

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Методические указания

*к выполнению курсовой работы для магистрантов направления 08.04.01 «Строительство»
по программам: «Повышение энергоэффективности проектируемых зданий»,
«Проектирование гражданских зданий с применением современных конструктивных
и энергосберегающих решений», «Проектирование зданий и сооружений для особых условий
строительства», «Проектирование зданий и сооружений (на английском языке)
всех формы обучения.*

Воронеж 2020

УДК 725 (07)
ББК 38.71+38.72 я 7

Составители:

Э. Е. Семенова, И. А. Войтенко, Т. В. Богатова

Вариантное проектирование зданий: методические указания к выполнению курсовой работы / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Э. Е. Семенова., И. А. Войтенко, Т. В. Богатова. – Воронеж: изд-во ВГТУ. - 2020. – 40 с.

Рассматриваются методы технико-экономической оценки проектных решений гражданских и промышленных зданий при выборе вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений.

Приводятся рекомендации по определению объемно-планировочных и конструктивных показателей, сметной стоимости и приведенных затрат, дается последовательность проведения технико-экономической оценки. В приложении даны примеры по выбору более экономичного варианта объемно-планировочного и конструктивного решения поликлиники и механосборочного цеха.

Методические указания предназначены для оказания помощи магистрантам направления 08.04.01 «Строительство» по программам: «Повышение энергоэффективности проектируемых зданий», «Проектирование гражданских зданий с применением современных конструктивных и энергосберегающих решений», «Проектирование зданий и сооружений для особых условий строительства», «Проектирование зданий и сооружений (на английском языке) всех формы обучения при выполнении курсовой работы по дисциплине «Вариантное проектирование зданий».

Табл. 9. Библиограф.: 12 назв.

УДК 725 (07)
ББК 38.71+38.72 я 7

Рецензент – *Д. В. Панфилов, к. т. н., зав. заведующий кафедрой строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова Воронежского государственного технического университета*

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАРИАНТНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ

Вариантное проектирование зданий заключается в технико-экономической оценке и обосновании проектных решений зданий.

Технико-экономическая оценка - это выполнение расчетов, характеризующих варианты проектных решений, и выявление их экономической эффективности с целью выбора наилучшего варианта. Технико-экономическая оценка проектных решений может осуществляться по объемно-планировочным показателям, по показателям, характеризующим конструктивное решение, по стоимостным показателям.

Объемно-планировочное решение определяется общими размерами и формой здания, количеством этажей и их высотами, количеством пролетов и их величиной, сеткой колонн, наличием фонарных надстроек и т.д.

Конструктивная характеристика определяется вариантом конструктивной системы и схемы здания, а так же типом основных конструкций (материалов наружных и внутренних стен, покрытия, перекрытия, светопрозрачных вертикальных ограждений, фонарей, перегородок и т.д.).

Основными показателями, определяющими в денежной форме все виды затрат, являются показатели стоимости строительства (единовременные затраты), текущие (эксплуатационные) расходы и приведенные затраты.

Выбор эффективного объемно-планировочного или конструктивного решения проектируемого здания осуществляется оценкой технико-экономических показателей нескольких вариантов и сопоставлением их между собой или с лучшими индивидуальными или типовыми проектами, принимаемыми в качестве аналогов (эталонов).

Для корректной оценки сравниваемых вариантов проектных решений необходимо соблюдение условий их сопоставимости.

Проекты, которые подвергаются сравнению, должны иметь:

- одинаковое функциональное назначение,
- одинаковую мощность (вместимость, пропускная способность, состав выпускаемой продукции),
- одинаковую социальную значимость,
- одинаковое влияние на окружающую среду.
- запроектированы для одних и тех же климатических, сейсмических, инженерно-геологических условий и условий эксплуатации расчетным полезным, ветровым, снеговым нагрузкам.

Наиболее общим правилом сравнимости проектов является их взаимозаменяемость.

При оценке объемно-планировочного решения необходимо, чтобы сравниваемые варианты, кроме прочего, имели одинаковую конструктивную систему. При выборе конструктивной системы нужно сравнивать варианты, имеющую сходную объемно-планировочную характеристику. В случаях необходи-

мости сопоставления проектов здания, отличающиеся как по объемно-планировочным, так и по конструктивным решениям нужно анализировать технико-экономические показатели отдельно по объемно-планировочным и конструктивным решениям.

Выбранный вариант по объемно-планировочному решению или конструктивной системе можно затем сравнить по отдельным конструктивным элементам (например, сопоставление кирпичных и панельных стен, или кирпичных стен с разными утеплителями, конструкций перекрытий, покрытий).

2. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

2.1. Показатели по проектам промышленных зданий

Объемно-планировочное решение производственного здания характеризуется этажностью (одноэтажное, многоэтажное и число этажей); высотой этажей (в том числе, подземных); сеткой колонн (размером шага колонн крайних и средних, величин пролетов); наличием кранового оборудования и его грузоподъемность; наличием фонарей и их назначением; строительным объемом; площадью застройки; рабочей, подсобной и общей площадями; площадью наружных ограждающих конструкций; площадью вертикальных остекленных поверхностей, площадью фонарных остеклений.

Строительный объем одноэтажного промышленного здания определяется умножением измеренной по внешнему контуру площади поперечного сечения на длину здания (между внешними гранями торцевых стен). Объем подвальных и полуподвальных этажей исчисляются умножением площади застройки на высоту этих этажей.

Площадь застройки определяют в пределах внешнего периметра наружных стен на уровне цоколя здания.

К **рабочей** относится площадь всех производственных помещений, включая площадь промежуточных складов полуфабрикатов, а также площади антресолей, этажерок, галерей, эстакад подвальных и прочих помещений, предназначенных для изготовления продукции.

Подсобная площадь включает площади помещений санитарно-технического и энергетического оборудования (котельные, бойлерные, насосные, вентиляционные камеры, машинные отделения лифтов и кондиционеров, трансформаторные подстанции), гаражи, депо и другие помещения внутризаводского транспорта, а также площади коридоров, переходов, технических этажей и др. К складским площадям относят площади, предназначенные для хранения сырья, материалов и изделий, необходимых для производства продукции и ремонта, площади для хранения готовой продукции.

Общая площадь определяется как сумма всех площадей, измеренных в пределах внутренних поверхностей стен, за исключением площадей: над подвесными потолками и площадей технических подпольев высотой не более

1,8 м. В промышленных зданиях рабочую или общую (если она включает площадь всех этажей, этажерок и антресолей) площадь иногда называют *развернутой* (рабочей или общей) *площадью*.

2.2. Показатели по проектам жилых домов

Объемно-планировочное решение жилого дома характеризуется числом этажей; числом квартир; числом секций (число лестничных клеток для домов несекционного типа); строительным объемом дома с выделением объемов его жилой и нежилых частей при размещении в доме нежилых помещений (магазинов и др.); приведенной общей площадью (для домов квартирного типа) или общей площадью (для других типов жилых зданий) с выделением общей жилой и нежилых частей дома; жилой площадью; площадью летних помещений квартир (балконов, лоджий, террас); поэтажной площадью внеквартирных помещений (лестничных клеток, лифтовых холлов, внеквартирных коридоров и др.); высотой жилого этажа; шириной и длиной корпуса; площадью застройки; площадью наружных ограждающих конструкций; площадью остекления.

Строительный объем надземной части жилого дома определяется умножением площади горизонтального сечения, взятого по внешнему обводу чуть выше цоколя на высоту, измеренную от отметки чистого пола первого этажа до верхней плоскости теплоизоляции чердачного перекрытия (в зданиях с холодными чердаками) или до средней отметки кровли в зданиях с теплыми чердаками или совмещенной крышей). Строительный объем подземной части определяется также как в промышленном здании.

Общая приведенная площадь жилых домов квартирного типа определяется как сумма площадей жилых и подсобных помещений квартир (кухни, передние, санузлы, ванные, встроенные шкафы, веранды), а также летних помещений, подсчитываемых с понижающими коэффициентами (для лоджии - 0,5; для балконов и террас - 0,3). Общая площадь общежития определяется как сумма площадей жилых комнат, подсобных помещений, помещений для культурно-бытового и медицинского обслуживания.

Площадь наружных стен следует исчислять как произведение их периметра, измеренного в осевых размерах (без вычета оконных проектов), на общую высоту здания от планировочной отметки земли до верха утеплителя чердачного перекрытия в зданиях с холодными чердаками, а в зданиях с теплыми чердаками, а также при совмещенных крышах до верха утеплителя у наружной стены без вычета проемов. Периметр наружных стен должен определяться с учетом выступающих частей здания и заглублений (включая лоджии).

Площадь верхних ограждающих покрытий необходимо подсчитывать в осевых размерах наружных стен.

2.3. Показатели по проектам общественных зданий

Объемно-планировочное решение общественного здания характеризуется вместимостью или пропускной способностью; числом этажей; строительным

объемом; общей площадью; нормируемой (рабочей) площадью; высотой этажей; шириной и длиной корпуса; площадью земельного участка отведенного под строительство здания.

Строительный объем общественного здания определяется также как и жилого дома.

Общая площадь определяется как сумма площадей всех этажей (включая технический, мансардный, цокольный и подвальные этажи).

Нормируемая (рабочая) площадь определяется как сумма площадей всех размещаемых в здании помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей. Площадь коридоров, используемых в качестве рекреационных помещений в зданиях учебных заведений, а в зданиях больниц, санаториев, домов отдыха, кинотеатров, клубов и других учреждений, предназначенных для отдыха и ожидания обслуживаемых, включается в нормируемую (рабочую площадь). Площади радиоузлов, коммутационных, подсобных помещений при эстрадах и сценах, киноаппаратных, а также площади ниш и встроенных шкафов шириной не менее 1 м. и высотой 1,8 м. и более включаются в нормируемую площадь.

Номенклатура основных объемно-планировочных показателей приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Номенклатура основных объемно-планировочных показателей

№ п/п	Наименование показателей	Пром. здания	Жил. здания	Общ. здания
1	Отношение рабочей площади к общей	+	-	-
2	Отношение строительного объема здания к его общей (приведенной) площади	+	+	+
3	Отношение площади наружных ограждающих конструкций (для жилых домов наружных стен) к общей (приведенной) площади (коэффициент компактности)	+	+	+
4	Площадь земельного участка на расчетную единицу	+	+	+
5	Площадь, приходящаяся в среднем на одну квартиру: -общая (приведенная) -жилая -летних помещений (балконы, лоджии, террасы) -внеквартирных помещений на этаже (лестничных клеток, внеквартирных коридоров, лифтовых холлов).	- - - -	+ + + +	- - - -
6	Отношение общей площади встроенных нежилых помещений, к приведенной общей площади	-	+	-
7	Общая площадь на единицу вместимости (пропускной способности)	-	-	+
8	Нормируемая (рабочая) площадь на единицу вместимости (пропускной способности)	-	-	+
9	Строительный объем на единицу вместимости (пропускной способности)	-	-	+
10	Общая (приведенная) площадь на одну лестницу, лифт	-	+	+

Предварительную технико-экономическую характеристику объемно-планировочного решения можно получить с помощью коэффициента компактности. Чем меньше наружных ограждающих конструкций приходится на 1м² общей площади, тем ниже стоимость строительства, а также меньше теплопотери в здании, а, следовательно, эксплуатационные расходы на отопление.

Сравнение проектов зданий по объемно-планировочным показателям позволяет на начальной стадии выявить заведомо неэкономичный вариант, не прорабатывая его по конструктивным и стоимостным показателям.

3. ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ

К технико-экономическим показателям, характеризующим конструктивные решения зданий, относятся:

а) коэффициент конструктивности $K_K = \frac{A_{сеч}}{A_0}$;

где $A_{сеч}$ - площадь горизонтального сечения несущих и ограждающих конструкций, м² (на одном этаже, лучше на первом);

A_0 - общая площадь здания, м²;

б) коэффициент массы $K_M = \frac{q_K}{A_0}$;

где q_K - масса несущих и ограждающих конструкций, кг (т);

в) коэффициент расхода металла, цемента, лесоматериалов соответственно $K_M = \frac{M}{A_0}$, $K_C = \frac{Ц}{A_0}$, $K_L = \frac{Л}{A_0}$;

где М - масса металла, кг (т);

Ц – масса цемента, кг (т);

Л – объем лесоматериалов, м³;

г) коэффициент трудоемкости $K_T = \frac{T}{A_0}$;

где Т - трудоемкость по выполнению основных несущих и ограждающих конструкций, чел./дн. или чел./час

д) коэффициент сборности $K_{сб} = \frac{C_{КСБ}}{C_{зд}}$,

где $C_{КСБ}$ - стоимость сборных конструкций, руб.;

$C_{зд}$ - общая сметная стоимость здания, руб.

Значения $A_{сеч}$, q_K , М, Ц, Л, $C_{КСБ}$, $C_{зд}$ на стадии вариантного проектирования определяются на основании разработанных схем проектных решений приближенно. Трудоемкость «Т» для выполнения основных несущих и ограждающих конструкций, при выборе вариантов конструктивного решения проекта

здания, определяется также приближенно, а при выборе отдельных конструктивных элементов «Т» должна подсчитываться с большой точностью.

За единицу конструктивного блока при подсчете конструктивных показателей рекомендуется брать ячейку, ограниченную продольными и поперечными осями, учитывающими основные несущие и ограждающие конструкции.

При сопоставлении отдельных конструктивных элементов зданий в качестве расчетной единицы измерения для определения показателей следует принимать:

- а) перекрытий - 1 м^2 площади, измеренной между осями зданий;
- б) стен наружных и внутренних - 1 м^2 поверхности, вычисленных усредненно между осями здания на всю высоту здания за вычетом проемов.

4. СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

4.1. Единоновременные затраты

Единоновременные затраты – это капитальные вложения в материально-техническую базу строительства, а на стадии сооружения объекта - сметная стоимость строительства.

В единоновременные затраты на строительство зданий входят:

- стоимость всех видов строительных работ;
- стоимость энергетического, подъемно-транспортного и др. оборудования (монтируемого или предусматриваемого в сметах строек);
- стоимость инвентаря, инструмента и приспособлений, зачисленных в основные фонды;
- стоимость монтажа оборудования;
- стоимость благоустройства территории;
- стоимость прочих затрат, включая проектно-изыскательские работы.

Единоновременные затраты на вид работ включают:

- стоимость материалов и конструкций;
- затраты на оплату труда рабочих;
- стоимость машин и механизмов.

В технико-экономической оценке зданий в качестве единоновременных затрат вместо капитальных вложений можно учитывать сметную стоимость строительства здания.

При выборе эффективного объемно-планировочного решения здания в рамках курсовой работы приближенную сметную стоимость здания можно определять по укрупненным показателям стоимости единицы мощности строительной продукции. Приближенная стоимость строительно-монтажных работ некоторых типов зданий на 01.01.2020 г. приведена в приложении 1.

При выборе эффективной конструктивной системы можно применять таблицы средних сметных цен основных ресурсов и укрупненных видов работ (на октябрь 2020 года), приведенные в приложение 2 и 3.

Приложениями 2 и 3 можно также пользоваться при определении сметной стоимости здания и при выборе объемно-планировочного решения.

При этом, независимо от места строительства, указанного в задании на проектирование, и года проектирования, условно можно использовать цены из таблиц приложений 2 и 3, так как в вариантном проектировании зданий имеют значение не абсолютные величины стоимости каждого варианта, а разница между этими величинами.

В общем виде сметная стоимость здания состоит из стоимости общестроительных и монтажных работ (сантехнических и электромонтажных) и может быть определена по формуле:

$$C_{зд} = C_{op} + C_m, \quad (4.1)$$

где C_{op} – стоимость общестроительных работ;

C_m – стоимость монтажных работ.

Удельный вес стоимости общестроительных работ в общей сметной стоимости зданий имеют следующие показатели:

- одноэтажные промышленные здания в среднем составляют 78-80 %,
- многоэтажные промышленные здания 76-85 %,
- жилые и общественные здания 80 %.

При определении сметной стоимости через стоимость основных конструктивных элементов можно считать, что удельный вес стен, железобетонного каркаса и покрытия в стоимости общестроительных работ в одноэтажных промышленных зданиях составляет 60-62 %, а вместе с фонарями и проемами 73 %. В многоэтажных каркасных зданиях вышеперечисленные конструкции составляют примерно 70%.

Удельный вес стоимости основных шести конструктивных элементов (фундаментов, стен, перекрытий, крыши, перегородок и лестниц) в жилых и общественных зданиях приближенно можно принимать 62 % от сметной стоимости здания или 78% от стоимости общестроительных работ.

Примерные средние удельные веса основных конструктивных элементов гражданских зданий:

- наружные и внутренние стены – 23,5 %;
- перекрытия – 21 %;
- крыши – 7,5 %;
- полы – 10 %;
- окна и двери – 11 %;
- основания и фундаменты – 10 %;
- перегородки – 5 %;
- лестницы – 2 %;
- прочие элементы – 10 %.

При определении сметной стоимости общестроительных работ обязательно определять стоимость всех конструктивных элементов, а с учетом сум-

мы удельных весов можно определить стоимость общестроительных работ по формуле:

$$C_{op} = \frac{C_{ок}}{\sum y_{ок}} ; \quad (4.2)$$

где $C_{ок}$ – стоимость принятых в расчете конструктивных элементов;

$\sum y_{ок}$ - сумма относительных удельных весов конструктивных элементов, принятых в расчете (относительный удельный вес равен удельному весу в процентах деленному на 100).

Сметную стоимость здания через стоимость шести основных конструктивных элементов (фундаментов 10 %, стен 23,5 %, перекрытий 21 %, крыши 7,5 %, перегородок 5 %, лестниц 2 %) можно определить по формуле

$$C_{зд} = \frac{C_{ок}}{0,62 \cdot 0,8} ; \quad (4.3)$$

Если же была определена стоимость не всех шести конструктивных элементов, а их часть, тогда в знаменатель формулы (4.3) необходимо добавить сумму относительных удельных весов $\sum y_{ок}$ тех конструктивных элементов, которые были приняты в расчете. Например, была определена стоимость наружных и внутренних стен, перекрытий и крыш, сумма относительных удельных весов которых составляет $(23,5+21+7,5)/100=0,52$, тогда формула (4.3) будет иметь вид:

$$C_{зд} = \frac{C_{ок}}{0,52 * 0,62 * 0,8} ; \quad (4.4)$$

4.2. Текущие (эксплуатационные) затраты

Стоимость эксплуатации промышленного или гражданского здания или сооружения представляет собой совокупность материальных, энергетических и трудовых затрат на проведение соответствующих работ и мероприятий по содержанию в технически исправном состоянии элементов и отдельных конструкций зданий и обеспечение внутри здания требуемого технологического и санитарно-гигиенических условий.

В общем виде текущие затраты могут быть представлены формулой

$$C_{э.зд.} = C_{ам} + C_{тр} + C_{л} + C_{у} + C_{э.о} + C_{о} + C_{в}, \quad (4.5)$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт;

$C_{тр}$ - затраты на текущий ремонт;

$C_{л}$ - затраты на содержание лифтов;

$C_{у}$ - расходы по уходу за зданием и территорией;

$C_{э.о}$ - затраты на электроосвещение;

$C_{о}$ - затраты на отопление,

C_6 - затраты на вентиляцию.

В зависимости от целей и задач сопоставления вариантов учитывают не все эксплуатационные затраты, приведенные в формуле (4.4). В каждом конкретном случае необходимо выбирать наиболее характерные значения в сопоставляемых вариантах.

При ориентировочных расчетах на стадии вариантного проектирования **значения амортизационных отчислений и затрат на текущий ремонт** можно принимать:

- для промышленных зданий $C_{AM}=2,5 \%$, $C_{TP}=2,3 \%$, от сметной стоимости строительно-монтажных работ;

- для гражданских зданий $C_{AM}=2,7 \%$, $C_{TP}=0,5 \%$ от сметной стоимости строительно-монтажных работ.

Годовые **затраты на эксплуатацию лифтов** приближенно принимаются с учетом индекса изменения цен из расчета:

- для одного лифта 40руб. на 1м^2 общей площади здания;

- для двух лифтов $1,56 \times 40$ руб. на 1м^2 общей площади здания;

- для трех лифтов $1,8 \times 40$ руб. на 1м^2 общей площади здания.

Затраты на электроосвещение мало зависят от объемно-планировочного и конструктивного решения здания и обычно учитываются при решении таких конкретных задач, как переход к безоконным типам зданий, отказ от фонарных устройств и т. п. Для таких типов зданий также необходим учет стоимости вентиляции.

При выборе объемно-планировочного решения здания, а также при оценке ограждающих конструкций наибольшее значение имеют затраты на отопление. Годовые **затраты на отопление** относят на основную расчетную единицу (годовой выпуск основной номенклатуры продукции, вместимость, пропускная способность и др.), иногда на 1м^3 зданий или на 1м^2 общей площади и определяется по формуле:

$$C = [11,8 \cdot 10^{-1} \cdot (t_B - t_{OT}) Z_{OT} \cdot C_T] / P \cdot (A_{HCT} / R_{CP} + A_{ПОК} / R_{ПОК} + A_{ПОЛ} / R_{ПОЛ}), \quad (4.6)$$

где t_B - температура внутреннего воздуха помещения, $^{\circ}\text{C}$, принимается по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{OT} - средняя температура за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$, определяется по [1];

Z_{OT} - продолжительность отопительного периода, сут., со средне суточной температурой наружного воздуха не более 10°C , при проектировании лечебно-профилактических и детских учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, и не более 8°C - в остальных случаях, определяется по [1];

C_T - стоимость тепловой энергии, руб./ГДж, определяемая по действующему прейскуранту, ориентировочно можно принимать равной 300 руб./ГДж.

P - расчетная единица измерения (общая площадь, вместимость, пропускная способность, мощность производства и т.п.);

A_{HCT} - площадь наружных стен, m^2 ;

R_{CP} - среднее сопротивление теплопередаче наружных стен, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

$$R_{cp} = R_{cm} - R_{cm} \cdot \rho + R_{OK} \cdot \rho \quad (4.7)$$

где R_{CT} - сопротивление теплопередаче глухих стен, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

R_{OK} - сопротивление теплопередаче оконных проемов, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

ρ - коэффициент остекления, определяется как отношение площади оконных проемов к площади наружных стен;

$A_{ПОК}$ - площадь покрытия или чердачного перекрытия, m^2 ;

$R_{ПОК}$ - сопротивление теплопередаче покрытия или чердачного перекрытия, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

$A_{ПОЛ}$ - площадь пола первого этажа без вычета площади, занятой конструктивными элементами, m^2 ;

$R_{ПОЛ}$ - сопротивление теплопередаче пола на грунте, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$ (в зданиях с подвалами и при приближенных расчетах не учитывается).

Затраты на вентиляцию можно определить по формуле:

$$C_g = 3,6 \cdot W_g \cdot X \cdot V \cdot C_T / P , \quad (4.8)$$

где W_g – коэффициент, зависящий от климатического района строительства и разности температур при вентиляции, значение W_g можно принимать для I климатического района 0,096, для II - 0,068, для III -0,040, для IV-0,017.

X – вентиляционная характеристика (расход тепла на вентиляцию, отнесенный на $1m^3$ здания), определяется по приложению 5.

V – объем здания, m^3 ;

C_T – стоимость тепловой энергии, руб./ГДж, определяемая по действующему прейскуранту, ориентировочно можно принимать равной 300 руб./ГДж;

P - расчетная единица измерения (общая площадь, вместимость, пропускная способность, мощность производства и т.п.).

4.3. Приведенные затраты

Окончательная оценка проектов должна производиться путем сопоставление приведенных затрат, включающих показатели стоимости строительства и текущих затрат, связанных с содержанием зданий в период их эксплуатации.

В общем виде полные приведенные затраты определяются формулой:

$$\Pi = K + E_H \cdot K' + E_H \cdot K'' + C_{эзд} \cdot T , \quad (4.9)$$

где K - единовременные затраты (капитальные вложения на строительство или сметная стоимость здания), руб.;

K' - капитальные вложения в производство строительных материалов и конструкций, руб./год;

K'' - капитальные вложения в основные производственные фонды строительных организаций руб./год;

E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

$C_{\text{зд}}$ - годовые эксплуатационные затраты руб./год;

T - нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Значение « T » может изменяться. В настоящее время принято

$T=8,33$ года, а E_n - обратная величина, т.е. $E_n = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,33} = 0,12$

Необходимость расчета по полной формуле (4.9) может возникнуть при сравнении вариантов с новыми, ранее не применявшимися, конструктивными решениями. В большинстве же случаев для определения экономической эффективности вариантов объемно-планировочных или конструктивных решений зданий можно пользоваться сокращенной формулой, т.е. без учета сопряженных затрат K' и K'' , так как доля этих затрат в общей сумме приведенных затрат незначительна.

Вместо капитальных вложений « K » можно учитывать сметную стоимость здания $C_{\text{зд}}$.

Следовательно, формула расчета приведенных затрат по проектам отдельных производственных или гражданских зданий может быть представлена формулой:

$$П = C_{\text{зд}} + C_{\text{узд}} \cdot T, \quad (4.10)$$

или при приведении к одному году:

$$П = C_{\text{зд}} \cdot E_n + C_{\text{узд}}, \quad (4.11)$$

где $C_{\text{зд}}$ – удельная сметная стоимость;

$C_{\text{узд}}$ – показатель текущих затрат, отнесенный на расчетную единицу, руб./год;

Экономический эффект определяется по разности приведенных затрат. В случае, если приведенные затраты по вариантам равны, то предпочтение следует отдать варианту с лучшими дополнительными технико-экономическими показателями (затратами труда, массой здания, расходом основных материалов и др.) при выборе конструктивного решения или с минимальными единовременными затратами и лучшей архитектурной композицией при выборе объемно-планировочного решения.

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

Технико-экономическую оценку проектных решений необходимо производить в следующей последовательности: на первом этапе выбор объемно-планировочного решения, на втором этапе выбор конструктивного решения.

5.1. Оценка вариантов проектных решений, имеющих различие в объемно-планировочных решениях

5.1.1. Проверяется сопоставимость проектов, в том числе, по конструктивному решению. Оценка объемно-планировочных решений проектов должна производиться при условии одинаковых конструктивных систем и применяемых элементов и материалов.

5.1.2. Устанавливаются объемно-планировочные параметры по сравниваемым вариантам и определяются объемно-планировочные показатели в соответствии с п.2.1; п.2.2; п.2.3.

5.1.3. Производится анализ объемно-планировочных показателей, в том числе, сравнение по коэффициенту компактности.

5.1.4. Определяются показатели сметной стоимости по рекомендациям п.4.1.

5.1.5. Определяются показатели текущих затрат в соответствии с п.4.2.

5.1.6. Определяется экономическая эффективность объемно-планировочных решений на основании показателей приведенных затрат по формуле 4.10 или 4.11.

5.1.7. Выбирается для детальной разработки в проекте вариант объемно-планировочного решения с меньшими приведенными затратами.

5.2. Оценка вариантов проектных решений, имеющих различие в конструктивной характеристике

5.2.1. Проверяется сопоставимость проектов, в том числе, по объемно-планировочным параметрам. Оценка конструктивных решений проектов должна производиться при условии близкой объемно-планировочной характеристики зданий.

5.2.2. Устанавливается конструктивная характеристика по сравниваемым проектам, и определяются технико-экономические показатели по п.3.

5.2.3. Производится предварительный анализ технико-экономических показателей, характеризующий конструктивное решение зданий.

5.2.4. Определяются показатели сметной стоимости зданий в соответствии с рекомендациями п.4.1.

5.2.5. Выполняется расчет показателей эксплуатационных затрат в соответствии с 4.2.

5.2.6. Определяется экономическая эффективность конструктивных решений вариантов проектов на основании показателей приведенных затрат по формуле 4.9 и вариант с меньшими приведенными затратами принимается для дальнейшей разработки в проекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – Введ. 2000-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 108 с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – Введ. 2013-07-01. – М.: минрегион России, 2012. – 95 с.
3. Руководство по выбору проектных решений в строительстве. НИИЭС Госстроя. ЦНИИПРОЕКТ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 104 с.
4. МДС 11-3.99 Методические рекомендации по проведению экспертизы технико-экономических обоснований (проектов) на строительство объектов жилищно-гражданского назначения. – М.: Госстрой России, 1998. – 44 с.
5. Инструкция по технико-экономической оценке проектов жилых домов и общественных зданий и сооружений для конкретных условий строительства. СН 546-82. Госгражданстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 22 с.
6. МДС 81-24.2000 Сборник укрупненных показателей базисной стоимости на виды работ (УПБС ВР). – М.: Госстрой России, 2004. – 94 с.
7. НЦС 81-02-2020. Укрупненные нормативы цены строительства. - Введ. 2020-01-01. – М.: министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2019. – 108 с.
8. Варезкин В.А Экономика архитектурного проектирования и строительства / В.А. Варезкин, В.С. Гребенкин, Л.И. Кирюшечкина, Н.М. Рекитар, В.М. Стерн. - 278.
9. Гершман Ж.М. Экономика проектных решений и строительства / Ж.М. Гершман, Т.Н. Кравец. – М.: Стройиздат, 1983. – 271 с.
10. Методические указания по технико-экономическому обоснованию вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных и гражданских зданий при разработке архитектурного раздела в дипломных проектах. Для студентов специальности 1202 (ПГС) и 1205 (СХС) ВИСИ; сост. Ф.М. Савченко. – Воронеж, 1982. – 24 с.
11. Справочник проектировщика. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для строительства/Под ред. Г.И. Бердического. - М.: Стройиздат, 1981. – 500 с.
12. Панибратов, Ю.П. Техничко-экономическая оценка проектных решений жилых и общественных зданий/Ю.П. Панибратов. – Л.: Стройиздат, Ленигр. отделение, 1983. – 152 с.

Приложение 1

Таблица П.1.1

Примерные укрупненные нормативы цен строительства зданий по состоянию на 01.01.2020г.

№	Наименование объектов	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, тыс. рублей
1	Жилые многоквартирные дома	м ²	35-55
2	Многоэтажные гостиницы	м ³	4,9-5,7
3	Административные здания	м ²	35-55
4	Школы	1 место	650-850
5	Детсады	1 место	820-1200
6	Учебные, учебно-лабораторные корпуса вузов и среднеспециальных учебных заведений	м ²	45-65
7	Поликлиники	м ³	3,6-4,0
8	Больницы	1 койко-место	2500-6000
9	Клубы, дома культуры, развлекательные центры	м ³	5,0-5,6
10	Театры	1 место	2500-3500
11	Цирк	1 место	1200-2200
12	Музеи, выставочные залы	м ²	45-80
13	Библиотека	м ³	4,0-5,5
14	Кинотеатры	м ³	3,9-4,7
15	Магазины, универмаги	м ³	3,8-5,4
16	Крытые рынки	м ³	2,5-3,6
17	Физкультурно-оздоровительные комплексы с залами с местами для зрителей	1 место	300-650
18	Физкультурно-оздоровительные комплексы	м ³	2,9-3,2
19	Бассейны для плавания	м ³	3,6-3,8
20	Стадионы,	1 место	70-130
21	Спортивные комплексы с ледовыми аренами и катки, оборудованные местами для зрителей	1 место	900-1250
22	Вокзалы	м ²	55-65
23	Гаражи	м ³	2,0-4,0
24	Ангар пролетом	м ³	1,1-1,3
25	Механосборочный цех	м ³	1,0-1,2

Приложение 2

Таблица П.2.1

Справочная информация о средних ценах укрупненных видов работ по состоянию на октябрь 2020 года

Укрупненный код работ (ТСН)	Наименование конструктивных элементов видов работ	Стоимость единицы с накл. расх. и сметной прибылью		Ед. изм.	Стоимость единицы измерения в 2020г., руб.
		в ценах 1.01.91г., руб.	в ценах 1.01.2000г., руб.		
1100	ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ				
01.01.01	Механизированная разработка грунта	776	9946	1000 м ³	86 960
01.01.02	Разработка грунта вручную	219	4090	100 м ³	1200
01.01.03	Транспорт грунта	48	632	100 т	4 797
01.01.05	Устройство оснований песчаных	25	182	100 м ²	1 444
1200	ФУНДАМЕНТЫ				
01.12.01.	Устр-во монолитных фундаментов	10830	107559	100 м ³	858 424
01.12.02	Устр-во бутобетонных фундаментов	7180	61133	100 м ³	537 985
01.12.03	Укладка сборных бетонных блоков	10998	84722	100 м ³	788 598
01.12.04	Установка сборных фундаментов	14 295	137416	100 м ³	1 204 497
01.12.05	Устройство свайных оснований	23281	228501	100 м ³	1 937 043
01.12.08	Устройство гидроизоляции	197	3036	100 м ²	21 468
1300	КАРКАС				
1.13.01	Установка сборных ж/б констр. карк.	4046	42969	100 м ²	375 081
1.13.02	Монтаж металлоконструкций каркаса	5287	87242	100 м ²	473 241
1.13.03	Установка дер. конструкций каркаса	4824	41402	100 м ²	250 653
1.13.04	Каркасы из монолитного ж/б	2154	23238	100 м ²	175 544
1400	МЕЖДУЭТАЖНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ, ПОКРЫТИЯ				
1.14.02	Возведение монол.констр. перекрытий	2089	21690	100 м ²	157 192
1.14.03	Монтаж металлоконстр. перекрытий	835	13730	100 м ²	75 861
1.14.04	Сборка дерев. конструкций	1934	14640	100 м ²	78 545
1.14.05	Покр. дерев. асбоцем.	2495	19872	100 м ²	125 255
1.14.11	Укладка ребристых плит	1462	14682	100 м ²	131 451
1.14.21	Укладка многопустотных плит	2050	19187	100 м ²	183 072
1.14.31	Укладка плит плоских	2348	23684	100 м ²	212 428
1500	ЛЕСТНИЦЫ, КОЗЫРЬКИ ВХОДОВ, БАЛКОНЫ, КРЫЛЬЦА				
1.15.01	Установка ж/б конструкций лестниц	422	3894	10 м ²	26 959
1.15.02	Установка дерев. лестниц	68	555	10 м ²	3 203
1.15.03	Монтаж метал. конструкций лестниц	595	7859	10 м ²	44 044
1600	СТЕНЫ НАРУЖНЫЕ				
1.16.01	Уст-ка стен. панелей и конст.б. и ж/б,	5287	43149	100 м ²	404 256
1.16.02	Монтаж навесных многосл. панелей	5770	48439	100 м ²	368 134
1.16.03	Кладка стен из легкобет. блоков	5953	36014	100 м ²	225 858
1.16.05	Устр-во стен из дерев. конструкций	8919	73524	100 м ²	390 324

Продолжение табл. П.2.1

Укрупненный код работ (ТСН)	Наименование конструктивных элементов видов работ	Стоимость единицы с накл. расх. и сметной прибылью		Ед. изм.	Стоимость единицы измерения в 2020г., руб.
		в ценах 1.01.91г., руб.	в ценах 1.01.2000г., руб.		
1.16.06	Устр-во монолит. бет. и ж/б стен	9656	102776	100 м ²	679 211
1.16.07	Теплоизоляция наружных стен	2245	24974	100 м ²	193 034
1.16.13	Уст-ка ж/б перемычек	211	1989	м ³	18 752
1.16.41	Кладка стен из керам. кирпича	116	639	м ³	6 419
1.16.42	Кладка стен из силикатного кирпича	73	552	м ³	6 236
1700	СТЕНЫ ВНУТРЕННИЕ				
1.17.01	Уст-ка сборных ж/б констр. стен	2466	21386	100 м ²	187 253
1.17.12	Уст-ка ж/б констр. шахт лифтов	137	1194	шт.	10 508
1.17.13	Уст-ка сантехкабин	344	2945	шт.	25 901
1.17.02	Внутренние стены из кер. кирп.	2703	14484	100 м ²	143 857
1.17.14	Уст-ка блоков мусоропровода	2089	18639	100 м ²	164 573
1800	ЗАПОЛНЕНИЕ ОКОННЫХ ПРОЕМОВ				
1.18.01	Зап-ние оконных проемов дер.блоками	8632	76284	100 м ²	534 836
1.18.02	Монтаж стальных оконных блоков	7414	69340	100 м ²	371 264
1.18.03	Монтаж алюмин. оконных блоков	10943	162781	100 м ²	655 714
1.18.41	Остекление стеклом оконным 3-4 мм	605	7741	100 м ²	80 045
1900	ЗАПОЛНЕНИЕ ДВЕРНЫХ ПРОЕМОВ И ВОРОТ				
1.19.01	Заполнение дв. проемов и ворот дер.блок.	6594	69920	100 м ²	392 518
1.19.02	Монтаж стальных конструкций дверей	5162	84428	100 м ²	498 631
2000	КРОВЛИ				
1.20.01	Уст-ка дер.конструкций стропил	2467	19779	100 м ²	110 660
1.20.02	Устр-во теплоизоляции	940	8486	100 м ²	48 218
1.20.31	Устр-во стяжек цементных	165	1487	100 м ²	13 939
1.20.32	Устр-во стяжек асфальтобетонных	163	1856	100 м ²	14 209
1.20.04	Устр-во кровель рулонных рубероид.	715	7921	100 м ²	45 434
1.20.42	Устр-во покр. асбестоцементных	433	4854	100 м ²	34 872
1.20.44	Устр-во покр. из проф.настила	827	13621	100 м ²	63 392
2100	ЗЕНИТНЫЕ И АЭРАЦИОННЫЕ ФОНАРИ				
1.21.11	Устр-во зенитных фонарей	9588	148975	100 м ²	922 754
1.21.12	Устр-во аэрационных фонарей	9444	145926	100 м ²	870 475
1.21.13	Устр-во светоаэрационных фонарей	6103	91886	100 м ²	504 102
2200	ПЕРЕГОРОДКИ				
1.22.01	Устр-во перегородок из кирпича кер-мич.	1357	11026	100 м ²	106 162
1.22.12	Устр-во перегородок из силикатного кирпича	931	7752	100 м ²	90 048
1.22.02	Устр-во монолитных ж/б перегородок	2387	24050	100 м ²	178 652

Укрупненный код работ (ТСН)	Наименование конструктивных элементов видов работ	Стоимость единицы с накл. расх. и сметной прибылью		Ед. изм.	Стоимость единицы измерения в 2020г., руб.
		в ценах 1.01.91г., руб.	в ценах 1.01.2000г., руб.		
1.22.03	Уст-ка сборных ж/б и бет.перегородок	1438	11155	100 м ²	85 643
1.22.04	Остекление перегородок	2470	27975	100 м ²	36 185
1.22.06	Устр-во дерев. перегородок	1396	10912	100 м ²	54 084
1.22.07	Уст-ка гипсобетонных перегородок	1558	10332	100 м ²	53 789
2300	ПОЛЫ				
1.23.01	Устр-во подг. под полы по грунту.осн.	908	7845	100 м ²	72 679
1.23.02	Устр-во оснований под полы по пере-	700	6562	100 м ²	62 609
1.23.03	Устройство полов из досок	1638	12088	100 м ²	61 844
1.23.04	Устройство бетонных полов	378	4193	100 м ²	45 773
1.23.06	Устр. полов из линолеума и пол. плиток	1048	8388	100 м ²	51 473
1.23.10	Устр-во асфальтобетонных полов	439	4844	100 м ²	34 893
1.23.13	Устр-во паркетных полов	3811	36434	100 м ²	202 081
1.23.14	Устр-во цементных полов	344	3857	100 м ²	40 215
1.23.15	Устр-во полов из керамических плит	1239	11700	100 м ²	79 327
1.23.25	Устр-во мозаичных полов	979	8029	100 м ²	65 438
2400	ПОДВЕСНЫЕ И ПОДШИВНЫЕ				
1.24.02	Подвесные потолки из акуст.плит	5908	76863	100 м ²	455 650
1.24.03	Подвесные потолки из ал.конструкций	4168	67716	100 м ²	269 691
2500	ВНУТРЕННЯЯ ОТДЕЛКА				
1.25.01	Штукатурка поверхностей	219	2719	100 м ²	29 216
1.25.02	Облицовка поверх. керам. плитками	1298	13284	100 м ²	103 210
1.25.03	Облицовка поверхностей гипс. листами	335	3912	100 м ²	37 111
1.25.08	Окраска поверхностей	159	2101	100 м ²	21 259
1.25.09	Оклеивание обоями	94	1267	100 м ²	12 953
2600	НАРУЖНАЯ ОТДЕЛКА, 100 м²				
1.26.01	Штукатурка поверхностей	288	3977	100 м ²	46 576
1.26.02	Облицовка фасадов	326	4313	100 м ²	49 088
1.26.03	Окраска фасадов	267	3252	100 м ²	13 971
1.26.04	Отделки на фасадах	55	1209	100 м ²	7 398
2800	ОСОБОСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ				
1.28.01	Устр-во конструкций из мон. бет. и ж/б	13918	146549	100 м ³	1 035 827
1.28.03	Кирпичная кладка и футеровка поверх.	12038	70435	100 м ³	694 457
1.28.04	Монтаж металлоконстр. перекр. канал.	352	8018	т	35 298

**Справочная информация о средних сметных ценах основных
ресурсов по состоянию на октябрь 2020 года**

Код ресурсов	Наименование ресурсов, статьи затрат	Ед. измерения	Стоимость в уровне цен на 01.10.20
01.01.00	Железобетонные изделия		
01.01.01	Фундаменты	м ³	10894
01.01.02	Колонны, стойки, опоры, рамы	м ³	29000
01.01.03	Балки подкрановые	м ³	18000
01.01.04	Балки, прогоны, ригели	м ³	25946
01.01.05	Фермы	м ³	21806
01.01.06	Панели наружных стен для промышленного строительства	м ³	8994
01.01.07	Панели внутренних стен, перегородки	м ³	9086
01.01.08	Плиты покрытий, перекрытий ребристые	м ³	8026
01.01.09	Плиты покрытий, перекрытий сплошные	м ³	13716
01.01.10	Плиты перекрытий многопустотные	м ³	6919
01.01.11	Лестничные марши и площадки	м ³	9380
01.01.12	Шпалы для железных дорог	м ³	21392
01.01.13	Изделия специального назначения для лотков, облицовок, камер	м ³	14986
01.01.14	Панели наружных стен для жилищного строительства	м ³	7810
01.02.00	Бетонные изделия		
01.02.01	Блоки стен подвалов ФБС	м ³	5909
01.02.02	Камни бетонные бортовые	м ³	6791
01.02.04	Изделия и плиты из ячеистого бетона	м ³	4072
01.02.05	Блоки из тяжелого бетона	м ³	5909
02.00.00	Бетоны, растворы		
02.01.01	Смесь бетонная легкого бетона	м ³	2840
02.01.02	Смесь бетонная тяжелого бетона	м ³	4246
02.01.03	Раствор товарный	м ³	3307
03.00.00	Стеновые материалы (кроме бетона)		
03.01.01	Кирпич керамический	т.шт.усл.	9106
03.01.02	Кирпич силикатный	т.шт.усл.	10636
03.02.00	Камни стеновые	т.шт.усл.	13266
03.03.01	Плиты гипсовые	м ²	382
03.03.02	Панели гипсобетонные	м ²	577
04.00.00	Нерудные материалы		
04.01.01	Щебень	м ³	1082
04.01.02	Гравий	м ³	1725
04.01.03	Песок	м ³	552
04.01.04	Камень бутовый	м ³	2434

Продолжение табл. П.3.1

Код ресурсов	Наименование ресурсов, статьи затрат	Ед. измерения	Стоимость в уровне цен на 01.01.20
05.00.00	Металлические конструкции и детали		
05.01.01	Стальные конструкции по чертежам «КМ» (колонны, прогоны)	т	78030
05.01.02	Стальные несущие конструкции по типовым проектам (арки, связи)	т	92912
05.01.03	Конструкции многослойные облегченные	м ²	1707
05.01.04	Переpleты оконные стальные и витражи	т	60612
05.01.05	Воздуховоды	м ²	830
05.02.01	Сталь сортовая	Т	45908
05.02.02	Сталь листовая	т	37878
05.02.03	Профилированный настил	м ²	432
05.02.04	Арматура для монолитного железобетона	т	35028
05.02.05	Рельсы железнодорожные	пм	4502
05.03.01	Окна, двери, витражи, перегородки алюм.	м ²	8178
05.03.02	Потолки подвесные алюминиевые	м ²	479
06.00.00	Изделия лесопильной и деревообрабатывающей промышленности		
06.01.01	Лес круглый	м ³	899
06.01.02	Лес пиленный	м ³	6103
06.02.01	Блоки оконные деревянные жилых и общественных зданий с тройным остеклением	м ²	9828
06.02.02	Блоки оконные деревянные жилых и общественных зданий с двойным остеклением	м ²	3679
06.02.03	Блоки дверные деревянные	м ²	940
06.02.04	Доски чистых полов	м ³	11768
06.02.05	Паркет	м ²	1085
06.02.06	Шпалы для железных дорог	шт.	1334
06.03.01	Плиты древесноволокнистые	м ²	95
06.03.02	Плиты древесностружечные	м ²	140
06.03.03	Плиты цементно-стружечные	м ²	300
07.00.00	Теплоизоляционные материалы		
07.01.01	Плиты теплоизоляционные	м ³	4144
07.01.02	Плиты минераловатные	м ³	2925
07.01.03	Вата минеральная	м ³	2490
08.00.00	Плитки керамические		
08.01.01	Плитки керамические метлахские	м ²	270
08.01.02	Плитки керам. глазурованные облицовочные	м ²	252
09.00.00	Листы асбоцементные		
09.01.01	Листы волнистые	м ²	146
10.00.00	Рулонные и полимерные материалы		
10.01.01	Рулонные кровельные материалы	м ²	32
10.01.02	Линолеум и полимерные плиточные материалы	м ²	393
11.00.00	Стекло		

Код ресурсов	Наименование ресурсов, статьи затрат	Ед. измерения	Стоимость в уровне цен на 01.01.20
11.01.01	Стекло оконное листовое	м ²	267
11.01.02	Стекло профильное строительное	м ²	440
11.01.03	Стекло листовое полированное витринное	м ²	1492
12.00.00	Вяжущие материалы		
12.01.01	Цемент	т	4321
12.01.02	Известь	т	4625
12.01.03	Гипс	т	3884
12.02.00	Битуминозные материалы		
12.02.01	Битумы	т	15348
12.02.02	Мастики	т	35384
13.00.00	Лакокрасочные материалы		
13.01.01	Краски	т	87432
13.01.02	Белила	т	71819
13.01.03	Олифа	кг	52
13.01.04	Лаки	т	56622
14.00.00	Трубы и изделия для сантехнических работ		
14.01.01	Трубы чугунные	м	900
14.01.02	Трубы стальные электросварочные	м	274
14.01.03	Трубы стальные горячекатаные	м	715
14.01.04	Трубы стальные водогазопроводные	м	232
14.02.00	Трубы неметаллические хризотилцементные	м	842
14.02.03	Трубы разные	м	355
14.03.01	Умывальники фаянсовые	шт.	775
14.03.02	Унитазы фаянсовые	комплект	1539
14.03.03	Ванны стальные эмалированные	шт.	3347
14.03.04	Мойки, раковины	комплект	1377
14.03.05	Радиаторы отопительные	секция	486

Пример вариантного проектирования гражданского здания

Задание. Выбрать более экономичный вариант объемно-планировочного и конструктивного решения здания поликлиники на 850 посещений в смену.

Исходные данные. Место строительства – г. Орел (климатический район - 2, снеговой район - 3).

Решение. На первом этапе решения поставленной задачи выбирается объемно-планировочное решение. На втором этапе, выбранный по объемно-планировочному решению вариант, сопоставляется по конструктивным системам.

1. Выбор объемно-планировочного решения

1.1. Объемно-планировочная характеристика

Рассматриваются два варианта поликлиники с одинаковыми конструктивными системами. Оба здания на первом этаже каркасно-панельные со сборным железобетонным каркасом по сер.1.020-1183 с навесными трехслойными керамзитобетонными панелями с плотностью бетона $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ и утеплителем из минераловатных плит плотности $\rho=75 \text{ кг/м}^3$.

Вариант 1 (рис. П.4.1). Здание решено из двух блоков. Основной блок семиэтажный с размерами в плане в $54 \times 13,5$. Второй блок трехэтажный с размерами в плане 21×18 соединен трехэтажным переходом размером в плане 6×8 м. В переходе находятся также рабочие помещения. Над основным блоком запроектирован технический этаж с высотой 4,2 м. Над трехэтажным блоком крыша принята совмещенная неветилируемая, но над средним пролетом предусмотрен технический этаж с высотой 3,3 м. В здании имеется подвал объемом $1805,0 \text{ м}^3$ с высотой этажа 3 и 3,5 м. Вертикальные коммуникации: в семиэтажном блоке – две лестницы и три лифта. Окна деревянные с раздельными переплетами. С главного фасада вестибюль имеет витраж со стальными импостами, площадью $36,0 \text{ м}^2$. Площадь остекленных поверхностей 1110 м^2 .

Вариант 2 (рис. П.4.2). Здание решено из трех блоков. Основной блок шестиэтажный с размерами в плане в осях $60 \times 13,5$ м, второй блок двухэтажный с размерами в плане $27,5 \times 12$ с выступом $12,0 \times 9,0$ м, соединен с основным блоком непосредственно. Над основным блоком запроектирован технический этаж с высотой помещений 2,2 м. В третьем одноэтажном блоке размером в плане $18 \times 8,64$ м размещен главный входной узел в составе вестибюля, гардероба и регистрации. Над вторым и третьим блоками крыша совмещенная, над вторым блоком частично запроектирован технический чердак с высотой этажа 3,3 м. В здании имеется подвал объемом $1308,0 \text{ м}^3$ с разной высотой этажа от 3,0 до 3,6 м.

Вертикальные коммуникации: в шестиэтажном блоке – две лестницы и два лифта, в двухэтажном блоке одна лестница и один лифт. Окна деревянные с

раздельными переплетами. В выступающем блоке вестибюля витражное остекление с импостами из алюминиевых сплавов с двойным остеклением площадью 82,0 м². Общая площадь вертикальных остекленных поверхностей 1095 м². Состав помещений и их площади приняты в обоих вариантах приняты одинаковыми в соответствии с СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций».

Объемно-планировочная характеристика вариантов и их технико-экономические показатели приведены в таблице П.4.1.

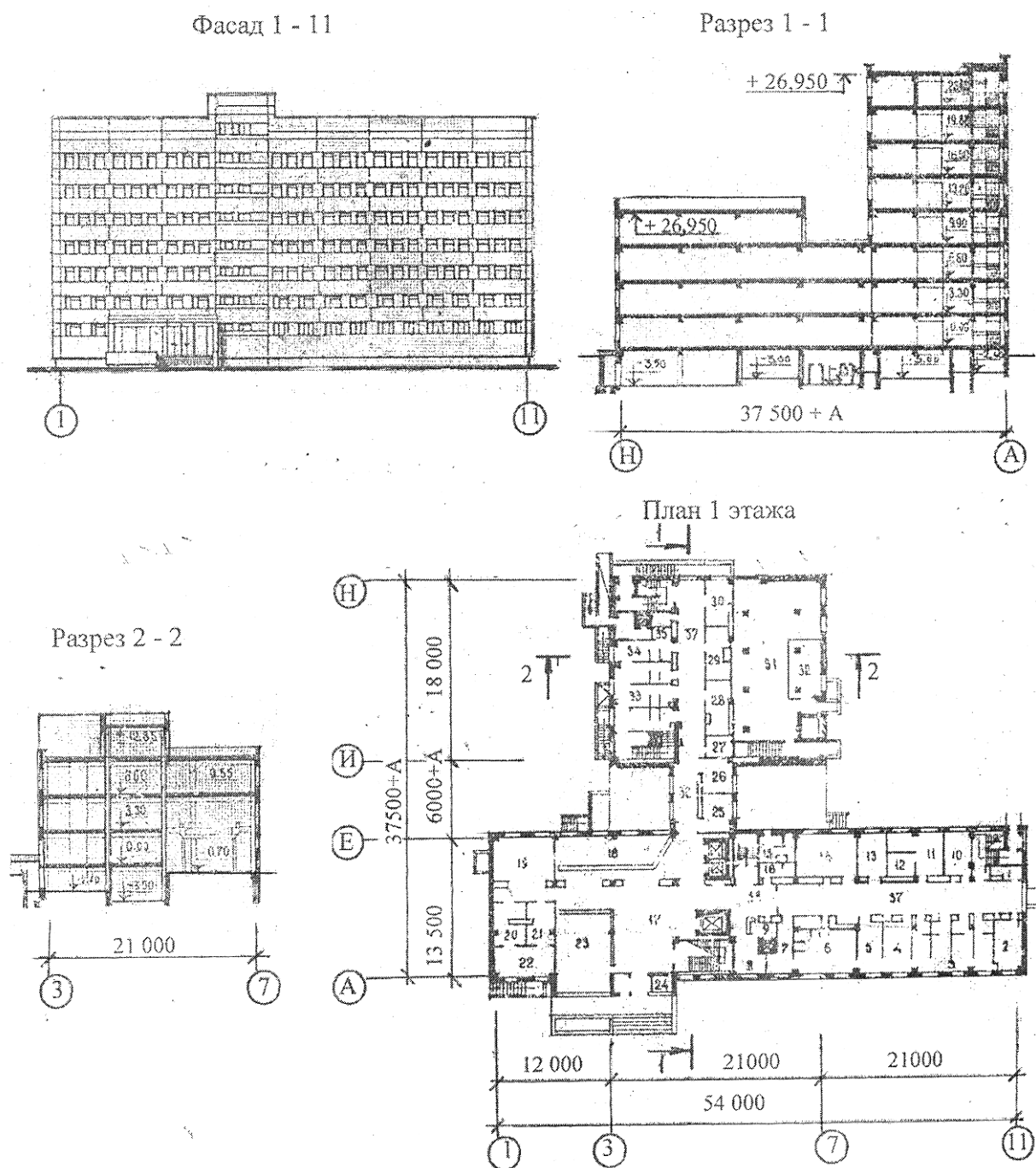
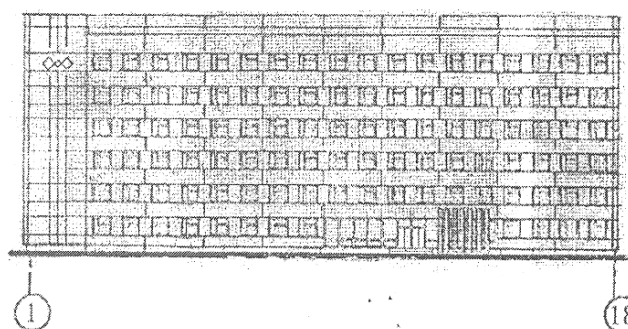
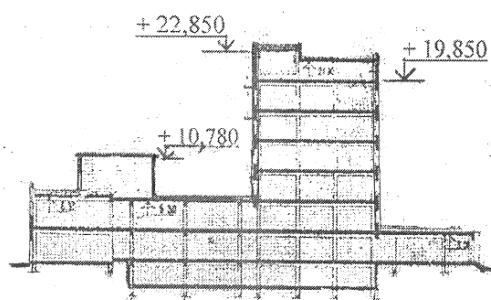


Рис. П.4.1. Вариант 1 поликлиники на 850 посещений в смену

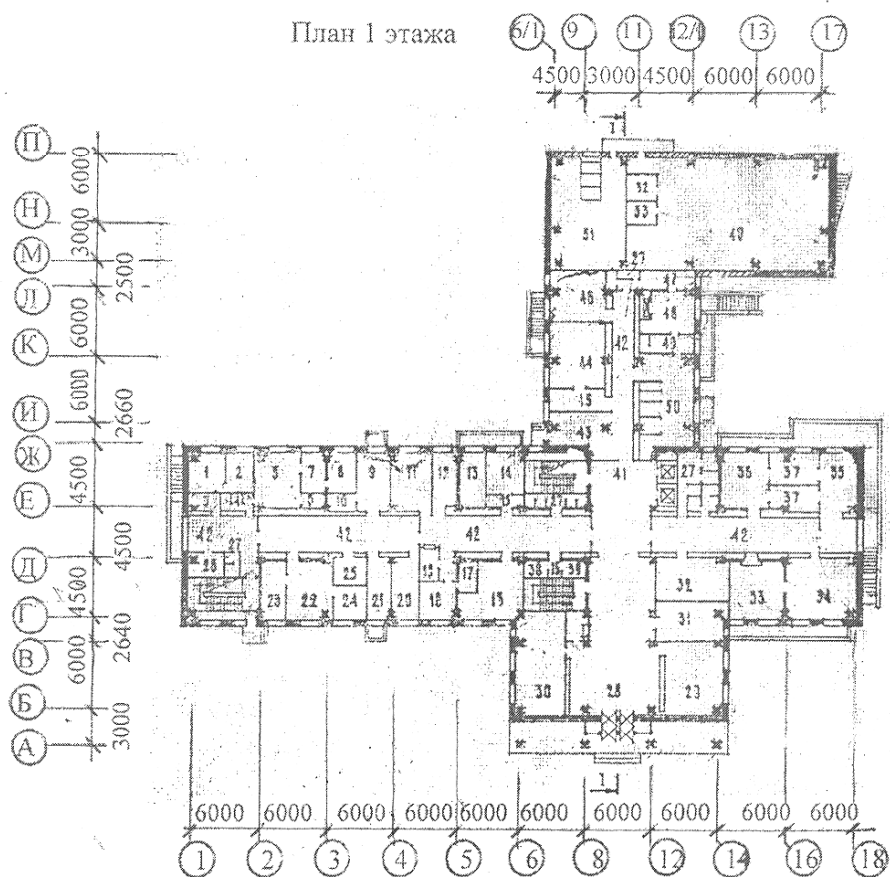
Фасад 1 - 18



Разрез 1 - 1



План 1 этажа



План 6 этажа

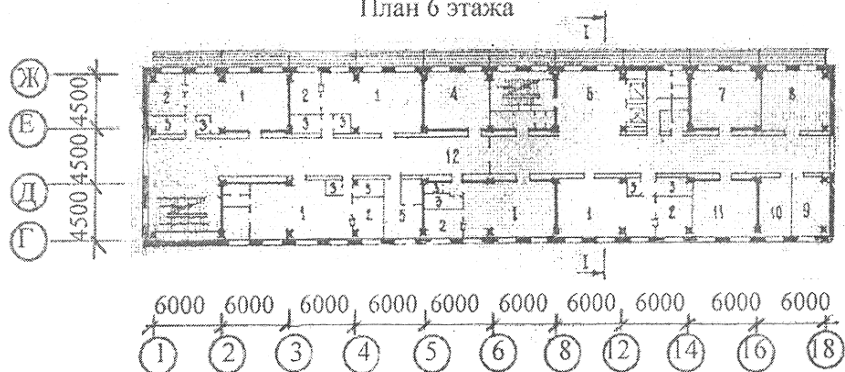


Рис. П.4.2. Вариант 2 поликлиники на 850 посещений в смену

Таблица П.4.1

Объемно-планировочная характеристика сравниваемых вариантов

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Вариант 1	Вариант 2
1	Этажность	этаж	3,7	1,2,6
2	Строительный объем	м ³	26225,0	25930,6
	в т.ч. подвала	м ³	1805,0	3108,0
3	Площадь застройки	м ²	1283,0	1514,0
4	Общая площадь	м ²	5595,6	5819,0
5	Рабочая площадь	м ²	4060,0	4041,0
6	Ширина, длина корпуса	м	13,5·54+ 21·18+6·6	13,5·60+ 12·27,5+9·12+18·8,64
7	Конструктивное решение	-	Каркасно-панельное	
8	Площадь, приходящаяся на одно посещение:	-		
	а) Общая	-	6,58	6,58
	б) Рабочая	-	4,78	4,75
9	Строительный объем на одно посещение	-	30,8	30,5
10	Отношение строительного объема к общей площади	-	4,68	4,45
11	Отношение рабочей площади к общей	-	0,72	0,69
12	Площадь наружных стен (без вычета оконных проемов)	м ²	4165	3895
13	Площадь крыши	м ²	1149	1232
14	Коэффициент компактности	-	0,95	0,88

Вывод: по коэффициенту компактности (0,88 меньше против 0,95) второй вариант более экономичен.

1.2. Определение сметной стоимости

Сметная стоимость здания определяется приближенно исходя из стоимости 1м³ здания. Из табл. П.1.1 средняя стоимость 1м³ здания поликлиники составляет $C_{зд} = 3800$ руб.

Учитывая среднюю стоимость 1м³, рассчитывается стоимость здания:

- вариант 1: $C_{зд} = 3800 \cdot 26225 = 99\,655\,000$ руб.;

- вариант 2: $C_{зд} = 3800 \cdot 25930 = 98\,534\,000$ руб.

Удельная сметная стоимость поликлиники на 850 посещений в смену:

- вариант 1: $C_{узд} = 99\,655\,000 / 850 = 117\,241,17$ руб.;

- вариант 2: $C_{узд} = 98\,534\,000 / 850 = 115\,922,39$ руб.

Вывод: второй вариант по сметной стоимости экономичней первого варианта на $117\,241,17 - 115\,922,39 = 1\,318,78$ руб., что составляет 1,12%.

1.3. Определение текущих затрат

Учитываются амортизационные отчисления, затраты на текущий ремонт, затраты на эксплуатацию лифтов и затраты на отопление. Амортизационные

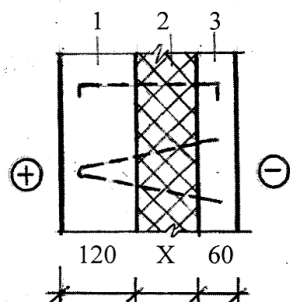
отчисления на восстановление и капитальный ремонт и затраты на текущий ремонт принимаются в размере $C_{AM} = 0,027 C_{зд}$, $C_{ТР} = 0,005 C_{зд}$.

Годовые затраты на эксплуатацию лифтов приближенно принимаются для одного лифта 40 руб/м² общей площади, для двух лифтов 1,56х40 руб/м² общей площади и для трех лифтов 1,8х40 руб/м² общей площади. Затраты на обслуживание лифтов в двух и трехэтажных блоках учитывать не будем, так как затраты на них будут одинаковыми для обоих вариантов.

Для определения затрат на отопление по формуле (4.5) находят сопротивление теплопередаче наружной стены и среднее значение сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий и участков совмещенных покрытий. Для этого выполняются теплотехнические расчеты наружных стен, чердачных перекрытий и совмещенных покрытий.

1.3.1. Теплотехнический расчет наружной стены

Приняты стеновые панели трехслойные на гибких связях, сечение которых приведено на рис.П.4.3.



1; 3. Керамзитобетон $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0,41 \text{ Вт/м} \cdot \text{с}$

2. Минераловатная плита $\rho = 75 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,056 \text{ Вт/м} \cdot \text{с}$

Рис. П.4.3. Сечение стеновой трехслойной панели на гибких связях

Для города Орла $t_s^{0,92} = -25^\circ\text{C}$; $t_{от} = -2,4^\circ\text{C}$; $Z_{от} = 199 \text{ сут}$; $t_b = 21^\circ\text{C}$

Зона влажности района строительства – 3 (сухая), условия эксплуатации ограждающей конструкции – А.

$$ГСОП = (21 + 2,4) \cdot 199 = 4656,6^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

$$R_{ТР} = 0,00035 \cdot 4656,6 + 1,4 = 3,030 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт.}$$

Учитываем коэффициент теплотехнической однородности для трехслойных керамзитобетонных панелей с гибкими связями $r = 0,87$;

$$R_{ТР} = 3,030 / 0,87 = 3,48 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

Толщина утеплителя будет равна

$$\delta_2 = [R_{ТР} - (1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_H)] \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = [3,48 - (1/8,7 + 0,12/0,41 + 0,06/0,41 + 1/23)] \cdot 0,056 = 0,161 \text{ м}$$

Округляем до 0,17 м, тогда общая толщина стеновой панели равна

$$\delta = 0,12 + 0,06 + 0,17 = 350 \text{ мм}$$

Фактическое сопротивление теплопередаче наружной стены будет

$$R_0 = 1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_H$$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,12/0,41 + 0,17/0,056 + 0,06/0,41 + 1/23 = 3,63 > 3,48 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

1.3.2. Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

Сечение чердачного перекрытия приведено на рис П.4.4.

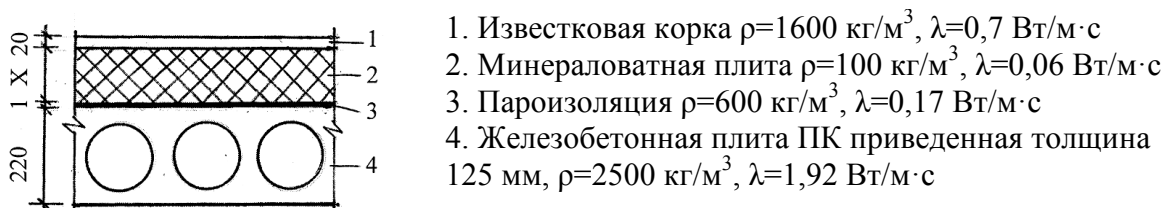


Рис. П.4.4. Сечение чердачного перекрытия

$$\text{ГСОП} = 4656,6 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$R_{\text{ТР}} = 0,00045 \cdot 4656,6 + 1,9 = 3,995 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$$

Толщина утеплителя

$$\delta_2 = [3,995 - (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,001/0,17 + 0,125/1,92 + 1/23)] \cdot 0,06 = 0,23 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 240 мм

$$R_{\text{ЧЕР}} = 0,115 + 0,0028 + 0,0023 + 0,065 + 0,043 + 0,24/0,06 = 4,227 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$$

$$R_{\text{ЧЕР}} = 4,227 > 3,995 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$$

1.3.3. Теплотехнический расчет совмещенного покрытия

Сечение совмещенного покрытия приведено на рис. П.4.5.

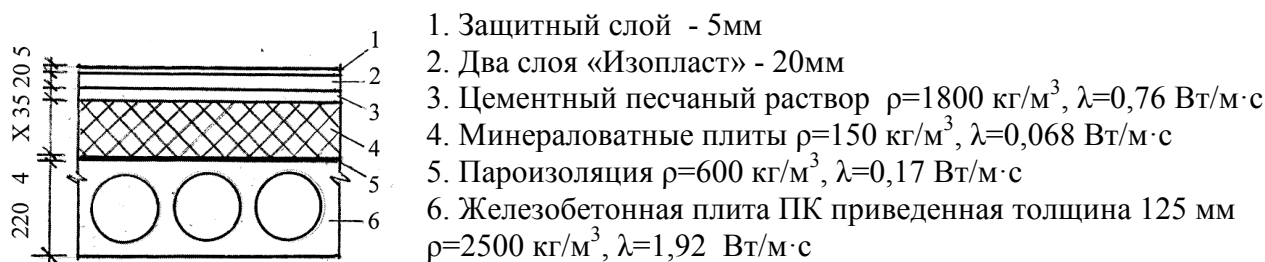


Рис. П.4.5. Сечение совмещенного покрытия

$$\text{ГСОП} = 4656,6 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

$$R_{\text{ТР}} = 0,0005 \cdot 4656,6 + 2,2 = 4,528 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$$

Толщина утеплителя

$$\delta_4 = [4,528 - (1/8,7 + 0,005/0,17 + 0,02/0,17 + 0,035/0,76 + 0,125/1,92 + 1/23)] \cdot 0,068 =$$

$$[4,528 - (0,115 + 0,029 + 0,118 + 0,046 + 0,065 + 0,43)] \cdot 0,068 = 0,29 \text{ м}$$

Округляем до 0,300 м

$$R_{\text{ПОК}} = 0,258 + 0,3/0,068 = 4,669 > 4,528 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$$

Среднее значение сопротивления теплопередаче для чердачного перекрытия и совмещенного покрытия будет равно:

$$R_{\text{ср.пок}} = \frac{R_{\text{чер}} \cdot A_{\text{чер}} + R_{\text{пок}} \cdot A_{\text{пок}}}{A_{\text{чер}} + A_{\text{пок}}}$$

$$\text{Вариант 1. } A_{\text{черд}} = 54 \times 13,50 = 729 \text{ м}^2; A_{\text{покр}} = 18 \times 21 + 6 \times 8 = 414 \text{ м}^2$$

$$\text{Вариант 2. } A_{\text{черд}} = 60 \times 13,50 = 810; A_{\text{покр}} = 18 \times 8 + 27 \times 12 + 12 \times 12 = 612$$

$$\text{Вариант 1. } R_{cp} = \frac{4,227 \cdot 729 + 4,669 \cdot 414}{729 + 414} = \frac{3080,025 + 1916,41}{1143} = 4,37 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

$$\text{Вариант 2. } R_{cp} = \frac{4,227 \cdot 810 + 4,669 \cdot 612}{810 + 612} = \frac{3422,25 + 2832,95}{1422} = 4,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Расчеты текущих затрат в рублях на одно посещение по вариантам сведены в табл. П.4.2.

Таблица П.4.2

Текущие затраты на одно посещение сравниваемых вариантов

№	Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	Амортизационные отчисления	$99655000 \cdot 0,027/850$ =3165,51	$98534000 \cdot 0,027/850$ =3129,90
2	Затраты на текущий ремонт	$99655000 \cdot 0,005/850$ =586	$98534000 \cdot 0,005/850$ =579,61
3	Затраты на эксплуатацию лифтов	$5595,6 \cdot 1,8 \cdot 40/850$ =473,98	$5819,0 \cdot 1,56 \cdot 40/850$ =427,18
4	Затраты на отопление	$P=1110/4165=0,27$ $R_{cp}=3,63-3,63 \cdot 0,27+$ $0,543 \cdot 0,27=2,797$ $C_{от} = \frac{11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300}{10000 \cdot 850}$ Определяем $R_{срст}$: $\cdot (\frac{4165}{2,797} + \frac{1149}{4,37}) = 3396,27$	$P=1095/3895=0,28$ $R_{cp}=3,63-3,63 \cdot 0,28+$ $0,534 \cdot 0,28=2,763$ $C_{от} = \frac{11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300}{10000 \cdot 850}$ $\cdot (\frac{3895}{2,763} + \frac{1232}{4,42}) = 3276,52$
	Итого:	7621,76 руб/1 посещ.	7413,21 руб/1 посещ.

Вывод: при сравнении по текущим затратам второй вариант экономичнее на 7621,76- 7413.21=208,55 руб., что составляет 2,74 %.

1.4. Определение приведенных затрат

Окончательная оценка проектов производится путем сопоставления приведенных затрат, включающих показатели стоимости строительства и текущих затрат, связанных с содержанием зданий в период их эксплуатации.

Определяются приведенные затраты по формуле (4.10) с учетом значения $T=8,33$: $\Pi = C_{узд} + C_{узд} \cdot T$

Вариант 1: $\Pi = 117241,17 + 7621,76 \cdot 8,33 = 180730,48$ руб/1 посещ.

Вариант 2: $\Pi = 115928,39 + 7413,21 \cdot 8,33 = 177680,43$ руб/1 посещ.

Вывод: по приведенным затратам второй вариант экономичнее на 180730,43-177680,43=3050 руб/1 посещ., что составляет 1,69 %. Учитывая, что второй вариант имеет более компактное решение (коэффициент компактности 0,88 меньше 0,95), следует принять второй вариант для детальной разработки.

2. Выбор конструктивного решения

Для принятого объемно-планировочного решения поликлиники рассматриваются четыре варианта конструктивной системы.

Вариант 1: каркасно-панельная система со сборным железобетонным каркасом по серии 1.020-1/83 с навесными трехслойными керамзитобетонными панелями для наружных стен.

Вариант 2: монолитный железобетонный каркас с наружными стенами из легкобетонных блоков.

Вариант 3: кирпичная конструктивная система с продольными несущими стенами.

Вариант 4: кирпично-панельная конструктивная система (блок входного узла каркасно-панельный по серии 1.020-1/83, как в варианте 1).

2.1. Определение коэффициента конструктивности

Значения коэффициентов конструктивности рассматриваемых вариантов приведены в табл. П.4.3.

Таблица П.4.3

Коэффициенты конструктивности сравниваемых вариантов

Коэффициент конструктивности	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Площадь горизонтального сечения несущих и ограждающих конструкций, м ² на первом этаже, приходящееся на единицу площади застройки K_K	$K_K = \frac{104,05}{1514}$ $K_K = 0,069$	$K_K = \frac{134,6}{1514}$ $K_K = 0,088$	$K_K = \frac{232,06}{1514}$ $K_K = 0,15$	$K_K = \frac{141,7}{1514}$ $K_K = 0,093$

2.2. Определение сметной стоимости

Стоимость конструктивных элементов и укрупненных видов работ по вариантам конструктивных систем приведена в табл. 4.4-4.7. Приближенная стоимость единицы конструктивных элементов и укрупненных видов работ взята из табл. П.2.1 по состоянию на 2020 год.

2.2.1. Каркасно-панельная конструктивная система

В соответствии с рекомендацией методических указаний (см. п.4.1, стр.9) в многоэтажных каркасных зданиях удельный вес стен, железобетонного каркаса и покрытия в стоимости общестроительных работ составляют примерно 70%. Тогда с учетом стоимости сантехнических и электромонтажных работ сметная стоимость здания будет равна: $C_{зд} = C_{ок} / 0,7 \cdot 0,8$

Таблица П.4.4

Стоимость каркасно-панельных конструкций варианта 1

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Объем	Стоимость единицы	Сумма руб./ед. изм.
1	Сборные столбчатые фундаменты под колонны	м ³	557	12045	6709065
2	Сборный железобетонный каркас	м ²	7679	3751	28803929
3	Монтаж навесных многослойных панелей	м ²	3895	3681	14337495
4	Теплоизоляция чердачного перекрытия и совмещенных покрытий	м ²	1236	482	595752
5	Цементная стяжка под рулонную кровлю совмещенных покрытий	м ²	573	139,4	79876
6	Рулонная кровля	м ²	1236	454	561144
Стоимость принятых в расчете конструктивных элементов					51087254

Определение сметной стоимости здания поликлиники в каркасно-панельных конструкциях: $C_{зд} = 51087254 / 0,7 \cdot 0,8 = 91\,227\,239$ руб.

Определение удельной сметной стоимости поликлиники на 850 посещений в смену: $C_{узд} = 91227239 / 850 = 107\,326$ руб./1 посещ.

2.2.2. Монолитный железобетонный каркас

Определение сметной стоимости здания поликлиники в монолитном железобетонном каркасе выполняется аналогично расчету варианта 1 в каркасно-панельных конструкциях.

Таблица П.4.5

Стоимость монолитного железобетонного каркаса варианта 2

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Объем	Стоимость единицы	Сумма руб./ед. изм.
1	Монолитные железобетонные фундаменты под колонны	м ³	790	8584	6781360
2	Монолитный железобетонный каркас	м ²	7679	1755	13476664
3	Наружные стены из керамзитобетонных блоков	м ²	3895	2259	8798805
4	Теплоизоляция наружных стен	м ²	3895	1930	7517350
5	Штукатурка наружных стен по теплоизоляции	м ²	3895	466	1877390
6	Теплоизоляция чердачного перекрытия и совмещенных покрытий	м ²	1236	482	595752
7	Цементная стяжка под рулонную кровлю совмещенных покрытий	м ²	573	139,4	79876
8	Рулонная кровля	м ²	1236	454	561144
Стоимость принятых в расчете конструктивных элементов					39688341

Определение сметной стоимости здания поликлиники в монолитном железобетонном каркасе: $C_{зд} = 39688341 / 0,7 \cdot 0,8 = 70\,872\,038$ руб.

Определение удельной сметной стоимости поликлиники на 850 посещений в смену: $C_{узд} = 70872038 / 850 = 83\,379$ руб./1 посещ.

Вывод: при сравнении двух вариантов второй вариант экономичнее на 107326-83379=23947 руб./1 посещ., что составляет 22,3 %.

2.2.3. Кирпичная конструктивная система

Основной объем здания выполнен в кирпичной конструктивной системе, кроме блока входного узла с каркасно-панельной конструкцией.

Таблица П.4.6

Стоимость кирпичной конструктивной системы варианта 3

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Объем	Стоимость единицы	Сумма руб./ед. изм.
1	Фундаменты из крупных бетонных блоков	м ³	594	7886	4684284
2	Наружные стены из силикатного кирпича	м ³	1430	6236	8917480
3	Теплоизоляция наружных стен	м ²	3895	1930	7517350
4	Штукатурка наружных стен	м ²	3895	466	1877390
5	Внутренние стены из керамического кирпича	м ²	2910	1438	4184580
6	Междуэтажные перекрытия и совмещенные покрытия	м ²	6869	1831	12577139
7	Кровельные ребристые плиты	м ²	6869	1831	12577139
8	Теплоизоляция чердачного перекрытия и совмещенных покрытий	м ²	1236	482	595752
9	Цементная стяжка на совмещенных покрытиях	м ²	573	139,4	79876
10	Рулонная кровля	м ²	1236	454	561144
11	Сборный железобетонный каркас входного узла		153	3751	573903
Стоимость принятых в расчете конструктивных элементов					42633232

В шестиэтажном корпусе кроме продольных стен для пространственной жесткости имеются поперечные внутренние стены: ось «2» между осями «Г» и «Д»; ось «3» между осями «Е» и «Ж»; ось «5» между осями «Г2» и «Ж»; ось «16» между осями «Г» и «Д» (см. планы этажей).

Блок входного узла выполнен в каркасно-панельных конструкциях. В двухэтажном блоке одна продольная стена по оси «9» и три поперечных стены по осям «И», «К», «Л».

В шестиэтажном и двухэтажном блоках наружные стены продольные и поперечные запроектированы кирпичными.

Сметная стоимость бескаркасных зданий определяется по формуле (4.3) методических указаний: $C_{зд} = C_{ок} / 0,62 \cdot 0,8$.

Если определена стоимость не всех шести конструктивных элементов, а только их часть, то в знаменатель формулы необходимо добавить сумму относительных удельных весов конструктивных элементов, принятых в расчете. В примере сумма удельных весов конструктивных элементов равна: наружные и внутренние стены 23,5 %; перекрытия 21 %; фундаменты 10%; крыша 7,5%.

Сумма удельных весов $235+0,21+0,10+0,75 = 0,62$ и сметная стоимость здания определяется по формуле: $C_{зд} = C_{ок} / 0,62 \cdot 0,62 \cdot 0,8$

Определение сметной стоимости здания поликлиники в кирпичной конструктивной системе: $C_{зд} = 42633232 / 0,62 \cdot 0,62 \cdot 0,8 = 137\,526\,555$ руб.

Определение удельной сметной стоимости поликлиники на 850 посещений в смену: $C_{удз} = 137526555 / 850 = 161796$ руб./1 посещ.

Сравнивается вариант 3 и вариант 1: $161796-107326=54470$ руб./1 посещ., что составляет 33,7 %.

Сравнивается вариант 3 и вариант 2: $161796-83379=78417$ руб./1 посещ., что составляет 48,5 %.

Вывод: при сравнении трех вариантов третий вариант самый дорогой.

2.2.4. Кирпично-панельная конструктивная система

Основной объем здания выполнен в кирпично-панельной конструктивной системе, кроме блока входного узла с каркасно-панельной конструкцией. В этой системе приняты поперечные кирпичные стены через 6 м, как в шестиэтажном, так и в двухэтажном блоке, а наружные стены панельные.

В шестиэтажном блоке стены кирпичные расположены с оси «2» по ось «15», где стоят колонны.

Определение сметной стоимости здания поликлиники в кирпично-панельной конструктивной системе (см. табл. 4.7):

Таблица П.4.7

Стоимость кирпично-панельной конструктивной системы варианта 4

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Объем	Стоимость единицы	Сумма руб./ед. изм.
1	Фундаменты из крупных бетонных блоков	м ³	424,56	7886	3348080
2	Торцевые наружные стены для 6-ти этажного и двухэтажного блоков	м ³	346,80	6236	2162644,8
3	Теплоизоляция торцевых кирпичных стен	м ²	680	1930	1312400
4	Штукатурка торцевых кирпичных стен	м ²	680	466	330480
5	Продольные наружные стены из трехслойных навесных панелей	м ²	3215	3681	11834415
6	Сборные железобетонные балки перемычки	м ²	35,64	18752	668321,28
7	Внутренние поперечные стены из керамического кирпича	м ²	1890	1438	2717820
8	Междуэтажные перекрытия и совмещенные покрытия	м ²	6869	1831	12577139
9	Кровельные ребристые плиты в 6-ти этажном блоке	м ²	810	1314	1064340
10	Теплоизоляция чердачного перекрытия и совмещенных покрытий	м ²	1232	482	593824
11	Цементная стяжка на совмещенных покрытиях	м ²	573	139,4	79876
12	Рулонная кровля	м ²	1232	454	559328
13	Сборный железобетонный каркас входного узла		153	3751	573903
Стоимость принятых в расчете конструктивных элементов					36523295

$$C_{зд}=36523295/0,62\cdot0,62\cdot0,8 = 117\,817\,081\text{руб.}$$

Определение удельной сметной стоимости поликлиники на 850 посещений в смену: $C_{узд} = 117817081 / 850 = 138\,608 \text{ руб./1 посещ.}$

Сравниваются показатели всех вариантов:

Вариант 1: $C_{узд}=107\,326 \text{ руб./1 посещ.}$

Вариант 2: $C_{узд}=83\,379 \text{ руб./1 посещ.}$

Вариант 3: $C_{узд}=161\,796 \text{ руб./1 посещ.}$

Вариант 4: $C_{узд}=138\,608 \text{ руб./1 посещ.}$

Вариант 1 и вариант 2: $107\,326-83\,379=23\,947 \text{ руб./1 посещ.}$, что составляет 22,3 %.

Вариант 3 и вариант 2: $161\,796-83\,379=78\,417 \text{ руб./1 посещ.}$, что составляет 48,5 %.

Вариант 4 и вариант 2: $138\,608-83\,379=55\,229 \text{ руб./1 посещ.}$, что составляет 39,8 %.

Вывод: при сравнении четырех вариантов второй вариант с монолитным железобетонным каркасом является самым экономичным.

2.3. Определение текущих затрат

Учитываются амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт также как при выборе объемно-планировочного решения в 2,7 % от сметной стоимости. Затраты на текущий ремонт принимаются также 0,5 % от сметной стоимости здания.

При выборе конструктивного решения наибольшее значение имеют затраты на отопление, для определения этих затрат необходимо знать сопротивление теплопередаче наружных стен, чердачного перекрытия и совмещенных покрытий.

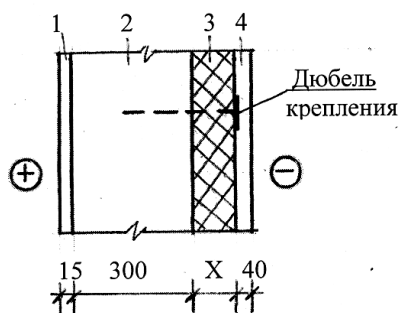
2.3.1. Теплотехнический расчет варианта 1

Для варианта 1 с каркасно-панельной конструктивной системой используются данные теплотехнических расчетов, выполненных на первом этапе, при выборе объемно-планировочного решения (рис. П.4.3-П.4.5):

- наружные стены $R_O=3,63 \text{ м}^2\cdot\text{C/Вт};$
- среднее сопротивление теплопередаче для наружных стен $R_{CP}=2,763 \text{ м}^2\cdot\text{C/Вт};$
- чердачное перекрытие $R_O=4,227 \text{ м}^2\cdot\text{C/Вт};$
- совмещенное покрытие $R_O=4,669 \text{ м}^2\cdot\text{C/Вт};$
- среднее значение сопротивления теплопередаче для чердачного перекрытия и совмещенного покрытия $R_{CP}=4,398 \text{ м}^2\cdot\text{C/Вт}.$

2.3.2. Теплотехнический расчет варианта 2

Для варианта 2 с монолитным железобетонным каркасом необходимо выполнить теплотехнический расчет наружной стены из керамзитобетонных блоков. Сечение стены приведено на рис. П.4.6.



1. Штукатурка известковым раствором
 $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=0,7 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
2. Керамзитобетон $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=0,41 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
3. Минераловатная плита $\rho=75 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,056 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
4. Штукатурка по металлической сетке цементно-песчаным раствором 40 мм, $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$

Рис. П.4.6. Сечение наружной стены из керамзитобетонных блоков

$$R_{\text{ТР}} = 0,00035 \cdot 4656,6 + 1,4 = 3,030 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Учитывается коэффициент теплотехнической однородности для стены $\gamma = 0,95$; $R_{\text{ТР}} = 3,030 / 0,95 = 3,189 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$

Толщина утеплителя будет равна

$$\delta_3 = [R_{\text{ТР}} - (1/\alpha_{\text{В}} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{\text{Н}})] \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = [3,189 - (1/8,7 + 0,015/0,7 + 0,3/0,41 + 0,04/0,76 + 1/23)] \cdot 0,056 = 0,124 \text{ м}$$

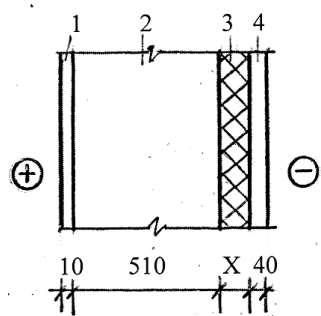
Округляем до 0,14 м, тогда толщина стены равна 495 мм.

Фактическое сопротивление теплопередаче наружной стены будет

$$R_0 = 0,963 + 0,14/0,056 = 3,463 > 3,189 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

2.3.3. Теплотехнический расчет варианта 3

Для варианта 3 с кирпичной конструктивной системой необходимо выполнить теплотехнический расчет наружной стены из силикатного кирпича. Сечение стены приведено на рис. П.4.7.



1. Штукатурка известковым раствором
 $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=0,7 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
2. Силикатный кирпич $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
3. Экструдированный пенополистирол
 $\rho=32 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$
4. Штукатурка по металлической сетке цементно-песчаным раствором $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}\cdot\text{с}$

Рис. П.4.7. Сечение наружной стены из силикатного кирпича

Требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены принимаем по предыдущим расчетам варианта 1 и варианта 2: $R_{\text{ТР}} = 0,00035 \cdot 4656,6 + 1,4 = 3,030 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Учитывается коэффициент теплотехнической однородности для стены $\gamma = 0,95$; $R_{\text{ТР}} = 3,030 / 0,95 = 3,189 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$

Толщина утеплителя будет равна

$$\delta_3 = [R_{TP} - (1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_H)] \cdot \lambda_3$$

$$\delta_3 = [3,189 - (1/8,7 + 0,015/0,7 + 0,51/0,76 + 0,04/0,76 + 1/23)] \cdot 0,03 = 0,068 \text{ м}$$

Округляем до 70 мм, тогда толщина стены равна 630 мм.

Фактическое сопротивление теплопередаче наружной стены будет

$$R_O = 0,903 + 0,07/0,03 = 3,236 > 3,189 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

2.3.4. Теплотехнический расчет варианта 4

Для варианта 4 с кирпично-панельной конструктивной системой используются данные теплотехнических расчетов, выполненных ранее.

Для наружных торцевых кирпичных стен приняты данные варианта 3: $R_O = 3,236 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Для наружных продольных панельных стен приняты данные варианта 1: $R_O = 3,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Для чердачного перекрытия принято значение: $R_O = 4,227 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$; для совмещенных покрытий $R_O = 4,669 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ и $R_{CP} = 4,398 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Определяется среднее сопротивление теплопередаче наружных кирпичных и панельных стен: $R_{CP.H.CT.} = R_K \cdot A_K + R_{ПАН} \cdot A_{ПАН} / A_K + A_{ПАН}$

$$R_{CP.H.CT.} = 3,326 \cdot 680,00 + 3,63 \cdot 3215 / 680 + 3215 = 3,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Расчеты удельных текущих затрат для четырех вариантов приведены в табл. 4.8-4.9. Сравниваются показатели четырех вариантов: вариант 1: 6 711,32 руб.; вариант 2: 6 069,32 руб.; вариант 3: 8 771,48 руб.; вариант 4: 7767,84 руб.

Таблица П.4.8

Расчеты текущих затрат варианта 1 и варианта 2

№п/п	Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	Амортизационные отчисления	$107326 \cdot 0,027 = 2897,8$	$83379 \cdot 0,027 = 2251,2$
2	Затраты на текущий ремонт	$107326 \cdot 0,005 = 536,63$	$83379 \cdot 0,005 = 416,89$
3	Затраты на отопление		
3.1	Среднее сопротивление теплопередачи наружной стены	$3,63 - 3,63 \cdot 0,28 + 0,534 \cdot 0,28 = 2,763$	$3,463 - 3,463 \cdot 0,28 + 0,534 \cdot 0,28 = 2,643$
3.2	Удельные затраты на отопление	$C_{OT} = [(11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300) / 10000 \cdot 850] / (3895/2,763 + 1232/4,398) = 3276,89$	$C_{OT} = [(11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300) / 10000 \cdot 850] / (3895/2,643 + 1232/4,398) = 3401,05$
		6 711,32 руб.	6 069,32 руб.

Таблица П.4.9

Расчеты текущих затрат варианта 3 и варианта 4

№п/п	Показатели	Вариант 3	Вариант 4
1	Амортизационные отчисления	$161796 \cdot 0,027 = 4368,49$	$138608 \cdot 0,027 = 3742,41$
2	Затраты на текущий ремонт	$161796 \cdot 0,005 = 808,98$	$138608 \cdot 0,005 = 693,04$
3	Затраты на отопление		
3.1	Среднее сопротивление теплопередачи наружной стены	$3,263 - 3,263 \cdot 0,28 + 0,534 \cdot 0,28 = 2,479$	$3,56 - 3,56 \cdot 0,28 + 0,534 \cdot 0,28 = 2,713$
3.2	Удельные затраты на отопление	$C_{OT} = [(11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300) / 10000 \cdot 850] / (3895/2,479 + 1232/4,398) = 3591,54$	$C_{OT} = [(11,8 \cdot (21 + 2,4) \cdot 199 \cdot 300) / 10000 \cdot 850] / (3895/2,713 + 1232/4,398) = 3329,68$
		8 771,48 руб.	7767,84 руб.

Вариант 1 и 2: $6\,711,32 - 6\,069,32 = 642$ руб., что составляет 9,5 %.

Вариант 3 и 2: $8\,771,48 - 6\,069,32 = 2\,702,16$ руб., что составляет 30,8 %.

Вариант 4 и 2: $7\,767,84 - 6\,069,32 = 1\,698,52$ руб., что составляет 21,8 %.

Вывод: при сравнении четырех вариантов по текущим затратам второй вариант с монолитным железобетонным каркасом является самым экономичным.

2.4. Определение приведенных затрат

Окончательная оценка проектов производится путем сопоставления приведенных затрат, включающих показатели стоимости строительства и текущих затрат, связанных с содержанием зданий в период их эксплуатации.

Приведенные затраты определяются по формуле 4.10 методических указаний: $P = C_{\text{узд}} + C_{\text{узд}} \cdot T$.

Вариант 1: $P_1 = 107\,326 + (6\,711,32 \cdot 8,33) = 163\,232,29$ руб./ 1 посещ.;

Вариант 2: $P_2 = 83\,379 + (6\,069,32 \cdot 8,33) = 133\,936,43$ руб./ 1 посещ.;

Вариант 3: $P_3 = 161\,796 + (8\,771,48 \cdot 8,33) = 234\,862,42$ руб./ 1 посещ.;

Вариант 4: $P_4 = 138\,608 + (7\,767,84 \cdot 8,33) = 203\,314,11$ руб./ 1 посещ.

Сравниваются показатели четырех вариантов:

Вариант 1 и вариант 2: $163\,232,29 - 133\,936,43 = 29\,295,86$ руб./ 1 посещ., что составляет 17,9 %.

Вариант 3 и вариант 2: $234\,862,42 - 133\,936,43 = 100\,925,99$ руб./ 1 посещ., что составляет 42,9 %.

Вариант 4 и вариант 2: $203\,314,11 - 133\,936,43 = 69\,377,68$ руб./ 1 посещ., что составляет 34,1 %.

Вывод: при сравнении четырех вариантов конструктивных систем по приведенным затратам второй вариант с монолитным железобетонным каркасом является самым экономичным. Анализ произведенных расчетов позволяет сделать вывод, что при разнице сметной стоимости по вариантам более 10 %, можно выбирать более экономичный вариант только по сметной стоимости зданий без расчета текущих и приведенных затрат.

Вентиляционная характеристика зданий

Назначение зданий	Внутренняя Температура, °С	Строительный объем здания, тыс. м ³	Тепловая характеристика, Вт/м ² ·°С	Назначение зданий	Внутренняя Температура, °С	Строительный объем здания, тыс. м ³	Тепловая характеристика, Вт/м ² ·°С
Клубы	16	До 5 10 10	0,29 0,57 0,23	Гаражи	12	До 5 10	0,82 0,76
Кинотеатры	16	До 5 10 10	0,50 0,45 0,44	Чугунолитей- ные цехи	12	До 10	1,29
Театры	16	До 5 15 20	0,48 0,47 0,44	Чугунолитей- ные цехи	-	50 100 150	1,17 1,05 0,94
Детские са- ды, ясли	20	До 5 5	0,13 0,12	Сталелитей- ные цехи	-	10 50 100 150	1,11 0,99 0,88 0,82
Школы	20	До 5 10 10	0,11 0,09 0,08	Меднолитей- ные цехи	-	5 10 20 30 До 10	2,93 2,34 1,76 1,40 0,82
Высшие учебные за- ведения	16	До 15 20 20	0,11 0,09 0,08	Кузнечные цехи	-	10 50 100 5	0,70 0,59 0,35 0,47
Больницы	20	До 5 10 15 15	0,23 0,33 0,30 0,29	Механосбо- рочные цехи	-	10 50 100 До 5	0,29 0,18 0,14 0,70
Бани	27	До 5 10 10	1,17 1,11 1,05	Деревообде- лочные цехи	-	5 10 50	0,59 0,53 0,47
Прачечные	18	До 5 10 10	1,05 0,91 0,88	Цехи метал- локонструк- ций	-	100 150 До 2	0,53 0,41 5,85
Фабрики- кухни, столо- вые	16	До 5 10 10	0,82 0,76 0,70	Цехи покры- тий металли- ми	-	5 10 5	4,68 3,51 0,23
Лаборатории	16	До 5 10 10	1,17 1,11 1,05	Ремонтные цехи	-	10 20	0,18 0,12

Оглавление

1.	Общие сведения о вариантном проектировании зданий	3
2.	Объемно-планировочные показатели	4
2.1.	Показатели по проектам промышленных зданий	4
2.2.	Показатели по проектам жилых зданий	5
2.3.	Показатели по проектам общественных зданий	5
3.	Показатели, характеризующие конструктивное решение	7
4.	Стоимостные показатели	8
4.1.	Единовременные затраты	8
4.2.	Текущие (эксплуатационные) затраты	10
4.3.	Приведенные затраты	12
5.	Последовательность проведения технико-экономической оценки	13
5.1.	Оценка вариантов проектных решений, имеющих различие в объемно- планировочных решениях	14
5.2.	Оценка вариантов проектных решений, имеющих различие в конст- руктивной характеристике	14
	Библиографический список	15
	Приложение 1	16
	Приложение 2	17
	Приложение 3	20
	Приложение 4	23
	Приложение 5	38

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Методические указания

*к выполнению курсовой работы для магистрантов направления 08.04.01
«Строительство» по программам: «Повышение энергоэффективности
проектируемых зданий», «Проектирование гражданских зданий с применением
современных конструктивных и энергосберегающих решений»,
«Проектирование зданий и сооружений для особых условий строительства»,
«Проектирование зданий и сооружений (на английском языке)
всех формы обучения.*

Составители: **Семенова Эльвира Евгеньевна**
Войтенок Ирина Андреевна
Богатова Татьяна Васильевна

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 19. 11. 2020 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Уч.-изд. л. 2,5. Усл. печ. л. 2,3. Тираж 57 экз. Заказ № _97.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ

394026 Воронеж, Московский проспект, 14