



УДК 620.92; 620.98

doi.10.70769/2181-284.ME.2(23).2026.10

КЛИМАТИЧЕСКИ АДАПТИРОВАННОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОПОТЕРЬ И РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Авезова Нилуфар Раббанакуловна¹- д.т.н, проф.,
<https://orcid.org/0000-0002-4298-1041> e-mail: avezovanr@gmail.com

Кучкарбаев Рустам Уткурович²- DSc, доц.,
<https://orcid.org/0009-0001-0031-0223> e-mail: r.kuchkarbaev@gmail.com

Бутаев Акрам Уткурович³ – независимый исследователь
<https://orcid.org/0009-0005-3543-1980> e-mail: m.oxissm@gmail.com

¹Ферганский государственный технический университет, г. Фергана, Узбекистан

²Ташкентский архитектурно-строительный университет, г. Ташкент, Узбекистан

³Туринский политехнический университет, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Введение. В статье рассмотрен климатически адаптированный подход к выбору толщины теплоизоляции наружных ограждающих конструкций жилых зданий Узбекистана с целью снижения теплопотерь и расхода энергоресурсов. Исследование учитывает региональные климатические различия, нормативные требования к теплозащите и влияние толщины утеплителя на энергосбережение. Показано, что рациональное применение базальтовой теплоизоляции обеспечивает значительный энергетический эффект.

Методы и материалы. В качестве расчётной базы использованы нормативные требования к теплозащите, значения градусо-суток отопительного периода и упрощённая стационарная модель теплопередачи через наружные стены и покрытие. Для типового жилого здания в климатических условиях Ташкента проанализировано применение базальтового утеплителя с теплопроводностью 0,040Вт/(м·°С): 6 см для стен и 10 см для покрытия. Оценка выполнена по показателям сезонных теплопотерь, пиковой тепловой нагрузки и эквивалентного расхода природного газа.

Результаты. Расчёты показали, что выбранная конструкция снижает годовые теплопотери через рассматриваемые ограждения с 32,1 до 6,2МВт·ч/год, то есть на 80,6 %. Экономия конечной тепловой энергии составляет 25,9МВт·ч/год, сокращение первичной энергии - 28,7МВт·ч/год, а расход природного газа уменьшается примерно на 3,0 тыс. м³/год. Дополнительно пиковая тепловая нагрузка снижается почти на 13кВт.

Заключение. Установлено, что климатически обоснованный выбор толщины теплоизоляции является важным условием повышения энергоэффективности жилых зданий Узбекистана. Предложенный расчётный подход может использоваться при разработке регионально адаптированных проектных решений, снижении эксплуатационных затрат и уменьшении нагрузки на системы теплоснабжения.

Ключевые слова: энергоэффективность зданий, теплоизоляция, базальтовое волокно, климатически адаптированное проектирование, оптимальная толщина утеплителя, теплопотери, ограждающие конструкции, градусо-сутки отопительного периода, Ташкент, энергосбережение.

Дата поступления: 13.05.2026. После обработки: 10.06.2026 Принято печать: 24.06.2026

For citation: Avezova N.R., Kuchkarbayev R.U., Butayev A.U. Climate-adapted optimization of thermal insulation thickness for reducing heat losses and energy use in residential buildings of Uzbekistan. Alternative energy. 2026. 2(23). pp. 112-118. (In Rus)



UO'K 620.92; 620.98

O'ZBEKISTON TURAR JOY BINOLARIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH UCHUN ISSIQLIK IZOLYATSIYASI QALINLIGINI IQLIMGA MOS OPTIMALLASHTIRISH

Avezova Nilufar Rabbanakulovna¹- t.f.d., prof.,
<https://orcid.org/0000-0002-4298-1041> e-mail: avezovanr@gmail.com

Kuchkarbayev Rustam Utkurovich²- DSc, dots.,
<https://orcid.org/0009-0001-0031-0223> e-mail: r.kuchkarbaev@gmail.com

Butayev Akrom Utkurovich³- mustaqil izlanuvchi,
<https://orcid.org/0009-0005-3543-1980> e-mail: m.oxissm@gmail.com

¹Farg'ona davlat texnika universiteti, Farg'ona shahar, O'zbekiston

²Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, Toshkent shahar, O'zbekiston

³Turin Politehnika Universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya. Kirish. Maqolada O'zbekiston turar joy binolarida issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish va energiya resurslaridan samarali foydalanish uchun issiqlik izolyatsiyasi qalinligini iqlimga mos tanlash masalasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda mintaqaviy iqlim farqlari, issiqlik himoyasi talablari va izolyatsiya qalinligining energiya tejashga ta'siri baholangan. Natijalar bazalt tolali izolyatsiyadan oqilona foydalanish issiqlik yo'qotishlarini sezilarli kamaytirishini ko'rsatadi.

Usul va materiallar. Hisoblashlar uchun issiqlik himoyasi bo'yicha me'yoriy talablar, isitish davrining gradus-sutkalari va tashqi devor hamda qoplama orqali issiqlik uzatilishining soddalashtirilgan statsionar modeli qo'llanildi. Namunaviy turar joy binosi uchun Toshkent shahri iqlim sharoiti qabul qilinib, issiqlik o'tkazuvchanligi $0,040\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ bo'lgan bazalt tolali izolyatsiyaning devorlar uchun 6 sm, qoplama uchun 10 sm qalinligi tahlil qilindi. Baholashda mavsumiy issiqlik yo'qotishlari, pik issiqlik yuklamasi va tabiiy gazning ekvivalent sarfi hisobga olindi.

Natijalar. Hisob-kitoblarga ko'ra, tanlangan izolyatsiya yechimi ko'rib chiqilgan tashqi to'siq konstruksiyalar orqali yillik issiqlik yo'qotishlarini 32,1 dan 6,2MW-soat/yilgacha, ya'ni 80,6% ga kamaytiradi. Yakuniy issiqlik energiyasi tejalishi 25,9MW-soat/yilni, birlamchi energiya kamayishi esa 28,7MW-soat/yilni tashkil etdi. Tabiiy gaz sarfi taxminan 3,0 ming m^3 /yilga qisqaradi, pik issiqlik yuklamasi esa qariyb 13 kW ga kamayadi.

Xulosa. Issiqlik izolyatsiyasi qalinligini iqlimga mos tanlash O'zbekiston turar joy binolarida energiya samaradorligini oshirishning muhim omili ekanligi aniqlandi. Taklif etilgan hisobiy yondashuv hududiy moslashtirilgan loyihaviy yechimlarni ishlab chiqish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va issiqlik ta'minoti tizimlari yuklamasini pasaytirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: binolarning energiya samaradorligi, issiqlik izolyatsiyasi, bazalt tolasi, iqlimga mos loyihalash, optimal izolyatsiya qalinligi, issiqlik yo'qotishlari, to'siq konstruksiyalar, isitish davrining gradus-sutkalari, Toshkent, energiya tejash.

UDC 620.92; 620.98

CLIMATE-ADAPTED OPTIMIZATION OF THERMAL INSULATION THICKNESS FOR REDUCING HEAT LOSSES AND ENERGY USE IN RESIDENTIAL BUILDINGS OF UZBEKISTAN

Avezova Nilufar Rabbanakulovna¹ - DSc, Professor
<https://orcid.org/0000-0002-4298-1041> e-mail: avezovanr@gmail.com

Kuchkarbaev Rustam Utkurovich²- DSc, Associate Professor,
<https://orcid.org/0009-0001-0031-0223> e-mail: r.kuchkarbaev@gmail.com



Butayev Akrom Utkurovich³ - independent researcher,
<https://orcid.org/0009-0005-3543-1980> e-mail: m.oxissm@gmail.com

¹Fergana State Technical University, Fergana, Uzbekistan

²Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan

³Turin Polytechnic University, Tashkent Uzbekistan

Abstract. Introduction. The paper considers a climate-adapted approach to selecting the thickness of thermal insulation for residential building envelopes in Uzbekistan in order to reduce heat losses and energy consumption. The study takes into account regional climatic differences, thermal protection requirements, and the effect of insulation thickness on energy savings. The results show that rational use of basalt-fiber insulation provides a significant energy-saving effect.

Methods and materials. The assessment is based on thermal protection requirements, heating degree-days, and a simplified steady-state heat-transfer model for external walls and roof assemblies. A typical residential building under Tashkent climatic conditions was analyzed using basalt-fiber insulation with a thermal conductivity of $0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$: 6 cm for external walls and 10 cm for the roof. Seasonal heat losses, peak heating load, and equivalent natural gas consumption were used as the main evaluation indicators.

Results. The calculations showed that the selected insulation solution reduces annual heat losses through the considered envelope elements from 32.1 to 6.2 MWh/year, i.e. by 80.6%. Final heat-energy savings amount to 25.9 MWh/year, the reduction in primary energy reaches 28.7 MWh/year, and natural gas consumption decreases by about 3.0 thousand m^3/year . In addition, the peak heating load is reduced by almost 13 kW.

Conclusion. The study confirms that climate-adapted selection of insulation thickness is an important factor in improving the energy efficiency of residential buildings in Uzbekistan. The proposed calculation approach can be used for regionally adapted design solutions, reduction of operating costs, and lowering the load on heating systems.

Keywords: building energy efficiency, thermal insulation, basalt fiber, climate-adapted design, optimal insulation thickness, heat losses, building envelope, heating degree-days, Tashkent, energy saving.

Введение.

В условиях активного роста объемов жилищного строительства в Узбекистане задачи повышения энергоэффективности зданий приобретают стратегическое значение для строительной и энергетической политики страны. По данным Национального статистического комитета, в 2025 году в республике введено 15,9 млн m^2 жилья, что на 2,8 % больше, чем в 2024 году [1]. Одновременно в стране усилена нормативно-правовая база энергосбережения: в 2024 году принят новый Закон Республики Узбекистан «Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности», задающий системный вектор на снижение энергоемкости экономики и расширение практики энергоэффективного строительства [2]. В этих условиях теплозащита ограждающих конструкций должна рассматриваться не как локальный конструктивный элемент, а как один из ключевых инструментов снижения потребления первичных энергоресурсов в секторе отопления и охлаждения зданий [2, 6].

Методы и материалы

Для климатических условий Узбекистана, характеризующихся выраженной региональной неоднородностью, выбор толщины утеплителя не может быть универсальным. В северных районах при более высокой величине градусо-суток отопительного периода требуется усиленная теплозащита стен и покрытий, тогда как для центральной зоны, включая г. Ташкент, необходим баланс между зимним снижением теплопотерь и летним ограничением перегрева помещений. С инженерной точки зрения оптимальная толщина теплоизоляции должна определяться с учетом нормируемого сопротивления теплопередаче, расчетной теплопроводности материала в эксплуатационных условиях, влажорежима,



паропроницаемости, пожарной безопасности, долговечности и монтажной надежности [3-5, 7]. Для минераловатных материалов на основе базальтового волокна такой подход особенно важен, поскольку их применение в наружных стенах и покрытиях позволяет одновременно решать задачи теплозащиты, пожарной безопасности и повышения эксплуатационной устойчивости ограждений [5, 7].

Целью настоящей работы является обоснование энергосберегающего эффекта применения оптимальной толщины теплоизоляционного слоя в зависимости от климатической зоны и демонстрация метода практического расчета для типового жилого здания в условиях г. Ташкента. В отличие от описательного подхода, в статье акцент сделан на количественной оценке результата: снижении сезонных теплопотерь, уменьшении расхода конечной и первичной энергии, сокращении эквивалентного расхода природного газа и снижении пиковых нагрузок на систему отопления. Такой формат позволяет перевести нормативные требования по теплозащите в понятные для проектировщика и потребителя показатели энергетической эффективности здания.

Отметим, что помимо свойств материалов, значительную роль в энергосбережении играет архитектурно-планировочная организация здания – его ориентация по сторонам света, соотношение площадей остекления на разных фасадах, форма здания относительно ветров. В холодном климате Узбекистана (север, горные районы) рекомендуется ориентировать продольную ось здания в направлении восток–запад так, чтобы главный фасад с максимальным остеклением был повернут на юг. Южная сторона получает максимальную солнечную радиацию в зимние месяцы, что способствует пассивному нагреву помещений. Исследования показывают, что правильно ориентированное к солнцу здание может снизить расходы на отопление на 10–20 % по сравнению с неоптимальным расположением. Следовательно, учебные корпуса, больничные палаты и другие социальные объекты в холодных регионах должны по возможности иметь большие окна на южной стороне и минимальные – на северной [2].

На северном фасаде предпочтительно ограничить площадь остекления и предусмотреть дополнительные утепленные элементы, так как эта сторона практически не получает солнечного нагрева, а является источником наибольших потерь тепла.

Для зданий в относительно мягком климате (центр и юг) задача несколько иная: хотя зимой там тоже полезен солнечный обогрев, однако значительную часть года солнце может приводить к перегреву помещений. Поэтому в южных регионах акцент делается на солнцезащите: здания лучше ориентировать так, чтобы критические фасады (с большим остеклением) не выходили строго на запад или восток, где летом низкое солнце сильно нагревает комнаты. Оптимально, как и в холодном климате, основное остекление ориентировать ближе к югу (юго-восток или юго-запад), но предусмотреть козырьки и навесы над окнами, которые будут затенять от высоко стоящего летнего солнца, оставляя доступ зимним солнечным лучам под низким углом. Такой приём пассивного дизайна позволяет зимой получать бесплатное тепло от солнца, а летом – избегать перегрева помещений. Кроме того, в тёплых районах целесообразно использовать светлые цвета отделки фасадов и кровли (уменьшение поглощения солнечного тепла) и организовать перекрестную вентиляцию помещений для ночного проветривания.

Необходимо также учитывать розу ветров. В холодный период преобладающие северные и восточные ветры в Узбекистане могут увеличивать теплопотери за счёт инфильтрации холодного воздуха. Поэтому при проектировании следует минимизировать проёмы (двери, окна) на наветренных северных фасадах, либо предусмотреть там тамбуры, технические помещения, которые служат буфером. Озеленение (ветроломы из деревьев) и экранирование северной стороны здания также способны снизить ветровое продувание и теплопотери. С точки зрения формы – компактные, блокированные формы зданий предпочтительнее в суровом климате, поскольку имеют меньше отношение площади ограждений к объёму. В более тёплом климате, напротив, можно применять более «расчленённую» форму с внутренними дворами для улучшения естественной вентиляции



летом, не опасаясь чрезмерных теплопотерь зимой.

Материалы утепления и конструктивные нюансы. При выборе типа теплоизоляции нужно учитывать не только теплопроводность, но и другие характеристики: *горючесть, паропроницаемость, долговечность*. Для утепления фасадов социальных зданий обычно предпочтительна негорючая минеральная вата в плитах – она обеспечивает помимо теплозащиты еще и высокую огнестойкость ограждений (что особенно важно для школ, больниц). Пенополистирол эффективен по теплопроводности и часто применяется для утепления фундаментов, цоколей, полов (благодаря низкому влагопоглощению и прочности). В расчётах авторов пенополистирол даёт ту же требуемую теплоизоляцию при толщине на 10-15 % меньше, чем минвата (см. Табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемая толщина слоя утеплителя (см) для стен и крыши в типовом здании, в зависимости от региона и материала.

Регион	Стена: мин вата, см	Стена: пенополистирол, см	Крыша: мин вата, см	Крыша: пенополистирол, см
Южный (Термез)	4-5 см	4 см	6-7 см	5-6 см
Центральный	5-6 см	4-5 см	8-10 см	7-8 см
Северный (Нукус)	6-7 см	5-6 см	10-12 см	9-10 см

Однако в реальных проектах применение пенополистирола в наружных стенах ограничено противопожарными нормами – его можно использовать в штукатурных системах только при наличии надежной противопожарной изоляции этажей. В крышах и полах (где материал защищён) пенополистирол очень эффективен, особенно XPS на плоских кровлях.

Дополнительно, при утеплении стен изнутри (если оно вынуждено применяться в существующих зданиях) важно учитывать риск конденсации. Для холодных регионов внутреннее утепление нежелательно – лучше утеплять снаружи, чтобы сместить точку росы в утеплитель. Также следует прокладывать пароизоляционный слой со стороны помещения при внутреннем утеплении, согласно требованиям строительной теплотехники, чтобы избежать накопления влаги в ограждении.

Пример практического расчета энергосберегающего эффекта для климатических условий г. Ташкента. Для демонстрации прикладного значения оптимальной толщины утеплителя рассмотрим типовое жилое здание для климатических условий г. Ташкента. Приняты следующие исходные данные:

- базовая температура внутреннего воздуха 18 °С;
- градусо-сутки отопительного периода HDD = 2500 °С·сут;
- площадь наружных непрозрачных стен $S_{ст} = 150 \text{ м}^2$, площадь покр. $S_{кр} = 100 \text{ м}^2$.

В качестве теплоизоляции принят материал на основе базальтового волокна с расчетной теплопроводностью $\lambda=0,040 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, что соответствует распространенным минераловатным плитам для фасадных и кровельных систем [3-5]. Для центральной климатической зоны, согласно предыдущим расчетам, принята оптимальная толщина утепления: для стен - 6 см, для покрытия - 10 см.

Расчет выполнен по упрощенной стационарной схеме сезонных трансмиссионных теплопотерь через ограждающие конструкции по выражению:

$$Q = U \cdot S \cdot HDD \cdot 24/1000 \quad (1),$$

где Q - сезонные теплопотери, кВт·ч/год, U - коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С), S - площадь ограждения, м², HDD - градусо-сутки отопительного периода. Для наружной стены принята конструкция: цементно-песчаная штукатурка 20 мм + кирпичная кладка 380 мм + штукатурка 20 мм. Для покрытия - железобетонная плита 220 мм + стяжка 20 мм + внутренняя штукатурка 15 мм. С учетом поверхностных сопротивлений получены расчетные



значения: для стены без утепления $R \approx 0,70 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и $U \approx 1,44 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, после устройства 6 см базальтового утеплителя - $U \approx 0,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Для покрытия без утепления $R \approx 0,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и $U \approx 3,19 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, и после устройства 10 см утеплителя - $U \approx 0,36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ соответственно [4, 5].

Таблица 2

Практическая оценка энергосберегающего эффекта применения базальтового утеплителя в типовом жилом здании (г. Ташкент).

Показатель	Наружные стены	Покрытие (крыша)	Итого
U без утепления, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	1,44	3,19	-
Толщ. базальтового утеплителя, см	6	10	-
U с утеплением, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	0,46	0,36	-
Потери без утепления, кВт·ч/год	12 926	19 163	32 088
Потери с утеплением, кВт·ч/год	4 098	2 133	6 231
Экономия, кВт·ч/год	8 828	17 030	25 858
Снижение, %	68,3	88,9	80,6

Как видно из Табл. 2, наибольший абсолютный эффект достигается при утеплении покрытия, поскольку в исходном состоянии именно через крышу формируются максимальные трансмиссионные потери. Суммарное сокращение сезонных теплопотерь через стены и покрытие составляет 25,9 МВт·ч/год. При использовании газового котла с КПД 0,90 это эквивалентно снижению потребления первичной энергии примерно на 28,7 МВт·ч/год, или 103,1 ГДж/год. В пересчете на природный газ (при удельной теплоте сгорания 9,5 кВт·ч/м³) возможная экономия составляет около 3,0 тыс. м³/год. Кроме того, при расчетной разности температур 30 °С снижение мгновенной тепловой нагрузки на систему отопления достигает примерно 12,9 кВт, что позволяет уменьшить нагрузку на теплогенератор и повысить общую эксплуатационную устойчивость системы теплоснабжения.

Качественный эффект применения оптимальной толщины утеплителя проявляется не только в уменьшении расчетных теплопотерь. Увеличение сопротивления теплопередаче наружных ограждений повышает температурную стабильность помещений, снижает риск локального переохлаждения внутренних поверхностей, уменьшает вероятность конденсации влаги и повышает тепловой комфорт. Для условий Ташкента это особенно важно, поскольку улучшенная теплозащита одновременно снижает зимнюю потребность в тепле и ограничивает перегрев верхних помещений в теплый период года. Следовательно, правильно выбранная толщина базальтового утеплителя становится инструментом не только теплосбережения, но и интегрального повышения энергоэффективности жилого здания.

Заключение

Выполненное предварительное исследование подтвердило, что повышение энергоэффективности жилых зданий Узбекистана должно опираться на климатически дифференцированный выбор теплозащиты ограждающих конструкций. Для территорий с различной величиной градусо-суток отопительного периода единая толщина утеплителя не обеспечивает одинакового энергосберегающего эффекта; поэтому проектное решение должно учитывать регион, тип ограждения, расчетную теплопроводность материала, условия эксплуатации и требования пожарной безопасности.

На примере типового жилого здания в условиях г. Ташкента установлено, что применение базальтового утеплителя толщиной 6 см в наружных стенах и 10 см в покрытии снижает сезонные трансмиссионные теплопотери через рассматриваемые конструкции с 32,1 до 6,2 МВт·ч/год. Суммарная экономия конечной тепловой энергии составляет 25,9 МВт·ч/год, а с учетом КПД газового котла 0,90 соответствует сокращению потребления



первичной энергии на 28,7 МВт·ч/год и экономии природного газа порядка 3,0 тыс. м³/год. Одновременно снижение пиковой тепловой нагрузки почти на 13 кВт создает предпосылки для уменьшения установленной мощности оборудования и повышения устойчивости работы систем теплоснабжения.

Полученные результаты показывают, что оптимальная толщина теплоизоляции является не только теплотехническим, но и энергетическим проектным параметром, влияющим на эксплуатационные расходы, надежность инженерных систем, тепловой комфорт и экологические показатели здания. Практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенной расчетной схемы при разработке регионально адаптированных конструктивных решений, энергетическом обосновании проектных мероприятий и модернизации существующего жилого фонда.

Литература

- [1]. National Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan. In 2025, 15.9 million sq. m of housing were commissioned. – Tashkent, 2026.
- [2]. Law of the Republic of Uzbekistan. On Energy Saving, Its Rational Use and Improving Energy Efficiency: Law No. ZRU-940 of August 7, 2024. – Tashkent, 2024.
- [3]. Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan. Amendments and Additions to KMK 2.01.04-2018 “Building Thermal Engineering”: Order No. 01/2-5 of March 26, 2024. – Tashkent, 2024.
- [4]. International Organization for Standardization. ISO 10456:2007 Thermal Insulation – Building Materials and Products – Determination of Declared and Design Thermal Values. – Geneva: ISO, 2007.
- [5]. International Organization for Standardization. ISO 6946:2017 Building Components and Building Elements – Thermal Resistance and Thermal Transmittance – Calculation Methods. – Geneva: ISO, 2017.
- [6]. World Bank. Clean Energy for Buildings in Uzbekistan (P176060): Implementation Status & Results Report. – Washington, DC: World Bank, 2023.
- [7]. Ali A., Issa A., Elshaer A. A comprehensive review and recent trends in thermal insulation materials for energy conservation in buildings // Sustainability. – 2024. – Vol. 16. – No. 20. – Art. 8782.