

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Методические указания
для самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 697
ББК 38.762.я73
Т34

*Методические указания подготовлены в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» К.О. Чичиров (ПГУАС)

Теплотехнический расчет наружных ограждений: методические указания для самостоятельной работы / А.А. Кузьмишкин; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова – Пенза: ПГУАС, 2015. – 16 с.

Рассмотрены основы расчёта средств обеспечения теплового режима зданий, порядок теплотехнической оценки ограждающих конструкций и методика проектирования строительных ограждений. Приведены методические рекомендации по расчёту теплопотерь через наружные ограждения, а также по расчёту и конструированию систем отопления и гидравлическому расчёту трубопроводов.

Методические указания подготовлены на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гелиос» и предназначены для использования обучающимися по программе переподготовки «Инженерное обеспечение зданий и сооружений».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015
© Кузьмишкин А.А., 2015

ВВЕДЕНИЕ

В тех помещениях, где пребывают или работают люди (жилые, общественные и другие здания), требуется поддерживать необходимый микроклимат.

Особое внимание уделяется обеспечению теплового режима в зданиях в периоды резких похолоданий и надежной работе отопительно-вентиляционного оборудования.

Организм способен к терморегуляции. Но ещё в 1884 году И.Д. Флавицкий указывал, что лишь требуемое совокупное воздействие температуры t_v , влажности ϕ_v , скорости окружающего воздуха v_v и температур внутренних поверхностей $t_{вп}$ – ограждений, мебели – обеспечивает комфортность среды.

Изложенные в учебном пособии подходы позволяют при минимальных энерго- и материальных затратах обеспечить комфортный режим микроклимата помещений, который важен для создания среды обитания человека, а также для сохранения зданий и сооружений и расположенных в них материальных ценностей.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Теплотехнические качества ограждений принято характеризовать величиной сопротивления теплопередаче R_0 . Правильно выбранная конструкция ограждения и строго обоснованная величина его сопротивления теплопередаче обеспечивают требуемые условия микроклимата и экономичность конструкции здания.

Теплотехнический расчёт выполняется для всех наружных ограждений – стен, покрытий, полов, окон, дверей. Расчет производится для холодного периода года с учетом района строительства, условий эксплуатации, назначения здания и санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям и помещению.

Расчет толщины утепляющего слоя стены

При выполнении теплотехнического расчёта для зимних условий прежде всего следует убедиться, что конструктивное решение проектируемого ограждения позволяет обеспечить необходимые санитарно-гигиенические и комфортные условия микроклимата.

При выполнении теплотехнического расчета ограждений важно учитывать назначение и условия эксплуатации помещения, которые определяются температурой $t_{в}$, °С, и относительной влажностью $\varphi_{в}$, %, внутреннего воздуха, значения которых регламентируются санитарными нормами, строительными нормами и правилами, а также ГОСТ 12.1.005-76 (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Расчетные параметры внутреннего воздуха для жилого здания

Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{в}$, %
Жилая комната, квартира	20	50-55
Жилая угловая комната, квартира	22	50-55
Кухня квартиры	18	50-55
Лестничная клетка в жилом доме	16	50-55
Коридор в квартире	20	50-55

П р и м е ч а н и е . В районах с температурой $t_{хл} = -31$ °С и ниже в жилых комнатах надо принимать $t_{в} = 20$ °С.

Известно, что строительные материалы являются капиллярно-пористыми телами и интенсивно поглощают влагу из окружающей среды. Следовательно, теплофизические характеристики материалов при расчетах строительных ограждений – расчетные коэффициенты теплопроводности λ , Вт/(м · °С), и теплоусвоения S , Вт/(м² · °С) – следует принимать с учетом зоны влажности и влажностного режима помещения. Зона влажности района застройки может быть сухая, нормальная и влажная и определяется по схематической карте территории РФ [1] или прил. 1. Влажностный режим помещения бывает сухой, нормальный, влажный и мокрый. Для холодного периода в жилых зданиях принимается режим нормальный [1], для других помещений он выбирается в зависимости от $\varphi_{в}$, % (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Влажностный режим помещения

Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{в}$, %, при $t_{в} = 12 \dots 24$ °С	Влажностный режим помещения
$\varphi_{в} \leq 50$	Сухой
$50 < \varphi_{в} \leq 60$	Нормальный
$60 < \varphi_{в} \leq 75$	Влажный
$\varphi_{в} > 75$	Мокрый

С учетом зоны влажности и влажностного режима помещения выбираются условия эксплуатации (А или Б) для ограждающих конструкций по табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещения (по табл. 5)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Исходя из условий эксплуатации А и Б для материалов ограждающих конструкций значения коэффициентов теплопроводности и теплоусвоения λ и S выбираются по [1].

Для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических и комфортных условий микроклимата требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ – расчётная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий (ГОСТ 12.1.005–88) или по табл. 4;

$t_{\text{н}}$ – расчётная температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (см. табл. 8);

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С (см. табл. 9);

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·°С), определяется по табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Значение коэффициента теплоотдачи $\alpha_{\text{в}}$
у внутренней поверхности

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	
3. Зенитных фонарей	

Примечание. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.

Т а б л и ц а 8

Значение коэффициента n , учитывающего положение наружного ограждения по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенные ниже уровня земли	0,4

Т а б л и ц а 9

Значение нормируемого температурного перепада Δt^H , °С

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt^H , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3. Производственные с сухим и нормальными режимами	$t_b - t_p$, но не более 7	0,8($t_b - t_p$), но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_b - t_p$	0,8($t_b - t_p$)	2,5

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С·сут, определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{оп}}) \cdot Z_{\text{оп}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{в}}$ – см. уравнение (1);

$t_{\text{оп}}$ – средняя температура отопительного периода, °С;

$Z_{\text{оп}}$ – продолжительность отопительного периода, сут;

По [4] или по табл. 10 находят приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{пр}}$, м²·°С/Вт, в зависимости от вида здания и градусо-суток отопительного периода. Это значение $R_0^{\text{пр}}$, устанавливаемое исходя из условий энергосбережения, является исходной величиной для определения толщины утеплителя.

Т а б л и ц а 1 0

Нормы сопротивления теплопередаче
ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{пр}}$, м ² ·°С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
1	2	3	4	5	6	7
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,35	0,25
	4000	2,8	4,2	3,7	0,40	0,30
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45	0,35
	8000	4,2	6,2	5,5	0,50	0,40
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55	0,45
	12000	5,6	8,2	7,3	0,60	0,50
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33	0,23
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38	0,28
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43	0,33
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48	0,38
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53	0,43
	12000	4,8	6,4	5,5	0,58	0,48
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,21	0,19
	4000	1,8	2,5	1,8	0,24	0,22
	6000	2,2	3,0	2,2	0,27	0,25
	8000	2,6	3,5	2,6	0,30	0,28
	10000	3,0	4,0	3,0	0,33	0,31
	12000	3,4	4,5	3,4	0,36	0,34

П р и м е ч а н и е . Промежуточные значения $R_0^{\text{пр}}$ следует определять интерполяцией.

Термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции вычисляют по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3)$$

где δ – толщина слоя, м (см. прил. 2);

λ – расчётный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), определяемый по [4] или по прил. 2.

При температуре внутреннего воздуха в жилой неугловой комнате 20 °С и относительной влажности воздуха 55 % по [4] устанавливают, что влажностный режим этой комнаты в зимний период – нормальный.

Далее рассчитывают предварительную толщину слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м, по формуле

$$\delta_{ут} = \left[R_o^{тр} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_н} \right) \right] \cdot \lambda_{ут}, \quad (4)$$

где δ_i – толщина отдельных слоев ограждающей конструкции, м, по заданию;

λ_i – коэффициент теплопроводности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м·°С) см. [4];

$\lambda_{ут}$ – коэффициент теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м·°С), определяемый по [4];

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м²·°С), принимаемый по [4];

$\alpha_в$ – см. формулу (1).

Уравнение (4) решают относительно неизвестной толщины δ утеплителя. В качестве утеплителя рекомендуется использовать эффективные полимерные теплоизоляционные материалы: пенополистирол, пенопласт, пенополиуретан.

Т а б л и ц а 1 1

Значение коэффициента теплопередачи у наружной поверхности $\alpha_н$

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплопередачи у наружной поверхности $\alpha_н$, Вт/(м ² ·°С)
1	2
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12

1	2
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Толщину кирпичной кладки принимают кратной 0,5 кирпича, но не менее 0,51 м; бетонных блоков или панелей для стен – кратной 50 мм, но не менее 0,3 м; толщину теплоизоляционного слоя из сыпучих материалов и легких бетонов – кратной 20 мм, но не менее 0,08 м.

Уточняют общее фактическое сопротивление теплопередаче R_o^ϕ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, для всех слоев ограждения по выражению

$$R_o^\phi = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}. \quad (5)$$

Таким образом, условие теплотехнического расчёта выполнено, так как $R_o^\phi > R_o^{\text{нр}}$.

Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, для данной ограждающей конструкции определяют по уравнению

$$k = \frac{1}{R_o^\phi}. \quad (6)$$

Расчет толщины утепляющего слоя покрытия

Требуемое сопротивление теплопередаче определяют по формуле (1), где расчётная температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$, °C , принимается по нормам проектирования соответствующих зданий (ГОСТ 12.1.005–88); расчётная холодная температура $t_{\text{н}}$, °C , равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, – по [1]; коэффициент n – по [1], в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху; нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции $\Delta t_{\text{н}}$, °C , – по [1]; коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения $\alpha_{\text{в}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, – по [4].

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) вычисляют по формуле (2), где средняя температура отопительного периода $t_{\text{оп}}$, °C , и продолжительность отопительного периода $Z_{\text{оп}}$, сут, принимаются в соответствии [6].

Далее находят предварительную толщину слоя утеплителя по формуле (4).

Уточняют общее фактическое сопротивление теплопередаче R_0^ϕ для всех слоев ограждения по формуле (5).

Коэффициент теплопередачи для данной ограждающей конструкции определяют по уравнению (6).

Расчет толщины утепляющего слоя пола

Требуемое сопротивление теплопередаче определяют по формуле (1).

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) вычисляют по формуле (2), °С сут.

Величина сопротивления теплопередаче ограждения с учетом энергосбережения $R_0^{тп}$, $m^2 \cdot C / Вт$, установленная по [4], равна 1,85.

Далее находят предварительную толщину слоя утеплителя по формуле (4).

Уточняют общее фактическое сопротивление теплопередаче R_0^ϕ для всех слоев ограждения по выражению (5).

Коэффициент теплопередачи для данной ограждающей конструкции определяют по уравнению (6).

Теплотехнический расчёт световых проемов

В практике строительства жилых зданий применяется одинарное, двойное и тройное остекление в деревянных, пластмассовых или металлических переплётах, спаренное или раздельное. Теплотехнический расчёт световых проемов и выбор их конструкций осуществляется с учётом района строительства и назначения помещений.

Требуемое термическое общее сопротивление теплопередаче $R_0^{тп}$, $m^2 \cdot C / Вт$, для световых проемов определяют в зависимости от величины ГСОП по [1].

Затем в соответствии с [1] по значению $R_0^{тп}$ выбирают конструкцию светового проема с приведенным сопротивлением теплопередаче R_0 при условии $R_0^\phi > R_0^{тп}$.

Таблица 12

Фактическое приведенное сопротивление окон,
балконных дверей и фонарей R_o^Φ

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^{TP} , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1	2	3
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером: 194×194×98 244×244×98	0,31 (без переплета) 0,33 (без переплета) 0,31 (без переплета)	
Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)	
Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	-
Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	-
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
Однокамерный стеклопакет: из обычного стекла	0,38	0,34
из стекла с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,47
Двухкамерный стеклопакет: из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51	0,43
из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,45
из стекла с твердым селективным покрытием	0,58	0,48
из стекла с мягким селективным покрытием	0,68	0,52
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	0,53
Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах: из обычного стекла	0,56	-
из стекла с твердым селективным покрытием	0,65	-
из стекла с мягким селективным покрытием	0,72	-
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	-

* В стальных переплетах

Окончание табл. 12

1	2	3
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах :		
из обычного стекла	0,68	-
из стекла с твердым селективным покрытием	0,74	-
из стекла с мягким селективным покрытием	0,81	-
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	-
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7	-
Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	-
Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,8	-

Примечания :

1. К мягким селективным покрытиям стекол относят покрытия с коэффициентом излучения менее 0,15, к твердым – более 0,25.

2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

Значения приведенных сопротивлений теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных в случае отсутствия таких значений в стандартах или технических условиях.

3. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3 °С при расчетной температуре наружного воздуха.

Выбирают конструкцию окна в зависимости от величины $R_0^{тр}$, $м^2 \cdot °С/Вт$, и с учетом выполнения условия $R_0^ф > R_0^{тр}$.

Коэффициент теплопередачи остекления (окна) $k_{ок}$ определяют по формуле (6).

Теплотехнический расчёт наружных дверей

Величина требуемого общего сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$ для наружных дверей (кроме балконных) должна быть не меньше значения 0,6 $R_0^{тр}$ для стен зданий и сооружений, определяемого при расчёте зимней температуры наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [4].

Принимают фактическое общее сопротивление теплопередаче наружных дверей $R_{0,дв}^ф = R_0^{тр}$, тогда фактическое общее сопротивление теплопередаче наружных дверей $R_{0,дв}^ф$, $м^2 \cdot °С/Вт$, находят из выражения

$$R_{\text{о.дв}}^{\Phi} = 0,6 \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{хп}(0,92)})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (7)$$

где n , $t_{\text{в}}$, $T_{\text{хп}(0,92)}$, $\Delta t_{\text{н}}$, $\alpha_{\text{в}}$ – см. формулу (1).

Коэффициент теплопередачи наружных дверей $k_{\text{дв}}$ вычисляют по уравнению (6).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отопление и вентиляция [Текст] / В.Н. Богословский [и др.]. – М.: Стройиздат, 1991.
2. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] / К.В. Тихомиров, Е.С. Сергиенко. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009.
3. Справочник проектировщика [Текст] / под ред. И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1990. Ч.1.
4. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий [Текст]: учеб. пособие / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.
5. Сканави, А.Н. Отопление [Текст] / А.Н. Сканави, А.М. Махов. – М.: АСВ, 2002.
6. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: ГОСТ 21.602-2003. – М.: Госстрой России, 2003.
7. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Богословский. – СПб.: АВОК «Северо-Запад», 2006.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ	4
Расчет толщины утепляющего слоя стены	4
Расчет толщины утепляющего слоя покрытия.....	10
Расчет толщины утепляющего слоя пола	11
Теплотехнический расчёт световых проемов.....	11
Теплотехнический расчёт наружных дверей.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	15

Учебное издание

Кузьмишкин Алексей Александрович

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Методические указания
для самостоятельной работы

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 6.07.15. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 272.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28