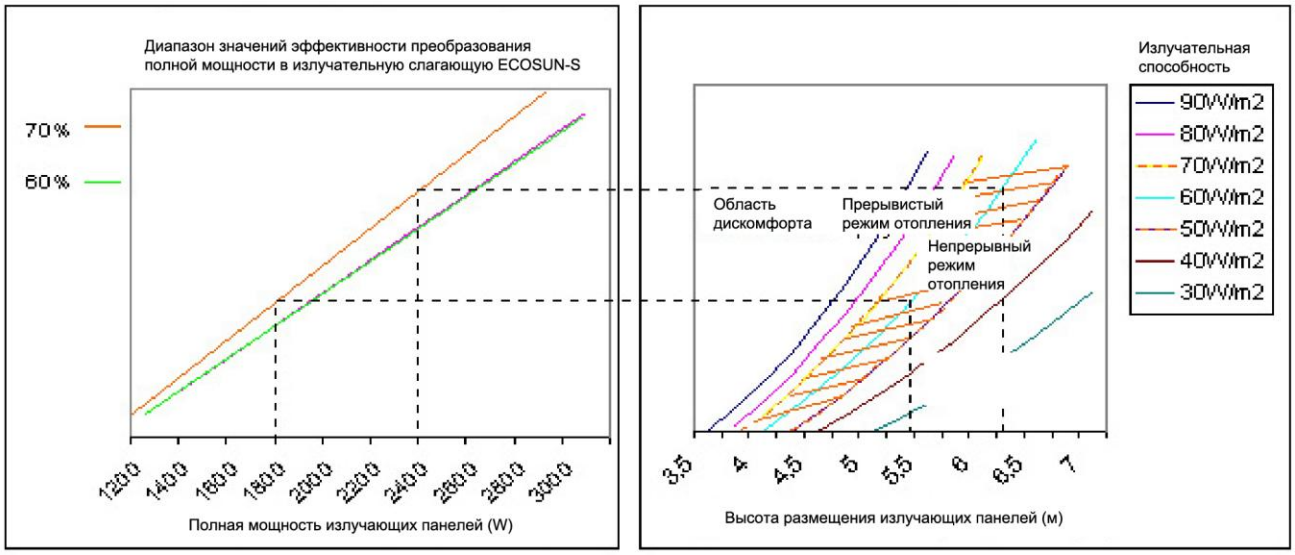
Номограмма для определения высоты подвески низкотемпературных панелей ECOSUN E300 W



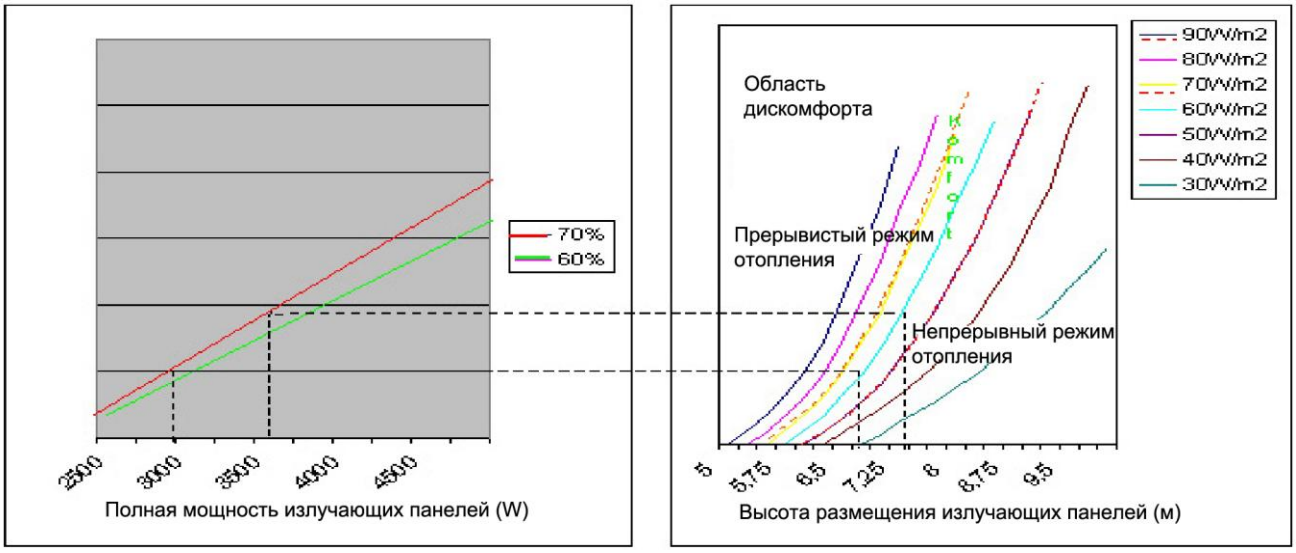
Номограмма для определения высоты подвески низкотемпературных панелей ECOSUN – для типов 600 и 700W



Номограмма для определения высоты инсталляции высокотемпературных панелей ECOSUN S (1200 - 3000W)



Номограмма для определения высоты подвески панелей ECOSUN S30- S36



будет <8К, обеспечивающих отопительный комфорт. После реализации рекомендуется проверить измерением температур действительную величину.

Непрерывный режим отопления с пониженным уровнем теплового комфорта

Зональное отопление – это такой способ отопления, когда в относительно большом неотапливаемом помещении излучаемым теплом отапливаютсятолько экспонированные, относительно малые площади (примером могут служить залы с плохой теплоизоляцией)

- коэффициент проникновения тепла в корпус объекта k (U)>2W / m^2K

- полы хотя бы минимально теплоизолированы; если этого нет, то в помещениях без подвалов необходимо обеспечить качественную изоляцию от влажности

- установить мощность в соответствии с величиной площади отапливаемой зоны, количеством и высотой подвески H [m] панелей. Если требуется более высокая излучающая способность, то для зонального отопления следует использовать VT панели. Высота подвески колеблется от 3,5 – 4,5 м. Считаем, что эффективная мощность **Pe=0,6P (или 0,7P)** (мощность выбранной панели) на эффективную площадь зоны величиной

$$S = (l + 0{,}6H)\ (W+0{,}6H)$$

l……. длина панели [m]
W …… ширина панели [m]

Практически при высоте подвески 4 м, излучающая панель VT конструкции FENIX обеспечит отопление на эффективной площади примерно 3,8 x 2,7 м, т.е. приблизительно 10 $м^2$. Густота излучаемого потока колеблется от 180 до 220 W/m^2 согласно мощности VT панели с 3 отопительными сегментами. Эта величина должна быть выше 150 W/ m^2 .

- Рекомендуемые меры предосторожности: на больших объектах при зональном отоплении возникает неконтролируемая циркуляция и происходит охлаждение собственно отапливаемой зоны. Если условия позволяют, следует ограничить отапливаемую зону простой сборной или тканевой конструкцией высотой 2,5 м.

Прерывистый отопительный режим на объектах, отапливаемых для кратковременного пребывания в них людей. Это костелы, церкви, концертные залы в исторических объектах и т.п. с высокими потолками, общественные залы

эти объекты большой площади очень расходно отапливать в прерывистом режиме при помощи конвекционных средств отопления, таких например, как аккумуляционнные печи, конвекторы и различные типы «радиаторов».

Такие высокие эксплуатационные расходы обусловлены тем, что нужно нагревать очень большой объем воздуха с низкой до требуемой (комфортной) температуры, и все это в течение относительно короткого времени. Поскольку при излучательном отоплении нагревание воздуха является вторичным и происходит от нагретых излучением предметов, то можно добиться комфорта в подобных помещениях в несколько раз быстрее, чем при конвекционном отоплении. Поэтому при прерывистом режиме отопления, отопление с использованием излучающих панелей оказывается намного эффективнее.

- коэффициент проникновения тепла в корпус объекта k >1,3 W / m^2K, часто речь идет о каменных стенах с большой теплоемкостью. Определенный тепловой комфорт достигается прямым облучением людей, подобно как при зональном отоплении.

- величина инсталлированной отопительной мощности решается аналогично как у зонального отопления

- отопительный эффект может быть значительно усилен комбинацией с электрическим отоплением «теплый пол». Кабель с соответствующей мощностью на единицу площади укладывается непосредственно под напольную плитку, если возможно, с теплоизолированным слоем. Это решение очень удобно при реконструкции старых или при строительстве новых объектов. Излучательная способность VT панелей может потом достигнуть уровня 70% излучающей способности, необходимой для зонального отопления.

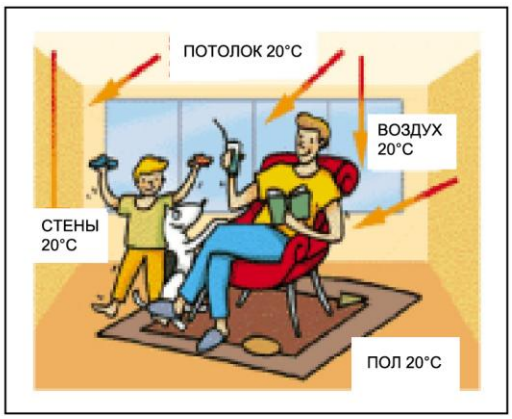
7. Характеристика теплового комфорта

Для достижения высокого теплового комфорта недостаточно только нагреть воздух до определенной температуры. Ощущение тепла и холода - явление более сложное, и кроме всего прочего, на него оказывают влияние:
- температуры площадей, ограничивающих отапливаемое пространство
-скорости движения воздуха в помещении (сквозняк)
- деятельность человека и его одежда

Определяющее значение имеют температуры площадей, ограничивающих отапливаемое помещение, т.е. стены, потолок, пол, окна. Холодные стены «крадут» излученное тепло с обнаженной кожи и с одежды. Именно так ощущается холод стен или, наоборот, высокая температура источника излучения над головой.

Пример 1: горячий воздух до 30°C
Стены, потолок, пол до 10°C
ДИСКОМФОРТ – слишком холодно

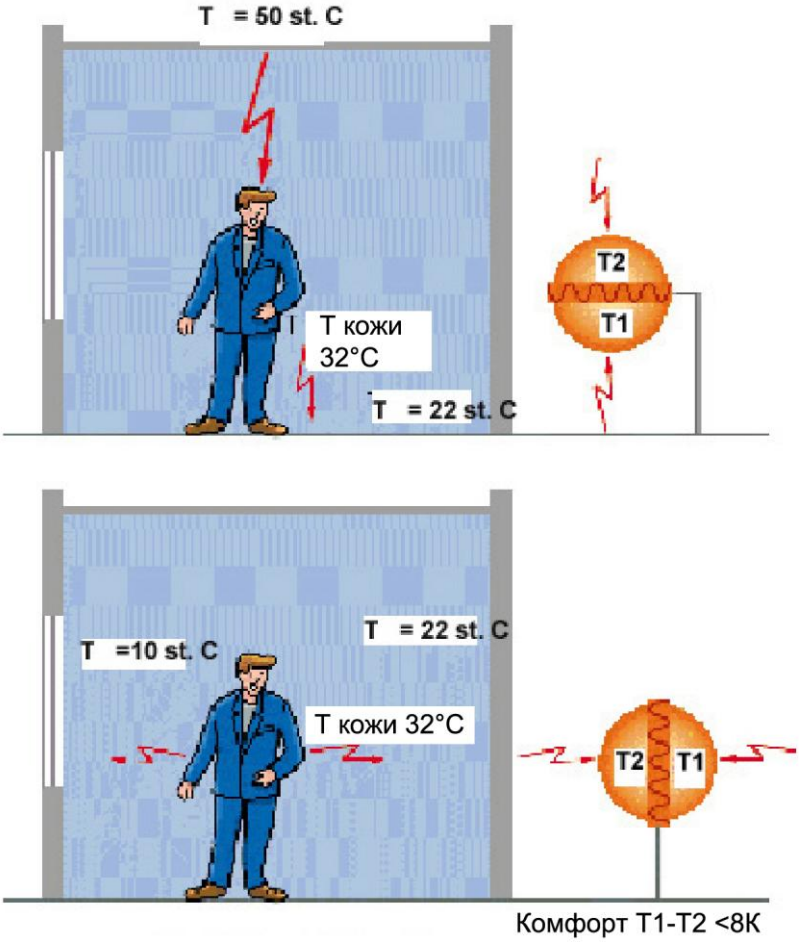
Пример 2: стены, потолок, пол до 25 ^{O}C
воздух до 5 ^{O}C
ДИСКОМФОРТ –холодно



Пример 3: стены, потолок и пол до 26°C
Свежий воздух до 15 ^{O}C
ПРИЕМЛЕМО

Пример 4: воздух 20 ^{O}C
стены, пол, потолок 20 ^{O}C
КОМФОРТ!!!

В случае излучательного отопления все материальные предметы в помещении, включая ограничивающие площади, нагреваются, и одновременно происходит процесс охлаждения путем передачи, излучения, и в меньшей мере, утечкой. У стен с большими площадями процесс охлаждения зависит от состояния их теплоизолированности. Одним из критериев оценки теплового комфорта окружающей среды является так называемая несоразмерность излучаемого тепла, особенно в вертикальном направлении.

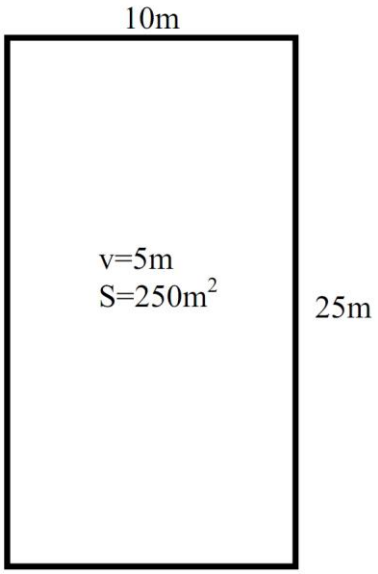


Величина температуры, измеренной на полусфере шарового термометра, зависит от температуры источника и от расстояния между источником и точкой измерения.

Для достижения удовлетворительного теплового ощущения лицом, попадающим под воздействие излучения, несоразмерность должна быть самое большее 8К.

Комфортная окружающая среда может характеризоваться и соотношением между температурами воздуха и стен. Половина их суммы должна составлять примерно 18 ^{O}C при движении воздуха со скоростью, не превышающей 0,25 м/сек и при относительной влажности 40-60%.

Проект отопления с использованием излучающих панелей - пример



Q= 27 940W
P=1,2*Q
P=1,2*27940
P=33 528W

P/S < 150W/m^2
33 528 < 150W/m2
134 <150

Минимальное количество панелей (n): H=v
n>S/H^2
n>250/5^2
n>10
n_{min}=11

Pn=P/n
Pn=33528/11
Pn=3048W (самое близкое S30 Pjm=3000W)

n=P/Pjm
n=33528/3000
n=11,18
n=11

Pjm = S09 = 900W
S12 = 1200W
S18 = 1800W
S24 = 2400W
S30 = 3000W
S36 = 3600W

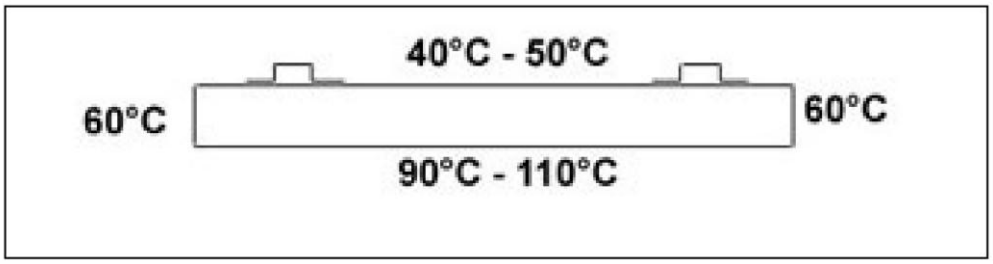
Для отопления объекта нужно использовать минимально 11 шт. панелей S30

8. Эксплуатационные технические параметры излучающих панелей ECOSUN

Низкотемпературные излучающие панели ECOSUN

Тип	Размеры	Масса	Мощность	Напря-жение	Защита	Рекомендованная высота инсталляции	Использование
	mm	kg	W	V		m	
E100K	500x320x35	2,5	100	230	IP20	Вертикальное положение	Подогрев церковных скамеек и канцелярских столов
E200K	750x320x35	3,7	200				
E270K	1000x320x35	5,2	270				
E330K	1250x320x35	6,6	330				
E400K	1500x320x35	7,9	400				
E 300 U	592x592x30	5	300	230	IP44	2,5-3	Универсальная панель для жилых и нежилых помещений, монтаж на потолок и в кассетные окна
E 600 U	1192x592x30	10,1	600			2,7-3,8	
E 700 U	1192x592x30	10,5	700			2,7-3,8	
E 700 IKP	1192x592x30	10,6	700	230	IP54	После оценки местных условий	Промышленные и сельскохозяйственные объекты, мастерские, теплицы, объекты животноводства с соответствующ. степенью защиты
E 700 IN	1192x592x30	10,9	700		IP65		
E 700 IN-2	1192x592x30	10,9	700		Eexell T3		

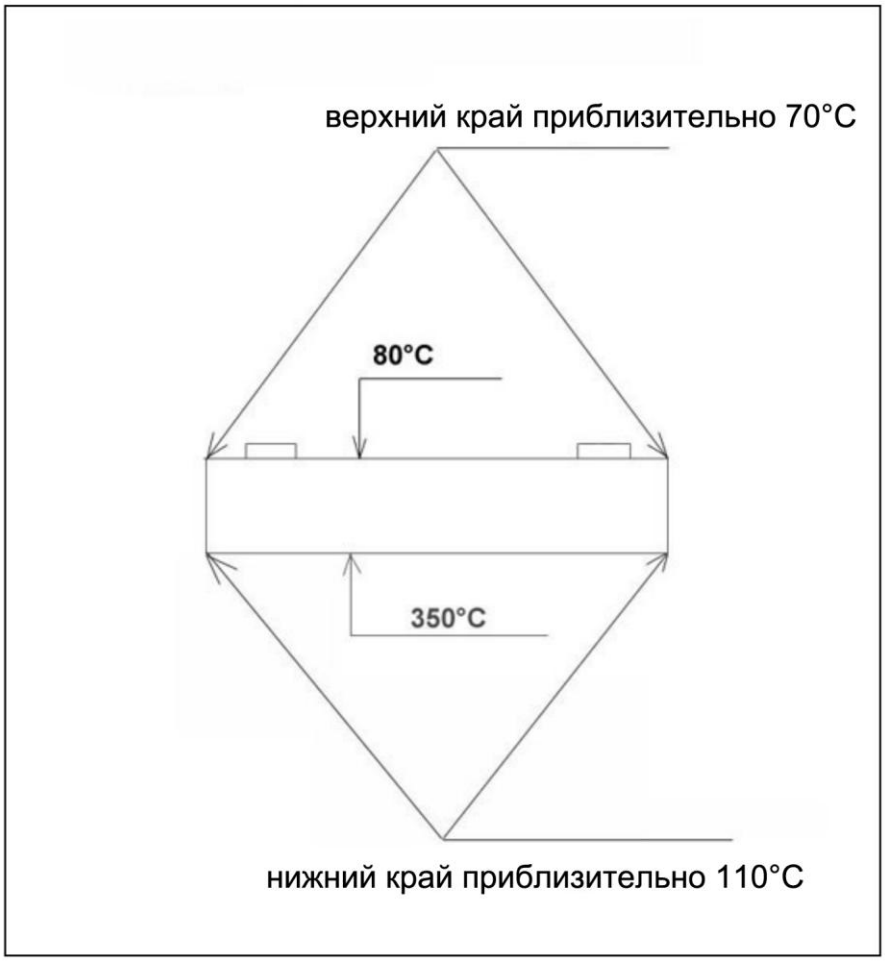
Температуры поверхностей низкотемпературной панели



Высокотемпературные излучающие панели ECOSUN S

Тип	Размеры	Масса	Мощность	Напря-жение	Защита	Рекомендованная высота инсталляции	Использование
	mm	Kg	W	V		m	
E S09	1500x155x60	8,5	900	230	IP X4	После оценки местных условий. Отопление по всей площади 5-8м. Зональное отопление 3,5- 4,5м.	Промышленные залы, спортивные залы, залы, мастерские, сельскохозяйств. объекты с окр.средой, с соответствующей степенью защиты
E S12			1200				
E S18	1500x256x60	13,5	1800	230			
E S24			2400				
E S30	1500x 357x60	18	3000	400			
E S36			3600	3N			

Температуры поверхностей панели ECOSUN S



Инж. Павел Галама

Йесеник 21.01.2002
Инж. Милан Ридван
Инж. Павел Галама