

Калькулятор теплотехнического расчета АПНШУ.

Руководство Пользователя.

Введение.

Представленный калькулятор максимально автоматизирован. Это означает, что многие параметры в нем *выводятся автоматически*. Только те показатели зданий или характеристики ограждающих конструкций, которые не могут заноситься в автоматическом режиме, Пользователь *вносит* или *выбирает из выпадающих списков*. Например, наименование населенного пункта, температуру внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях Пользователь *выбирает из выпадающего списка*, а площади наружных ограждений (стен, крыши, окон и т.д.) в соответствующем поле (ячейке) Калькулятора *вносит* вручную.

Исходные данные.

Климатические параметры холодного периода года (расчетная температура наружного воздуха, продолжительность и средняя температура наружного воздуха за отопительный период), в зависимости от выбранного Пользователем населенного пункта и назначения здания, принимаются по СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».

Нормируемые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий, в зависимости от градусо-суток отопительного периода, назначения здания и типа рассчитываемой ограждающей конструкции, а также теплотехнические характеристики материалов несущего, внутреннего и наружного отделочных слоев принимаются по СП 50.13330.2024 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий».

Расчетные теплотехнические характеристики изделий из напыляемого ППУ в условиях эксплуатации рассчитаны по Приложению Д СП 345.1325800.2017 (см. Изм. 1).

Геометрические характеристики зданий (площадь здания, площади наружных ограждающих конструкций), толщины отдельных слоев наружных ограждений, а также температура воздуха в подвале/техподполье вводятся Пользователем.

Алгоритм расчета.

Ввод исходных данных, расчетных условий, геометрических характеристик зданий и наружных ограждений, а также сами расчеты производятся **в следующей последовательности**:

1. Пользователь устанавливает курсор в ячейку «**Населенный пункт**» и из *выпадающего списка* выбирает требуемый город.

Примечание. В СП 131.13330.2020 приводятся климатические данные не по всем населенным пунктам Российской Федерации. В том случае, если требуемый Пользователю населенный пункт отсутствует в Списке, в СП 131.13330 прописано следующее правило (см. п. 2.1): В случае отсутствия в таблицах данных для района строительства значения климатических параметров, следует принимать равными значениям климатических параметров ближайшего к нему пункта.

От выбранного района строительства зависят климатические параметры, такие как «расчетная температура наружного воздуха», «средняя температура воздуха за отопительный период», «продолжительность отопительного периода».

2. Далее Пользователь ставит курсор на ячейке «**Назначение здания**» и также из *выпадающего списка* выбирает требуемое назначение (жилое, общественное, административное и т.д.). От назначения здания также зависят некоторые параметры, например, «**средняя температура воздуха за отопительный период**», «**продолжительность отопительного периода**» (которые для зданий различного назначения отличаются даже в том случае, если они располагаются в пределах одного и того же населенного пункта).

3. Пользователь *вводит* «**Площадь здания**».

4. Пользователь переходит во вкладку «**Расчетные условия**» и *выбирает из выпадающего списка* «**температуру внутреннего воздуха**» и *вводит* «**температуру воздуха в подвале/техподполье**».

Примечания:

1. Температуру внутреннего воздуха Пользователь выбирает в диапазоне значений от 2 до 24 °С. Рекомендуемые значения температур внутреннего воздуха $t_{в}$ для зданий различного назначения приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Рекомендуемые значений температур внутреннего воздуха для зданий различного назначения.

Назначение здания	Диапазон допустимых значений $t_{в}$, °С	Рекомендуемое значение $t_{в}$, °С	Нормативный документ
Жилое	+18 ÷ +24	+20 +21 ¹	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Гостиница	+18 ÷ +24	+20 +21 ¹	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Общежитие	+18 ÷ +24	+20 +21 ¹	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Детский сад	+20 ÷ +25	+21 +22 ¹	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Школа	+18 ÷ +23	+20	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Медицинское учреждение	+18 ÷ +24	+22	ГОСТ 30494, СП 50.13330
Интернат	+20 ÷ +25	+21 +22 ¹	ГОСТ 30494, СП 50.13330

Общественное (кроме указанных выше)	+12 ² ÷ +24	+18	ГОСТ 30494
Административное	+12 ² ÷ +24	+18	ГОСТ 30494
Бытовое	+12 ² ÷ +24	+18	ГОСТ 30494
Производственное	+16 ÷ +24	+16, +17, +18, +21, +22 ³	ГОСТ 12.1.005
Овощехранилище	от +2	- ⁴	СП 105.13330, НТП 1.10.12.001
Примечания:			
¹ Для зданий, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже.			
² В зависимости от категории помещений по табл. 3 ГОСТ 30494.			
³ По минимальному значению из диапазона оптимальных температур в зависимости от категории работ по табл. 1 ГОСТ 12.1.005.			
⁴ Для овощехранилищ расчетная температура внутреннего воздуха устанавливается, в зависимости от продукции хранения, по соответствующим нормам технологического проектирования (НТП).			

2. Если подвал или техподполье не являются отапливаемыми (в них не установлена система отопления, которая поддерживает в подвале заданный температурный режим), температура внутреннего воздуха в них не нормируется. В том случае, если в техподполье располагаются какие-либо инженерные коммуникации или оборудование (тепловые сети, насосы, тепловой пункт и т.д.), то рекомендуется поддерживать температуру воздуха в техподполье не менее 5 °С. Температура воздуха в подвале или техподполье м.б. рассчитана на основании составления уравнения теплового баланса подвала или задана в проектной документации.

На основании введенных ранее исходных данных и расчетных условий программа автоматически рассчитывает градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), – комплексный показатель, на основании которого далее рассчитываются требуемые (нормируемые) значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций.

5. Пользователь переходит ко вкладке «Геометрические характеристики ограждающих конструкций» и *отмечает* все наружные ограждающие конструкции, которые имеют место в рассчитываемом здании, ставя напротив них соответствующий символ (√). Обязательно должны присутствовать «стены», «окна», «крыша» или «чердачное перекрытие», «перекрытие над подвалом» или «полы по грунту», «наружные двери». Такие конструкции как «стены подвала», «перекрытие над проездом», «зенитные фонари», «ворота» вводятся только при наличии таковых в здании и лишь в том случае, если они отгораживают от внешних условий отапливаемые помещения.

Примечание. Как правило, если в здании имеет место «совмещенное покрытие» (плоское или мансардное), то отсутствует «чердачное перекрытие» и, наоборот. Также касается «полов по грунту» и «перекрытия над подвалом». Таким образом, выбираются только те ограждения, которые отделяют отапливаемый контур здания от внешних условий. Например, если подвал в здании является отапливаемым, то д.б. выбраны «полы по грунту» и «стены подвала» и не выбирается «перекрытие над подвалом», т.к. оно отделяет отапливаемые помещения (если разность температур на первом этаже здания и в подвале не превышает 6 °С).

6. Для выбранных на предыдущем этапе наружных ограждений Пользователь *вводит* значения соответствующих **«Площадей»**. Требуемые (нормируемые) значения сопротивлений теплопередаче заполняются автоматически.
7. Далее Пользователь переходит в следующий Блок, – т.н. «расчетный», в котором производится расчет **«теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций»**.
8. Высвечиваются только те наружные ограждения, которые ранее Пользователь выбрал на первой вкладке (в Блоке 1 «Исходные данные»).
9. Для выбранной ограждающей конструкции, например, стены, Пользователь последовательно устанавливает курсор напротив Слоя 1 (внутреннего отделочного), Слоя 2 (основания, например, каменной кладки стенового ограждения), Слоя 4 (наружного отделочного/защитного/облицовочного) и для каждого из них *выбирает из выпадающего списка* соответствующий материал и напротив материала *вводит* его «толщину». Программа автоматически вводит расчетную теплопроводность выбранного материала (рассчитанную для соответствующих условий эксплуатации, – «А» или «Б») и рассчитывает их термические сопротивления. Для Слоя 3 (теплоизоляционного) Пользователь *выбирает из выпадающего списка* только тип/марку теплоизоляционного материала. В списке теплоизоляционных материалов приводятся исключительно марки напыляемого ППУ, наименования и характеристики которых предоставлены Ассоциацией АПНППУ.

Примечание. *В выпадающих списках приводятся только те материалы, для которых в СП 50.13330 (см. табл. М.1 Приложения М) приведены расчетные теплотехнические характеристики. Для материалов, отсутствующих в списках разработчики не в праве самостоятельно устанавливать какие-либо значения. Если в Списках отсутствует какой-либо интересующий Пользователя материал или изделие, он может в выпадающих списках подобрать тот из них, который в наибольшей степени соответствует отсутствующему (интересующего Пользователя). Если какой-либо слой не предусмотрен проектным решением, например, несущий. Пользователь выбирает из выпадающего списка вариант «Слой отсутствует». Подобная опция для ряда ограждающих конструкций предусмотрена для Слоев 1, 2 и 4.*

10. Далее для рассчитываемой конструкции Пользователь *выбирает из выпадающего списка* **«коэффициент теплотехнической однородности»**, который учитывает влияние теплопроводных включений на теплотехнические характеристики ограждающей конструкции.

Примечание. *Коэффициент теплотехнической однородности r рассчитывается по методике Приложения Е СП 50.13330. Ввиду сложности и дороговизны подобных расчетов, для которых требуется наличие специализированных компьютерных программ, например «ANSYS», «ELCUT» и др., здесь предлагается Пользователю самостоятельно выбрать из выпадающего списка соответствующее значение данного коэффициента в диапазоне от 0,5 до 0,9. В том случае, если*

коэффициент теплотехнической однородности r составляет менее 0,5 рекомендуется пересмотреть проект и выбрать иной тип (систему) наружного ограждения. Конструкции с коэффициентом теплотехнической однородности r , большим 0,9 практически не встречается в практике проектирования. Рекомендуемые значения коэффициентов теплотехнической однородности r для ряда наружных ограждений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Рекомендуемые значения коэффициентов теплотехнической однородности наружных ограждающих конструкций.

Наименование ограждающей конструкции	Коэффициент теплотехнической однородности r
НФС (навесная фасадная система)	0,50 ÷ 0,75
СФТК (система фасадная теплоизоляционная композиционная)	0,60 ÷ 0,80
Многослойная стеновая панель	0,65 ÷ 0,85
Однослойная однородная стеновая панель	0,70 ÷ 0,90
Стены каркасных зданий	0,75 ÷ 0,80
Крыша стропильная деревянная	0,80 ÷ 0,85
Перекрытие по деревянным балкам	0,80 ÷ 0,90

11. Программа *автоматически рассчитывает* требуемую толщину выбранного типа/марки напыляемого ППУ $\delta_{тр}$, м, после чего также автоматически округляет полученную толщину до ближайшего большего значения, кратного 10 мм, и также *автоматически рассчитывает* условное и приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции. Полученные таким образом данные *автоматически заносятся* в Блок 3, в котором рассчитываются следующие **теплоэнергетические характеристики здания**:
 - «**тепловая нагрузка здания**» $N_{от}$, кВт (с учетом потерь тепловой мощности на нагревание инфильтрующегося холодного воздуха);
 - «**годовой расход тепловой энергии на отопление здания**» $Q_{от}$, кВт·ч/год;
 - «**удельный расход тепловой энергии на отопление здания**» $q_{от}$, кВт·ч/(м²·год).
12. После завершения всех расчетов Пользователь нажимает на символ «**Печать**» и распечатывает результаты расчетов.
13. В том случае, если Пользователь выбирает «**Расчет ограждающей конструкции**», то расчет производится в той же последовательности. При этом не требуется вводить «**Площадь здания**» и «**Площади наружных ограждающих конструкций**». Пользователь выбирает только одну наружную ограждающую конструкцию, которую планирует утеплить и производит расчет исключительно для нее. Итогом расчета является «**Требуемая толщина слоя напыляемого ППУ**» $\delta_{тр}$, м, (из выбранного перечня типов/марок), при достижении которого конструкция будет удовлетворять нормативным требованиям по тепловой защите. По результатам расчета Пользователь нажимает на символ «**Печать**» и распечатывает результаты расчета.