

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**24/18/1**

**Одобрено кафедрой  
«Здания и сооружения  
на транспорте»**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Методические указания по выбору вариантов инженерных решений  
в дипломных проектах на основе квалиметрии**

**для студентов VI курса  
специальности**

**270102 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
(ПГС)**



**Москва – 2008**

С о с т а в и т е л и : канд. техн. наук, проф. Б.В. Зайцев,  
д-р техн. наук Г.Г. Азгальдов,  
доц. М.П. Гольшкова,  
инженер С.М. Шавалеева

Р е ц е н з е н т — д-р техн. наук, проф. В.А. Фисун

В данных указаниях для дипломного проектирования излагается методика оценки качества инженерных решений в области строительства: архитектурные, объемно-планировочные, конструктивные и организационно-технологические.

Для этого используется научное направление, которое получило название — *квалиметрия*.

Методы квалиметрии достаточно универсальны и могут использоваться в разных областях, в том числе и для оценки качества путевых машин, подвижного состава железных дорог, средств электрификации и автоматизации и др.

Материал «Указаний» предназначен для студентов-дипломников специальностей ПГС и МТ.

Они могут быть полезны в дипломном проектировании для студентов специальности ВК и С.

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе дипломного проектирования студенты разрабатывают и анализируют различные варианты инженерно-технических решений зданий и сооружений: архитектурные, объемно-планировочные, конструктивные и решения по технологии и организации строительства.

Обычно выбор того или иного варианта производится на основе подсчета технико-экономических показателей в качественных исчислениях. Эти показатели не всегда в полной мере отражают качество того или иного варианта.

Для более полной оценки рассматриваемых вариантов целесообразно использовать научное направление — *квалиметрия*. Методы квалиметрии позволяют обеспечить более объективную, комплексную, количественную оценку качества строительной продукции, т.е. проектируемых зданий и сооружений, способов их возведения.

Квалиметрия — сравнительно молодое научное направление и новое понятие. Была обоснована в 1968 году группой советских ученых и с тех пор получает все большее признание у нас в стране и за рубежом.

Слово «*квалиметрия*» образовано от двух греческих слов: «*квали*» — качество и «*метрио*» — измерение, т.е. измерение качества продукции.

Наука квалиметрия имеет как более точные методы, так и менее точные, упрощенные. Учитывая, что речь идет об оценке вариантов при дипломном проектировании, с его ограниченным лимитом времени, в данных методических указаниях будет

использован самый простой, не трудоемкий метод. Но даже эта пониженная точность является приемлемой для дипломного проектирования.

Как известно, любой проект (техническое решение) характеризуется совокупностью каких-то свойств: экономических, функциональных, производственных и др. Эта совокупность определяет собой качество проектного решения.

В ходе дипломного проектирования возникают задачи: из нескольких допустимых, т.е. удовлетворяющих всем требованиям СНиП, ГОСТ и задания на дипломный проект, вариантов проектного решения выбрать лучший и дать обоснование этого выбора методами квалиметрии, в данном случае упрощенным методом.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА

1. В соответствии с правилами квалиметрии, качество проекта определяется совокупностью отдельных свойств, которые характеризуют пригодность проекта для его использования по назначению. Эта совокупность может быть представлена в виде иерархической (многоуровневой) структуры — так называемого дерева свойств. На схеме рис. 1 для удобства дерево свойств представлено не в вертикальном, а в горизонтальном положении.

На нижнем нулевом уровне рассмотрения свойств этой структуры находится самое общее, наиболее комплексное свойство — интегральное качество. На первом уровне интегральное качество может быть расчленено на два менее общих свойства: экономичность и качество, которые в свою очередь, расчленяются на какое-то количество еще менее общих свойств.

В отличие от свойств второго уровня, которыми определяется эффективность практически любого строительного проекта, набор свойств третьего уровня уже будет в значительной степени зависеть от типа проектируемого объекта. В связи с этим на схеме рис. 1 наименования свойств, начиная с третьего уровня, не приводятся.

Расчленение свойств после третьего уровня продолжается и на всех последующих уровнях, вплоть до последнего  $m$  уровня, на котором находятся простые (т.е. нерасчленяемые на другие) свойства. Таким образом, в дереве свойств свойства других уровней, кроме последнего (самого высокого), являются комплексными, обобщенными, причем степень обобщенности понижается по мере подъема от ствола дерева (качества в целом) к его ветвям. Свойства самого высокого уровня (самые крайние ветви) уже не являются обобщенными и, как говорилось, представляют собой простые (неразложимые) свойства.

Совокупность свойств, на которые делится комплексное свойство на соседнем вышележащем уровне, называется группой свойств. Например, группой свойств являются функциональность и эстетичность (см. второй уровень схемы на рис. 1). Таким образом, дерево свойств состоит из отдельных групп свойств.



Рис. 1. Схема дерева свойств

В данном учебном пособии дерево свойств для наглядности изображено в виде схемы в графовой форме. При выполнении дипломного проекта целесообразно дерево свойств изображать в конечном виде (на листе сравнения вариантов) в табличной форме. Преобразование графовой формы дерева свойств в табличную смотри на примере рис. 1 и табл. 1.

2. Каждое свойство, находящееся на любом уровне дерева свойств, может иметь какую-то абсолютную количественную меру, выраженную в соответствующих единицах измерения: например, высота помещения  $P_1 = 3,3$  м; площадь застройки  $P_2 = 1000$  м<sup>2</sup>; годовые эксплуатационные затраты  $P_3 = 15$  тыс. руб.; естественная освещенность  $P_4 = 0,30$  и т.д.

Абсолютные показатели  $P_j$  сами по себе еще не определяют уровня качества проекта. Для того чтобы определить, насколько хорош тот или иной показатель, его необходимо сравнить с дру-

Таблица 1

Уровни рассмотрения свойств					
0	1	2	3	<i>i</i>	<i>m</i>
Интегральное качество проекта	Качество	Функциональность			
		Эстетичность			
	Экономичность	Экономичность строительства			
		Экономичность эксплуатации			

гим показателем, который является эталонным и устанавливается нормами или другими уровнями. Поэтому вместо абсолютных показателей  $P_j$  в квалиметрии используют относительные показатели  $K_j$ , которые отражают степень приближения свойств объекта к эталонным.

Относительные показатели  $K_j$  иногда называют также оценками свойств. Относительные показатели (оценки)  $K_j$ , в отличие от абсолютных показателей  $P_j$ , выражаются в одних и тех же безразмерных единицах измерения.

Переход от абсолютных показателей  $P_j$  к относительным показателям  $K_j$  осуществляется по формулам:

$$K_j = \frac{P_j}{P_j^{\text{эт}}} \quad \text{при} \quad P_j \leq P_j^{\text{эт}},$$

$$K_j = \frac{P_j^{\text{эт}}}{P_j} \quad \text{при} \quad P_j \geq P_j^{\text{эт}},$$

где  $P_j^{\text{эт}}$  — эталонное значение абсолютного показателя  $j$  свойства, определяемое по единому правилу для всех свойств всех уровней дерева свойств.

Абсолютные показатели для каждого свойства могут иметь числовые значения  $P_j$ , изменяющиеся в очень широких и различных для каждого свойства пределах.

Относительные показатели (оценки) каждого свойства  $K_j$  изменяются в одинаковых для каждого свойства пределах:

$$0 \leq K_j \leq 1.$$

Например, абсолютные показатели длины транспортных коммуникаций в вариантах составляют  $P^1 = 5000$  п.м,  $P^2 = 9000$  п.м. Предел изменения этого показателя 4000 п.м. Если при этом эталонный показатель равен  $P^{эт} = 4500$  п.м, то относительные показатели равны

$$K^1 = \frac{4500}{5000} = 0,9; \quad K^2 = \frac{4500}{9000} = 0,5;$$
$$0 < 0,9 < 1, \quad 0 < 0,5 < 1.$$

3. Наряду с относительными показателями  $K_j$  в квалиметрии используют еще один показатель, характеризующий  $j$ -е свойство, относительную в сравнении с другими свойствами значимость, выражаемую коэффициентом весомости  $M_j$ . Обычно применяются для всех свойств любого уровня условия:

$$\sum_{j=1}^n M_j = 1 \quad \text{и} \quad 0 \leq M_j \leq 1.$$

Например, на схеме дерева свойств (рис. 1) качество проектного решения (первый уровень) определяется на втором уровне функциональностью и эстетичностью. Для удобства присвоим этим свойствам соответственно номера 1 и 2. Предположим, что для проекта какого-то конкретного типа здания (например, гостиницы) были одним из возможных способов определены значения коэффициентов весомости:  $M_1 = 0,66$ ;  $M_2 = 0,34$ . Разумеется, при этом выполняется условие о равенстве 1,00 суммы коэффициентов весомостей свойств в пределах одного уровня:

$$\sum_{j=1}^n M_j = 0,66 + 0,34 = 1,00.$$

4. Общая комплексная оценка качества проекта (т.е. оценка самого общего, находящегося на нулевом уровне свойства) определяется как средняя взвешенная арифметическая величина из оценок отдельных свойств

$$K^0 = \sum_{j=1}^n K_j M_j.$$

Таким образом, комплексная количественная оценка качества проекта  $K^0$  заключена в интервале  $0 \leq K^0 \leq 1$ .

Перечисленные выше принципы квалиметрии позволяют сформулировать общий алгоритм квалиметрической оценки варианта при дипломном проектировании.

## **2. АЛГОРИТМ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТА**

- 1-й этап — построение дерева свойств;
- 2-й этап — определение абсолютных показателей;
- 3-й этап — определение коэффициентов весомости;
- 4-й этап — определение эталонных значений абсолютных показателей;
- 5-й этап — определение относительных показателей;
- 6-й этап — вычисление комплексной оценки качества проектного варианта.

Оценка вариантов проектных решений и выбор лучшего варианта могут оказаться необходимыми на различных стадиях дипломного проектирования: при разработке объемно-планировочного решения, при сравнении вариантов конструктивно-го решения отдельных частей здания (например, покрытия).

### **1-й этап — ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СВОЙСТВ**

Прежде всего необходимо отметить, что из 6-ти этапов алгоритма этот этап наиболее ответственный. Если этапы со 2-го по 6-й являются простыми и сравнительно легко могут быть запрограммированы для реализации на ЭВМ, то 1-й этап не может выполняться без участия человека. Кроме того, конечный

результат — комплексная оценка качества проектного решения  $K^0$ , — в сильной степени зависит от правильности составления дерева свойств. Поэтому разработка дерева свойств должна производиться с максимальной тщательностью. При этом необходимо соблюдать основные принципы построения дерева свойств, которые поясняются ниже.

**1-й принцип.** На схеме рис.1 показано, что свойства последнего  $m$  уровня являются так называемыми простыми свойствами, т.е. не разложенными на другие.

Например, на схеме рис. 2, где приведен фрагмент дерева свойств, длина и ширина здания являются простыми свойствами. Они не могут быть расчленены на какие-то другие, еще менее общие свойства. Значения  $P_j$  для каждого из этих свойств могут быть легко определены по проекту путем обычных физических измерений.

Уровень рассмотрения свойств	
$(m - 1)$	$m$
Комплексное свойство	Простые свойства
Площадь застройки	Длина здания
	Ширина здания

Рис. 2

Величина  $P_j$  может быть определена аналитическим способом не только для простых свойств, но и для некоторых комплексных свойств, находящихся на гораздо более низких уровнях иерархии.

Например, на схеме рис. 3 изображен фрагмент дерева свойств, отражающий структуру такого комплексного свойства, как экономичность. Как видно из рис. 3, экономичность (комплексное свойство 1-го уровня) определяется 13 простыми свойствами 4-го уровня. Зная, значения абсолютных показателей  $P_j$  всех 13 простых свойств, можно, не прибегая к использованию метода квалиметрии, определить абсолютный показатель  $P_j$  для свойства экономичности.

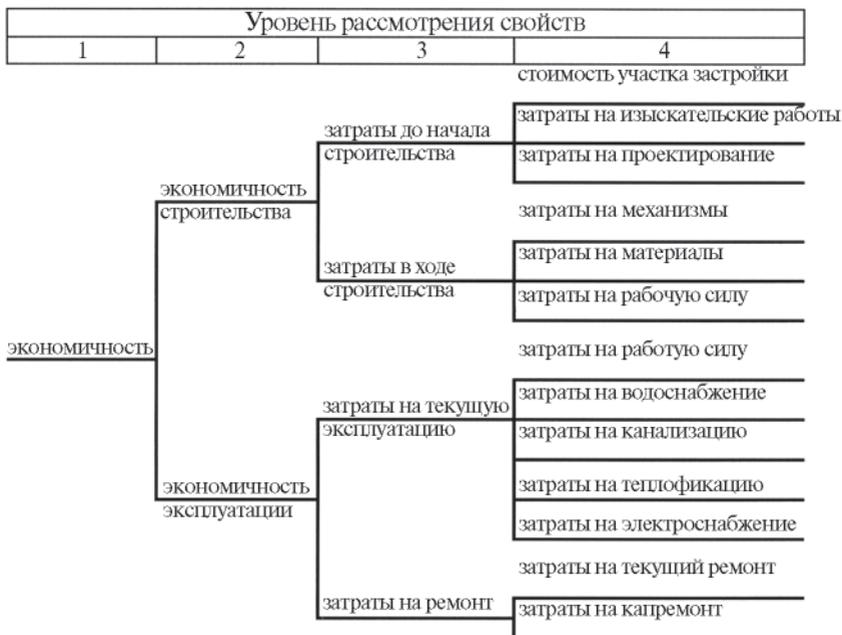


Рис. 3

Очевидно, что для тех комплексных свойств, абсолютный показатель  $P_j$ , который может быть определен не только методом квалиметрии, но и с помощью какого-то аналитического выражения (показывающего зависимость показателя этого свойства от показателей соответствующих простых свойств), при построении дерева нет необходимости показывать их разветвления на менее общие свойства. Таким образом, комплексные свойства подобного типа в какой-то степени сходны с простыми свойствами. Сходство заключается в том, что для тех и других свойств абсолютный показатель  $P_j$  может быть определен не квалиметрическим способом, а непосредственным измерением или расчетом. Назовем такие свойства **квазипростыми**.

Все сказанное выше позволяет сформулировать принцип **деления простых свойств**: каждое комплексное свойство нужно расчленять на другие, менее общие свойства до тех пор, пока

ветви дерева не окажутся либо простыми свойствами (которые уже нельзя расчленять), либо квазипростыми (которые уже не нужно расчленять).

**2-й принцип.** Дерево свойств представляет собой разновидность классификации и поэтому должно подчиняться всем правилам ее построения. Одним из главных правил классификации является принцип деления по равному основанию. Суть его заключается в том, что при делении какого-то комплексного свойства на группу других, менее общих свойств, признак, по которому производится деление (классификационный признак), должен быть одним для данной группы.

К сожалению этот принцип при практическом построении дерева свойств часто нарушается. Приведем пример, взятый из практики построения дерева свойств проекта. На схеме, изображенной на рис. 4 представлена группа свойств, при построении которой нарушен принцип деления по равному основанию.

$K$	$(K+1)$
Функциональность (удобство) кухни-столовой	удобство для персонала
	микроклимат обеденного зала
	высота вестибюля

Рис. 4

В первом случае (удобство для персонала) признак деления — категория людей, находящихся в кухне-столовой. Во втором случае (микроклимат обеденного зала) признак деления — факторы, влияющие на удобство пребывания в обеденном зале. В третьем случае (высота вестибюля) признак деления — факторы, определяющие размеры вестибюля.

Правильная классификация с соблюдением принципа деления по равному основанию показана на рис. 5 (для упрощения на схеме рис. 5 не показано деление на более простые свойства

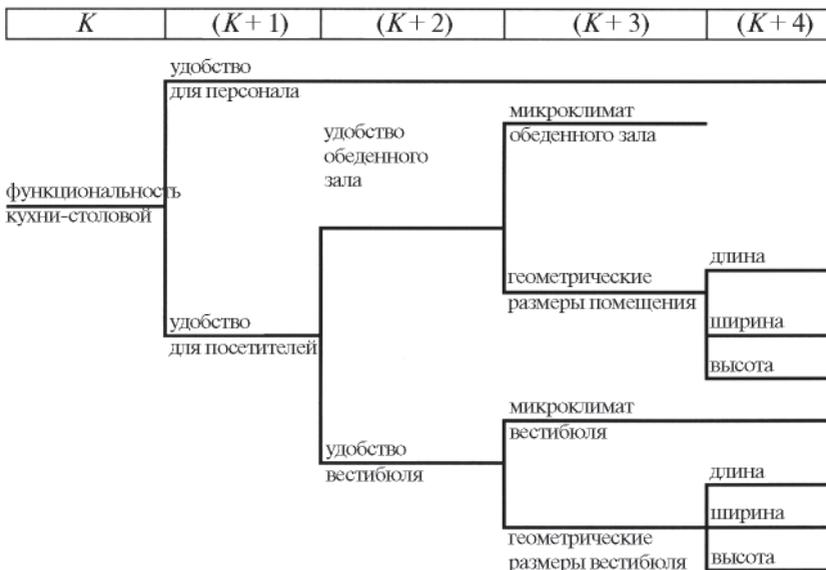


Рис. 5

некоторых комплексных свойств: удобство для персонала, микроклимат обеденного зала, микроклимат вестибюля). В классификации, показанной на схеме рис. 5, внутри каждой группы свойств использовался только один признак деления.

Итак, сформулируем принцип **деления по равному основанию**: в пределах каждой отдельной группы должен быть один признак деления.

**3-й принцип.** При делении любого комплексного свойства требуется соблюдать правило: количество в группе должно удовлетворять требованиям необходимости и достаточности.

Требование достаточности означает, что в группе должны быть представлены все те же свойства, которыми определяется соответствующее нижележащее свойство.

Например, из схемы, показанной на схеме рис. 6, видно, что требование достаточности здесь не выполняется — для определения свойства «геометрические размеры помещения» двух свойств (ширины и длины) еще недостаточно.

$K$	$(K + 1)$
Геометрические размеры помещения	Длина
	Ширина

Рис. 6

Очевидно, для соблюдения требования достаточности состав группы должен быть дополнен, например, как показано на схеме рис. 7.

геометрические размеры помещения	длина
	ширина
	высота
	площадь

Рис. 7

Свойства  $(K + 1)$  уровня на схеме рис. 7 удовлетворяют требованиям достаточности. Действительно, для того чтобы судить о геометрических размерах помещения, достаточно показателей

длины, ширины, высоты и площади. Но группа этих свойств, удовлетворяющая требованиям достаточности, вместе с тем не удовлетворяет требованию необходимости.

Требование необходимости означает, что в группу должны включаться только те свойства, которые необходимы для определения соответствующего нижележащего более общего свойства. Все остальные, не являющиеся необходимыми, свойства из группы должны исключаться. Из схемы на рис. 7 видно, что требование необходимости не обеспечено. В самом деле, если известны ширина и длина, то площадь помещения уже не является необходимым свойством, по которому можно судить о геометрических размерах помещения. Очевидно, что более правильная схема дана на рис. 8.

$K$	$(K + 1)$
геометрические размеры помещения	длина
	ширина
	высота

Рис. 8

Изображенная здесь группа свойств одновременно удовлетворяет требованиям достаточности и необходимости, так как показатели длины, ширины и высоты вполне достаточно для того, чтобы судить о геометрических размерах помещения, в то же время каждый из этих показателей необходим для установления размеров помещения.

Таким образом, сформулируем принцип **число свойств — необходимое и достаточное**: каждое комплексное свойство должно быть расчленено на ближайшем вышележащем уровне на такие свойства, характер и число которых в группе удовлетворяют соответственно требованиям достаточности и необходимости.

Из этого принципа вытекает еще один, хотя и подчиненный, но имеющий практическое значение принцип. Заключается он в том, что в пределах группы не должны быть одновременно представлены разные по уровню обобщенности свойства, т.е. свойства, входящие одно в другое (родовые и видовые свойства). Например, из схемы на рис. 7 видно, что свойства «длина» и «ширина» являются видовыми по отношению к родовому свойству «площадь», в связи с чем одновременное их присутствие в группе неправомерно.

Нарушение этого принципа фактически является также нарушением принципа необходимости. Однако, поскольку применение этого принципа облегчает на практике проверку правильности построения дерева свойств, целесообразно выделить его в отдельный (но подчиненный предыдущему, 3-му принципу).

**3-й «а» принцип построения дерева свойств — единая степень обобщенности свойств:** в пределах группы не могут одновременно находиться родовые и видовые свойства.

**4-й принцип.** Как уже отмечалось, дерево свойств является разновидностью классификации. Но, в отличие от обычной классификации, при построении дерева свойств нужно также учитывать, что деление какого-то свойства на группу свойств должно производиться так, чтобы свойства, входящие в группу, отражали потребности людей, которые будут использовать оцениваемое сооружение.

Поэтому было бы неправильно представлять дерево свойств так, как это, например, показано на схеме рис. 9.

Группа свойств, показанная на схеме рис. 9, удовлетворяет всем изложенным выше принципам построения дерева свойств. Действительно, никаких других элементов, от которых зависит качество номера в гостинице, не существует.

Однако с точки зрения потребителя — человека, живущего в номере, важно не качество стены, выраженное через ее конструктивные особенности (стены панельные, блочные, кирпичные и т.д.), а тот функциональный эффект, который стены разной конструкции могут обеспечить: определенные параметры микроклимата, эстетические и акустические свойства. Кроме

$K$	$(K + 1)$
качество номера в гостинице	качество стен
	качество перекрытий
	качество столярных изделий
	качество инженерного оборудования

Рис. 9

того, очень важным является показатель, характеризующий габариты помещения, который вообще отсутствует в явном виде в группе свойств, приведенных на схеме рис.9. То же относится и к остальным свойствам, изображенным на схеме: перекрытия, столярные изделия и инженерное оборудование.

Поэтому в основу деления более правильно положить функционально-потребительский подход, т.е. такой подход, когда в группу свойств включаются свойства, отражающие потребности человека. Исходя из этих позиций, вместо схемы, изображенной на рис. 9, предложим следующую схему (рис. 10).

$K$	$(K + 1)$	$(K + 2)$
качество номера в гостинице	габариты помещений	площадь помещений высота помещений
	микроклимат помещений	температурный режим влажностный режим акустический режим световой режим
	качество отделки помещений	столярный изделия полы стены инженерное оборудование

Рис. 10

Таким образом, сформулируем принцип **функционально-потребительского подхода при построении дерева свойств**: свойства, входящие в группу свойств, должны обеспечивать удовлетворение определенных потребителей.

**5-й принцип.** Как это будет показано в дальнейшем, дерево свойств используется при определении коэффициентов весомости  $M_j$ . На практике коэффициенты весомости очень часто определяются экспертным методом. Этот метод принят и в данном учебном пособии. Психофизиологические возможности человека таковы, что ему трудно одновременно сопоставлять больше 7 различных свойств, характеризующих какой-то объект. Таким образом, число свойств в группе должно быть ограничено, в противном случае точность экспертной оценки резко уменьшается. Но 7 свойств в группе — это верхний предел. При разработке дерева свойств следует иметь в виду, что чем меньше свойств в группе, тем легче работать эксперту и тем точнее выносимое им суждение. В каждой группе желательно было бы иметь 2 свойства — точность оценки эксперта при этом будет максимально высокой.

С этой точки зрения, фрагмент дерева свойств, изображенный на схеме рис.8, целесообразно изменить так, чтобы обеспечить нахождение в каждой группе не более 2 свойств. Характер вносимых с этой целью корректировок легко понять из схемы на рис. 11.

Итак, сформулируем принцип **минимум свойств в группе**: количество уровней в дереве свойств должно быть таким, чтобы в каждой группе находилось минимальное количество свойств (желательно 2 свойства).

**6-й принцип.** При построении дерева свойств нужно стремиться к тому, чтобы при данной степени его детализация об-

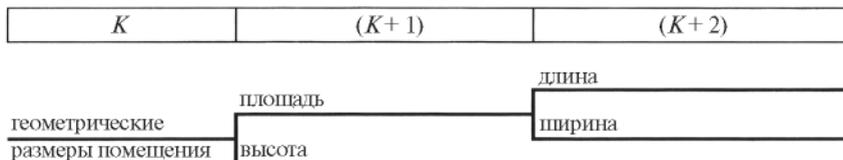


Рис. 11

шее количество входящих в него свойств было минимально. Это очевидно, так как при минимуме свойств облегчаются все последующие вычислительные операции.

Для достижения минимума свойств необходимо придерживаться правила, поясняемого ниже. Пусть оценка удобства торгового зала рынка зависит от периода года и категории находящихся в нем людей. С учетом описанных ранее принципов построения дерева свойств могут быть построены два разных дерева, каждое из которых обеспечивает одинаковую степень детализации (см. схемы на рис. 12, 13).

Нетрудно заметить, что количество свойств в дереве на схеме рис. 13 больше, чем на рис. 12. Таким образом, дерево свойств на схеме на рис. 12 более предпочтительно. Итак, в ситуациях, когда какое-то свойство при построении дерева можно разделить на группу свойств по нескольким признакам (в приведен-

	$K$	$(K + 1)$	$(K + 2)$
удобство торгового зала рынка		теплый период года	удобство для покупателей
			удобство для продавцов
		холодный период года	удобство для вспомогательного персонала
			удобство для покупателей
			удобство для продавцов
			удобство для вспомогательного персонала

Рис. 12

	$K$	$(K + 1)$	$(K + 2)$
удобство торгового зала рынка		удобство для покупателей	теплый период года
			холодный период года
		удобство для продавцов	теплый период года
			холодный период года
		удобство для вспомога тельного персонала	теплый период года
			холодный период года

Рис. 13

ном примере — по признаку времени года или по признаку категории людей, использующих сооружение) и отсутствуют какие-то логические соображения по поводу того, какой из признаков деления нужно использовать в первую очередь, необходимо сначала использовать тот признак деления, у которого имеется меньше градаций. Например, признак деления — время года — имеет в данном случае только 2 градации (теплый и холодный период), в то время как признак — категория людей, использующий торговый зал рынка, имеет 3 градации (продавцы, покупатели и вспомогательный персонал). Этим и объясняется предпочтительность дерева свойств на схеме рис. 12.

Таким образом, сформулируем принцип **первоочередности признаков с меньшим числом градаций**: если деление на группу может быть проведено по нескольким классификационным признакам и отсутствуют очевидные соображения по поводу того, какой признак должен быть использован в первую очередь, нужно применять тот признак, у которого, по сравнению с остальными, имеется меньшее число градаций.

**7-й принцип.** Как уже отмечалось, в соответствии с 1-м принципом, дерево свойств должно разветвляться до тех пор, пока во всех группах не останутся только простые или квазипростые свойства. Количество уровней рассмотрения, которое будет необходимо включить в дерево свойств, может сильно отличаться для разных комплексных свойств.

Например, свойство «экономичность» может быть квазипростым уже на 1-м уровне. Для расчленения до простых свойств свойство «функциональность» требует гораздо больше уровней (для сложных объектов — 10–15). В этих же целях для свойства «эстетичность» может оказаться достаточным 5–6 уровней.

Для удобства последующих вычислений при построении дерева свойств поступают следующим образом: строят дерево свойств в соответствии с изложенными выше принципами. Затем определяют самый высокий уровень, на котором оказалась группа каких-то простых свойств, и до этого уровня вытягивают линии (ветви) всех остальных простых и квазипростых свойств, которые оказались на других, более низких уровнях (см. рис. 11).

Простые свойства «длина» и «ширина» здесь находятся на  $(K + 2)$  уровне, а простое свойство «высота» — на  $(K + 1)$  уровне. В соответствии с изложенным, в окончательном виде дерева свойств линия простого свойства «высота» тоже выводится вправо до крайнего  $(K + 2)$  уровня. Для некоторых свойств линии придется продлить вправо не на один, а на несколько уровней.

В соответствии с изложенным, сформулируем принцип **приведения к последнему уровню**: группы всех простых и квазипростых свойств должны быть продолжены до одного и того же самого высокого уровня.

**8-й принцип.** При соблюдении вышеизложенных принципов будет получено дерево свойств, с помощью которого можно достаточно полно и точно оценить качество соответствующего объекта.

Однако опыт показывает, что даже для сравнительно несложных зданий на последнем самом высоком уровне дерева свойств оказывается расположенным несколько сот простых и квазипростых свойств. В условиях ограниченного времени, отведенного на дипломный проект, подсчет комплексной оценки качества вариантов с таким количеством свойств был бы трудоемкой операцией.

Поэтому в рамках дипломного проектирования вполне допустимо прибегнуть к приему, резко сокращающему количество представленных в дереве свойств. Суть этого приема заключается в том, что из дерева свойств исключаются все те свойства, которые в одинаковой степени выражены в сравниваемых вариантах. Например, если сравниваются несколько вариантов проектов жилого дома и в каждом из них высота помещений является одной и той же (например, равна 2,7 м), свойство «высота помещений» может быть исключено из дерева свойств. Кроме того, из дерева свойств можно исключить и все те свойства, по поводу которых в ходе дипломного проектирования трудно получить необходимые значения абсолютных или относительных показателей  $P_{ij}$  и  $K_j$  по сравниваемым вариантам. Например, на стадии сравнения объемно-планировочного решения здания еще трудно получить достаточно обоснованные данные

по величине эксплуатационных затрат. Чтобы получить данные по эксплуатационным затратам на внутренний водопровод и теплоснабжение, нужно иметь проект соответствующих внутренних сетей, который на такой стадии проектирования отсутствует. Поэтому, свойство «эксплуатационные затраты на водоснабжение» можно исключить из дерева свойств. Для свойства «эксплуатационные затраты на отопление здания» абсолютные показатели для сравниваемых вариантов  $P_j$  можно определить пропорционально теплопотерям, т.е. в первом приближении — пропорционально суммарной площади наружных ограждений. Таким образом, в дереве свойств «эксплуатационные затраты на отопление» будут выражены через свойство «суммарная площадь ограждающих конструкций».

Операция по исключению из дерева свойств тех свойств, которые являются одинаковыми в сравниваемых вариантах, может производиться двумя способами.

**1-й способ.** Составляется полное дерево свойств. Затем в соответствии с последним из изложенных принципов, из дерева исключаются все неучитываемые свойства и из оставшихся свойств составляется новое дерево свойств. Данный способ является сравнительно трудоемким, так как дерево свойств фактически составляется два раза, но обеспечивает правильность построения дерева.

**2-й способ.** Суть способа заключается в том, что дерево свойств строится в один прием и при его построении учитываются требования всех рассмотренных выше принципов. Этот способ менее трудоемкий, чем предыдущий, но он требует наличия определенных навыков по разработке дерева свойств. Его можно рекомендовать только тем дипломникам, которым ранее уже приходилось заниматься квалиметрической оценкой проектов.

## 2-й этап — ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Как уже отмечалось, абсолютные показатели  $P_{ij}$  определяются по каждому  $i$ -му варианту, для каждого  $j$ -го простого или квазипростого свойства. При этом для квазипростых свойств  $P_{ij}$  определяется вычислением в соответствии с имеющимися

формулами (например, для экономичности, естественной освещенности и т.д.).

Что касается простых свойств, то абсолютный показатель  $P_{ij}$  для них определяется по-разному, в зависимости от существующей ситуации. Если простое свойство поддается методам физических измерений, то его абсолютный показатель  $P_{ij}$  может быть без труда получен при рассмотрении каждого варианта проекта. К таким свойствам относятся, например, параметры, характеризующие геометрические размеры сооружения или его отдельных частей. Показатели  $P_{ij}$  в этом случае выражаются в каких-то физических единицах измерения (м, кг, сек и т.д.), однако не все простые свойства поддаются методам физических измерений. Например, к таким свойствам могут быть отнесены эстетические качества интерьеров здания.

В этой ситуации для определения абсолютных показателей  $P_{ij}$  может быть использован экспертный метод. Суть его (применительно к данной задаче) заключается в последовательном выполнении следующих операций.

**1-я операция.** Дипломник (совместно со своим руководителем) формирует экспертную группу в количестве 5–7 человек. В ее состав, кроме руководителя и самого дипломника, могут быть включены преподаватели кафедры, а также другие дипломники. В составе экспертной группы должен быть ведущий, который руководит экспертным опросом. Целесообразно, чтобы ведущий был сам дипломник или его руководитель.

**2-я операция.** Дипломник на дереве свойств последовательно нумерует все простые и комплексные свойства в порядке, указанном на схеме рис. 14.

Затем на дереве свойств выявляются те простые свойства, которые не могут быть измерены физическими методами и должны быть оценены экспертным методом. Номера этих свойств в числовой последовательности заносятся в графу 1 анкеты (см. 3 операцию).

**3-я операция.** Дипломник раздает всем членам экспертной группы заранее заготовленные им анкеты. Форма анкеты (для случая, когда сравниваются три варианта проектного решения) приведена в табл. 2. Дополнительно дипломником должна быть

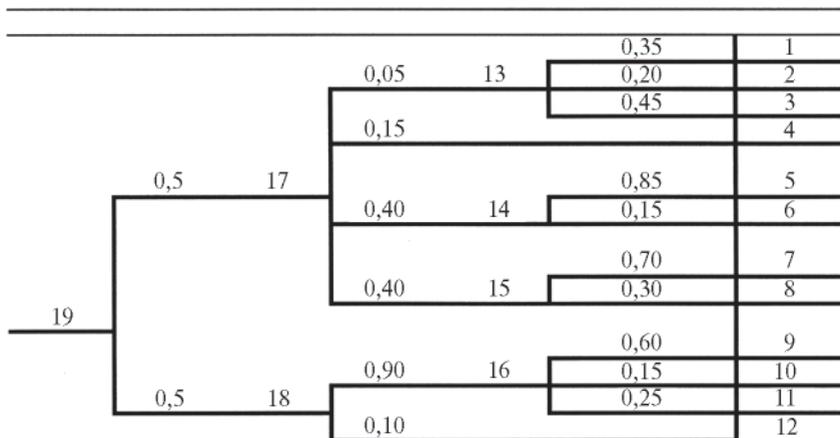


Рис. 14

подготовлена еще одна сводная анкета (большого размера), предназначенная для ведущего. Она делается такой же, как показано в табл. 2, с той лишь разницей, что столбец каждого тура разделяется на дополнительные столбцы по числу экспертов (см. табл. 3 для случая 5 экспертов).

Таблица 2

Номера простых свойств	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	1 тур	2 тур	1 тур	2 тур	1 тур	2 тур
5						
9						
11						
и т.д.						

**4-я операция.** Дипломник рассаживает экспертов таким образом, чтобы каждому из них были хорошо видны дерево свойств и чертежи сравниваемых вариантов (которые с этой целью лучше расположить вертикально — например, закрепить на вертикально поставленных досках).

Таблица 3

Номера простейших свойств	Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3					
	1 тур		2 тур		1 тур		2 тур		1 тур		2 тур			
	Номера экспертов	Среднее по 5 экспертам												
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5														
9														
11														
и т.д.														

Каждому эксперту ведущий присваивает порядковый номер, начиная с 1 и по 5–7. Желательно, чтобы наиболее квалифицированные эксперты (например, руководитель проекта) имели самые последние номера (с 5 по 7). Номер, присвоенный эксперту, определяет порядок, в котором эксперты дают свои ответы.

**5-я операция.** Ведущий опрос предлагает экспертам независимо друг от друга (т.е. без общения между собой) дать количественную оценку (по всем вариантам) свойству, записанному в первой строке анкеты. При этом он объясняет экспертам, что свойство, в наилучшей степени выраженное в каком-то варианте, получает оценку 1,00, а это же самое свойство в других вариантах оценивается в шкале от 0 (свойство совершенно отсутствует) до 1,00 (свойство выражено в той же степени, что и в лучшем варианте). Даваемые оценки эксперт заносит в графу анкеты «1 тур» (табл. 4).

**6-я операция.** Получив сведения, что эксперты закончили определение абсолютного показателя  $P_{ij}$  свойства, записанного в первой строке анкеты, ведущий просит экспертов (начиная с 1-го) сообщить ему назначенные экспертами значения абсолютных показателей и заносит их в сводную анкету. При этом было бы желательно, чтобы анкета была видна всем экспертам (например, вывешена на стене).

**7-я операция.** Ведущий анализирует записи в сводной анкете с точки зрения максимальной величины расхождения между крайними оценками  $P_{ij}$ . Если крайние оценки  $P_{ij}$  отдельных экспертов расходятся в пределах до 20% (например, абсолютный показатель  $P_{14}$  4-го свойства в 1-м варианте пять экспертов оценили следующими числами — 0,95; 0,90; 0,85; 0,95), то оценка данного свойства ограничивается 1-м туром, и ведущий предлагает экспертам перейти к определению абсолютного показателя  $P_{ij}$  следующего записанного в анкете свойства. При этом повторяются операции с 5 по 7.

Если же расхождение между крайними значениями абсолютных показателей  $P_{ij}$  превышает 20% (например, абсолютному показателю  $P_{34}$  4-го свойства в 3-м варианте пять экспертов дали такие оценки: 0,5; 0,20; 0,45; 0,60; 0,55), то ведущий переходит к 8 операции.

**8-я операция.** Ведущий предлагает экспертам, выставившим оценки, в наибольшей степени отличающиеся от остальных оценок (в предыдущем примере — эксперту, выставившему оценку 0,20), очень кратко изложить причины, по которым он назначил именно такую величину абсолютного показателя  $P_{ij}$ . Если кто-то из других экспертов самостоятельно пожелает высказать свою точку зрения, ведущий разрешает ему это также в очень краткой форме. Цель такого краткого обсуждения — дать экспертам дополнительную информацию, которая у некоторых из них, до выступления других экспертов, возможно отсутствовала. Затем ведущий прекращает обсуждение и повторяет 6 операцию.

Таблица 4

Номера простых свойств	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	1 тур	2 тур	1 тур	2 тур	1 тур	2 тур
4	0,95		1,00		0,50	
5						
9						
11						
и т.д.						

**9-я операция.** Производится дипломником по окончании всего экспертного опроса при обработке его результатов.

Величина  $P_{ij}$  вычисляется как средняя арифметическая из оценок абсолютных показателей  $P_{ij}$ , данных всеми экспертами в 1 туре (если был один тур опроса) или во 2 туре (если было два тура опроса).

Таким образом, посредством физических измерений или экспертным методом в результате выполнения второго этапа алгоритма дипломник получает значения абсолютных показателей  $P_{ij}$  для всех  $j$  свойств по всем  $i$  сравниваемым вариантам. Все величины  $P_{ij}$  заносятся в таблицу оценки вариантов (см. табл. 5 для случая сравнения трех вариантов). Значения абсолютных показателей  $P_{ij}$  заносятся в графы 4, 7, 10.

Таблица 5

Номера простых свойств	Нормированные коэффициенты весомости свойств $M_j$	Вариант № 1			Вариант № 2			Вариант № 3			
		Эталонный показатель свойства $P_j^{эп}$	Абсолютный показатель свойства	Относительный показатель свойства $K_{1j}$	$K_{1j}M_j$	Абсолютный показатель свойства $P_{2j}$	Относительный показатель свойства $K_{2j}$	$K_{2j}M_j$	Абсолютный показатель свойства $P_{3j}$	Относительный показатель свойства $K_{3j}$	$K_{3j}M_j$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
3											
4											
5											
6											
.....											
$\sum_{j=1}^n$	1,0			$K_1^\circ = \sum K_{1j}M_j$	$K_2^\circ = \sum K_{2j}M_j$	$K_3^\circ = \sum K_{3j}M_j$					

### 3-й этап — ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕСОМОСТИ

В отличие от абсолютного показателя  $P_{ij}$ , определяемого не только для каждого  $j$  свойства, но и для каждого  $i$  варианта, коэффициент весомости  $M_j$ , различный для отдельных  $j$  свойств, остается одним и тем же для любого количества сравниваемых вариантов. Это утверждение остается в силе только для вариантов одного и того же типа проектируемого объекта.

Определение коэффициентов весомости  $M_j$  при дипломном проектировании целесообразно производить по упрощенному варианту экспертного метода. Нужно отметить, однако, что в квалиметрии используется не только этот, упрощенный вариант экспертного метода, но гораздо чаще применяются более сложные и более точные разновидности экспертного метода. Кроме того, существует и целый ряд других не экспертных методов определения коэффициентов весомости.

Рекомендуемый ниже упрощенный вариант экспертного метода определения коэффициентов весомости  $M_j$  в значительной степени совпадает с тем методом, который применяется для вычисления абсолютного показателя  $P_{ij}$  (см. 2 этап алгоритма).

Коэффициент весомости  $M_j$  также определяется путем выполнения ряда последовательных операций.

**1-я операция** полностью соответствует той, которая применялась для нахождения показателя  $P_{ij}$ . Следовательно, на обоих этапах выполнения алгоритма может работать одна и та же экспертная группа.

**2-я операция** отличается от 2-й операции нахождения  $P_{ij}$  только тем, что в анкету заносятся все свойства всех уровней в соответствии с нумерацией на дереве свойств.

**3-я операция** такая же, как и для нахождения  $P_{ij}$ , но форма анкеты имеет отличие. В табл. 6 анкета составляется применительно к дереву свойств, схема которого изображена на рис. 14.

Необходимо подчеркнуть одну особенность подготовки этой анкеты. В отличие от анкеты для определения показателя  $P_{ij}$ , в данной анкете свойства располагаются по группам, в соответствии с их группировкой на дереве свойств (см. рис. 14). Например, после свойств 1, 2, 3 идут свойства 5 и 6, а не свойство 4,

которое входит в другую группу свойств более низкого уровня (свойства 13, 4, 14, 15).

Таблица 6

Номера свойств	Ненормированные коэффициенты весомости	
	1 тур	2 тур
1	0,35	
2	0,20	
3	0,45	
5	0,85	
6	0,15	
7	0,70	
8	0,30	
9	0,60	
10	0,15	
11	0,25	
13	0,05	
4	0,15	
14	0,40	
15	0,40	
16	0,90	
12	0,10	
17	0,50	
18	0,50	

Для удобства работы экспертов в анкете каждая группа свойств отделяется линией (см. табл. 6). Так же, как и в случае с показателем  $P_{ij}$ , для ведущего экспертный опрос должна быть дополнительно подготовлена одна сводная анкета большого формата, которая для случая 5 экспертов приведена в табл. 7.

**4-я операция** совпадает с 4 операцией при определении  $P_{ij}$  с той только разницей, что экспертам для работы необходимо только дерево свойств. Варианты проектного решения в данном случае не нужны, так как коэффициенты весомости  $M_j$  являются одинаковыми для всех вариантов.

Таблица 7

Номера свойств	Ненормированные показатели весомости											
	1 тур						2 тур					
	Номера экспертов						Номера экспертов					
	1	2	3	4	5	среднее по 5 экспертам	1	2	3	4	5	среднее по 5 экспертам
1												
2												
3												
5												
6												
и т.д.												

**5-я операция** отличается от 5 операции при определении  $P_{ij}$ . В данном случае ведущий опрос предлагает экспертам независимо друг от друга (т.е. без общения между собой) дать количественную оценку коэффициенту весомости каждого свойства при условии, что эта оценка может изменяться от 0 (свойство абсолютно не имеет значения) до 1,00 (свойство настолько важное, что все остальные свойства в данной группе не имеют никакого значения). Кроме того, при оценке важности отдельных свойств эксперт должен соблюдать правило: сумма коэффициентов весомостей в пределах группы равна 1,00. Пример заполнения анкеты дан в табл. 6.

Ведущий должен разъяснить экспертам, что коэффициенты весомости отдельных свойств должны назначаться с точки зрения того влияния, которое оказывают эти свойства на соответствующее более общее свойство предыдущего уровня. Например (см. рис. 14), коэффициенты весомости 1, 2 и 3 свойств должны назначаться с учетом влияния этих свойств на соответствующее более общее свойство 13.

Назначенные оценки коэффициентов весомости каждый эксперт заносит в свою анкету в графу «1 тур».

Необходимо отметить, что коэффициенты весомости, назначенные экспертами в ходе 5 операций, являются ненормированными, т.е. для них соблюдается условие равенства 1,00

суммы весомостей в пределах группы ( $\overline{M}'_1 + \overline{M}'_2 + \overline{M}'_3 = 1,00$ ) и не соблюдается условие равенства 1,00 суммы всех весомостей в пределах одного уровня. Например (см. рис. 14),  $\overline{M}'_{13} + \overline{M}'_4 + \overline{M}'_{14} + \overline{M}'_{15} + \overline{M}'_{16} + \overline{M}'_{12} = 2 > 1$ . Для соблюдения этого условия далее (10 операция) производится нормирование коэффициентов весомости.

**6, 7 и 8-я операции** полностью совпадают с 6, 7 и 8 операциями при определении показателя  $P_{ij}$ .

**9-я операция** производится дипломником по окончании экспертного опроса при обработке его результатов.

Ненормированный коэффициент весомости  $\overline{M}'_j$  вычисляется как средняя величина из коэффициентов весомости, данных всеми экспертами в 1 туре (если был один тур опроса) или во 2 туре (если было два тура опроса).

**10-я операция** нормирование коэффициентов весомости  $\overline{M}'_j$ , которое производится в следующем порядке. Пусть применительно к дереву свойств на рис. 14 в ходе 9 операции дипломник вычислил средние значения ненормированных весомостей для свойств 1, 13 и 17:

$$\overline{M}'_1 = 0,35; \quad \overline{M}'_{13} = 0,05; \quad \overline{M}'_{17} = 0,50.$$

Нормированный коэффициент весомости свойства 1 может быть определен перемножением ненормированных коэффициентов весомости отдельных свойств, иерархически связанных друг с другом на дереве свойств (см. рис. 14):

$$M_1 = \overline{M}'_1 \cdot \overline{M}'_{13} \cdot \overline{M}'_{17} = 0,35 \cdot 0,05 \cdot 0,50 = 0,009.$$

Для определения нормированного коэффициента весомости (или просто коэффициента весомости), например свойства 10, нужно перемножить средние ненормированные коэффициенты весомости свойств 10, 16 и 18:

$$M_{10} = \overline{M}'_{10} \cdot \overline{M}'_{16} \cdot \overline{M}'_{18}.$$

Для наглядности целесообразно значения средних ненормированных  $\overline{M}'_j$  и нормированных коэффициентов весомостей

$M_j$  нанести на дерево свойств, поместив их, например, в виде дроби (в числителе — средний ненормированный коэффициент весомости, в знаменателе — нормированный коэффициент весомости).

Пример (применительно к фрагменту схемы на рис. 5) приведен на схеме рис. 15.

	(K + 2)	(K + 3)
		микроклимат $\frac{0,33}{0,08}$
удобство обеденного зала	$\frac{0,90}{0,21}$	обеденного зала
		геометрические $\frac{0,67}{0,16}$
		размеры помещения

Рис. 15

Практика показывает, что количество свойств в дереве при построении его в процессе дипломного проектирования исчисляется десятками. При соблюдении условия равенства суммы всех весомостей 1,00 нормированные коэффициенты весомости приобретают очень малые значения, что затрудняет операции, производимые с ними.

В связи с этим целесообразно принять сумму весомостей коэффициентов равной 100,00. Это принципиально не изменит заданного условия, но значительно облегчит счет.

Нормированные коэффициенты весомости  $M_j$  записываются в графу 2 табл. 5.

Три первых этапа алгоритма дипломник выполняет при помощи своего руководителя и группы экспертов. Последующие этапы (4, 5 и 6) являются несложными и выполняются им самостоятельно.

#### 4-й этап — ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭТАЛОННЫХ ЗНАЧЕНИЙ АБСОЛЮТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В качестве эталонных значений абсолютных показателей  $P_j^{\text{эт}}$  в учебном пособии предлагается принимать лучшие во всех рассматриваемых вариантах показатели  $P_{ij}$  по каждому свойству. Эти показатели и заносятся в графу 3 табл. 5.

#### 5-й этап — ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

По формулам определяются значения относительных показателей свойств:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_j^{\text{эт}}} \text{ при } P_{ij} \leq P_j^{\text{эт}};$$

$$K_{ij} = \frac{P_j^{\text{эт}}}{P_{ij}} \text{ при } P_{ij} \geq P_j^{\text{эт}}.$$

Данные вычислений заносятся в графы 5, 8, 11 табл. 5.

Следует отметить, что принятые здесь линейные зависимости между показателями  $P_{ij}$  и  $K_{ij}$  используются в целях уменьшения трудоемкости работы. В действительности в подавляющем большинстве случаев эти зависимости являются нелинейными и при применении более точных методов квалиметрии иногда оказывается возможным определить характер зависимости между показателями  $P_{ij}$  и  $K_{ij}$ .

#### 6-й этап — ВЫЧИСЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЕКТНОГО ВАРИАНТА

Как уже говорилось, такая оценка  $K_i^0$  может быть получена как средняя взвешенная арифметическая из относительных оценок  $K_{ij}$  с весами  $M_j$ . Для ее получения достаточно сложить все числа, занесенные в графы 6, 9 и 12 табл. 5.

Индекс «0» при показателе  $K_i^0$  означает, что оценка дается применительно к самому низкому (нулевому) уровню свойства дерева свойств, т.е. применительно к интегральному качеству.

Лучшим по качеству из сравниваемых вариантов является тот, у которого показатель  $K_i^0$  имеет большое значение. Однако

нужно иметь в виду, что, если для двух вариантов оценки качества будут  $K_1^0 = 0,84$  и  $K_2^0 = 0,42$ , это не означает, что качество варианта 1 в два раза превосходит качество варианта 2, как это вытекает из соотношения оценок  $K_1^0$  и  $K_2^0$ . Соотношение оценок качества точно отражает соотношение качества вариантов только в том случае, когда оценка вариантов проводится по полному дереву свойств, без исключения из него свойств, одинаковых в сравниваемых вариантах.

Поскольку в данной методике в целях экономии времени дерево свойств предлагается принимать упрощенным (с исключением из него одинаковых свойств и свойств, по которым трудно определить значения абсолютных показателей), из соотношения оценок можно достоверно сделать только заключение, какой вариант лучше по качеству, но нельзя сделать заключение, насколько он лучше.

Следует отметить, также, что используемая в данном пособии для определения комплексной оценки качества формула средней взвешенной арифметической величины  $K_i^0 = \sum_{j=1}^n K_{ij} M_j$  является не самой точной из числа применяемых в квалиметрии. Ее применение в данном случае оправдано уже отмеченным ранее соображением — в максимальной степени уменьшить трудоемкость работы дипломника при сравнении вариантов проектных решений.

В приложениях 1–5 приведены примеры сравнения вариантов проектных решений объектов различного назначения, выполненных дипломниками в соответствии с настоящим учебным пособием.

Примеры для приложений подобраны таким образом, чтобы проиллюстрировать построение дерева свойств для объектов жилого, общественного и промышленного строительства.

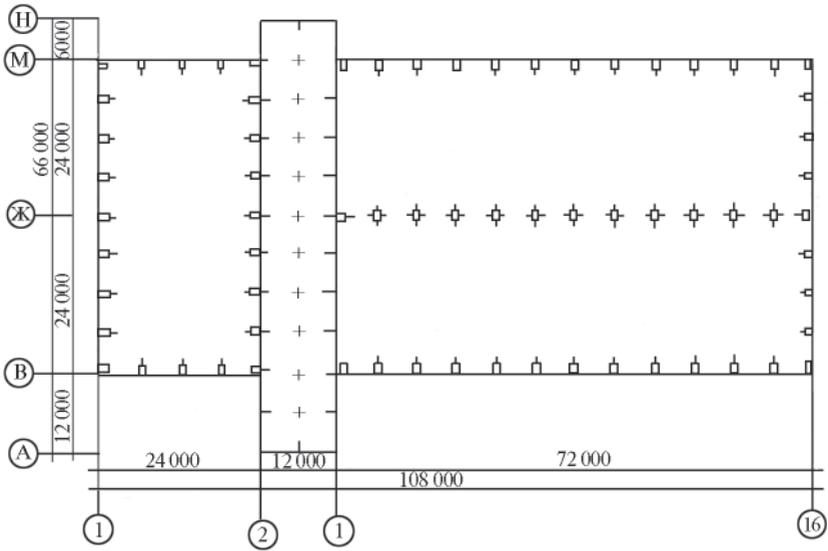
В примерах, приведенных в приложениях, даны упрощенные схемы разработанных вариантов дерева свойств по данному объекту и сводная таблица сравнения вариантов.

**ПРИМЕР СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ**

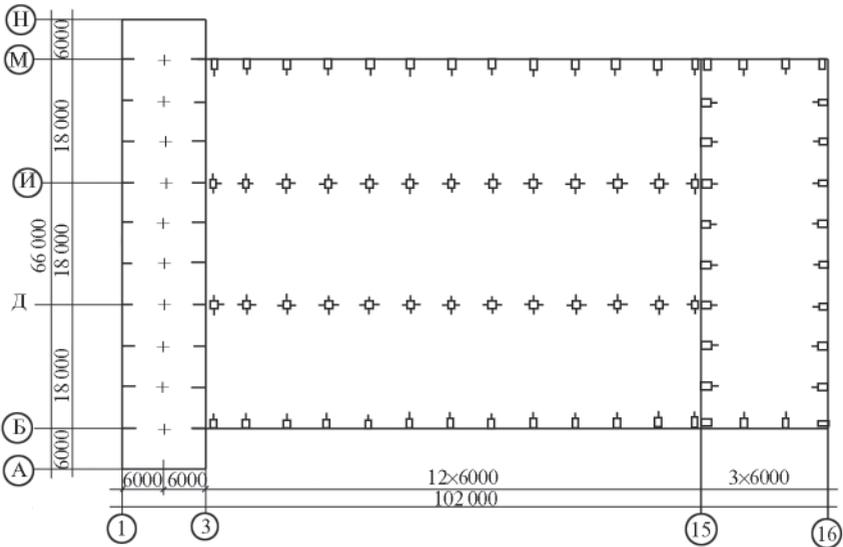
Варианты объемно-планировочных решений зданий показаны на рисунках, а дерево свойств этих вариантов — табл. 1.1

Таблица 1.1

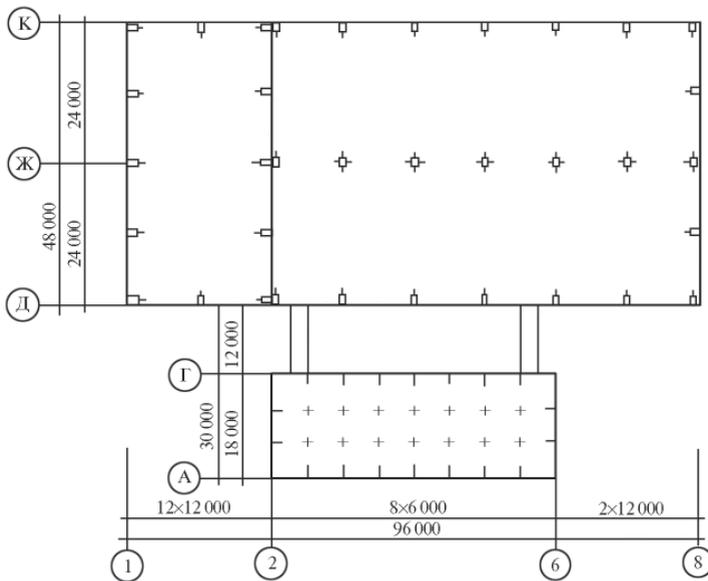
Уровни рассмотрения свойств							
0	1	2	3	4	5	6	
Интегральное качество	Качество	Функциональность	Удобство компановки оборудования	Длина транспортных коммуникаций			
				Вариабельность технологии	Площадь конструктивной ячейки	Количество колонн	
			Эргоэкономичность	Удобство бытовых помещений	Расстояние от бытовых помещений до рабочего места		
				Удобство производственных помещений	Наличие естественного освещения	Площадь световых проемов	
		Эстетичность	Гармония с окружающей застройкой				
			Эстетическая привлекательность здания				
		Экономичность	Экономичность в строительстве	Экономичность	Стоимость земли		Площадь застройки
					Стоимость строительства здания	Затраты на здание	Кубатура здания
				Затраты на ремонт		Затраты на коммуникации	Длина коммуникаций
			Экономичность в эксплуатации		Затраты на ремонт	Затраты на ремонт стыков	Длина стыков
	Затраты на эксплуатацию			Затраты на ремонт кровли		Площадь кровли	
		Затраты на эксплуатацию	Затраты на эксплуатацию	Затраты на теплопотери зимой	Площадь световых проемов		
	Затраты на теплопотери летом			Площадь световых проемов			



Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3

Таблица 1.2. Таблица оценки вариантов промышленного здания

Номера простых свойств	$M_j, \%$	$P_j^{ЭТ}$	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
			$P_{1j}$	$K_{1j}$	$K_{1j}M_j$	$P_{2j}$	$K_{2j}$	$K_{2j}M_j$	$P_{3j}$	$K_{3j}$	$K_{3j}M_j$
1	9,5	144	171	0,84	8,07	156	0,93	8,5	141	1,0	9,5
2	8,7	288	108	0,38	3,31	144	0,5	4,35	288	1,0	8,7
3	4,1	162	250	0,65	2,67	162	1,0	4,1	246	0,66	2,7
4	12,3	1800	690	0,38	4,67	540	0,3	4,69	1800	1,0	12,3
5	5,0	1,0	0,5	0,5	2,5	0,8	0,8	4,0	1,0	1,0	5,0
6	15,0	1,0	0,7	0,7	10,5	1,0	1,0	15,0	0,68	0,68	10,2
7	1,0	5960	5980	0,995	0,99	5960	1,0	1,0	6100	0,977	0,98
8	20,0	75600	79018	0,955	19,1	75600	1,0	20,0	77108	0,98	19,6
9	6,5	144	171	0,84	5,46	166	0,93	6,05	141	1,0	6,5
10	1,7	1640	1800	0,91	1,55	2210	0,75	1,28	1640	1,0	1,7
11	2,1	8140	8140	1,0	2,1	8650	0,94	1,98	8650	0,94	1,98
12	8,4	540	690	0,78	6,5	540	1,0	8,4	1800	0,3	2,5
13	4,0	5400	5660	0,955	3,7	5400	1,0	4,0	5510	0,98	3,9
13	$\Sigma = 100$			$\Sigma = 71,12$			$\Sigma = 86,35$			$\Sigma = 85,56$	

**Вывод:** наилучшим вариантом является № 3.

**ПРИМЕР СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ  
ДЛЯ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА  
ДЛЯ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ**

Сравниваются пять вариантов объемно-планировочного решения здания (см. рисунки) дерево свойств — табл. 2.1

Таблица 2.1

Уровни рассмотрения свойств						
0	1	2	3	4	5	6
Интегральное качество	Качество	Функциональность	Утитарность основных помещений	Утитарность общей комнаты	Геометрические размеры помещений	Размеры жилых помещений
						Размеры подсобных помещений
						Размеры летних помещений
						Температурно-влажностный режим
						Инселяционный режим
						Световой режим
						Акустический режим
						Степень изоляции
						Расстояние до кухни
						Расстояние до с/у
						Связь с летними помещениями
						Размеры жилых помещений
Размеры подсобных помещений						
Размеры летних помещений						
Температурно-влажностный режим						
Микроклимат спальни						

Продолжение табл. 2.1

0	1	2	3	4	5	6	7		
Интегральное качество	Качество	Функциональность	Утилитарность помещений	Утилитарность основных помещений	Утилитарность спальни	Микроклимат спальни	Инселяционный режим		
							Световой режим		
		Надежность	Утилитарность помещений	Утилитарность основных помещений	Утилитарность помещений	Утилитарность спальни	Утилитарность спальни	Взаимосвязь с другими помещениями	Акустический режим
									Степень изоляции
									Расстояние до кухни
									Расстояние до с/у
		Эстетичность	Эстетичность интерьера	Эстетичность	Эстетичность интерьера	Интерьер помещений общего пользования	Интерьер жилых помещений	Интерьер общих комнат	Связь с летними помещениями
									Сейсмостойкость
									Пропускная способность путей эвакуации
									Привлекательность наружного вида здания
Соответствие современным эстетическим представлениям									
Соответствие национальным особенностям									
Сочетание с искусственной средой	Эстетичность сочетания с другими зданиями								
Сочетание с природной средой	Эстетичность сочетания с транспортными средствами								
Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность интерьера	Интерьер помещений общего пользования	Интерьер квартир	Интерьер помещений	Эстетичность сочетания с рельефом		
							Эстетичность сочетания с растительностью		
							Эстетичность сочетания с водоемами		
							Эстетичность вестибюля		
Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность интерьера	Интерьер помещений общего пользования	Интерьер помещений	Интерьер помещений	Эстетичность лифтового холла		
							Эстетичность лестничной клетки		
Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность	Эстетичность интерьера	Интерьер помещений общего пользования	Интерьер помещений	Интерьер помещений	Наличие выступающих конструкций		

Окончание табл. 2.1

0	1	2	3	4	5	6	7		
Интегральное качество	Качество	Функциональность	Улитарность основных помещений	Интерьер квартир	Интерьер жилых помещений Интерьер вспомогательных помещений	Интерьер спальни Интерьер кухни Интерьер передней	Пропорции помещений Наличие выступающих конструкций Пропорции помещений Наличие выступающих конструкций Пропорции помещений Наличие выступающих конструкций		
			Экономичность в строительстве	Затраты на здание	Затраты на ремонт ограждающих конструкций	Затраты на участок земли			
			Экономичность в эксплуатации	Затраты на ремонт здания	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений	Затраты на удаление мусора Затраты на уборку внутри здания Затраты на уборку снаружи здания
Интегральное качество	Экономичность	Экономичность в эксплуатации	Затраты на здание	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		
			Затраты на ремонт здания	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		
			Затраты на ремонт здания	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		
Интегральное качество	Экономичность	Экономичность в эксплуатации	Затраты на здание	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		
			Затраты на ремонт здания	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		
			Затраты на ремонт здания	Затраты на ремонт внутренних конструкций	Затраты на отопление	Затраты на электроэнергию	Затраты на уборку помещений		

**Таблица оценки вариантов многоэтажного**

№№ свойств по дереву свойств	Нормиро- ванный ко- эффициент весомости $M_j, \%$	Эталонный абсолютный показа- тель свойства $P_j$	Вариант 1		
			Абсолютный показатель свойства $P_{1j}$	Относитель- ный показа- тель свойства $K_{1j}$	$K_{1j}M_j$ %
1	2	3	4	5	6
1	1,55	100	100,0	1,00	1,55
2	0,95	100	100,0	1,00	0,95
3	1,14	100	100,0	1,00	1,14
4	0,69	100	60,0	0,60	0,58
5	0,67	100	60,0	0,60	0,41
6	0,63	100	100,0	1,00	0,83
7	0,71	100	45,0	0,45	0,32
8	0,81	100	70,0	0,70	0,57
9	0,69	100	80,0	0,80	0,55
10	0,47	100	80,0	0,80	0,38
11	0,50	100	60,0	0,60	0,30
12	1,56	100	100,0	1,00	1,56
13	1,06	100	100,0	1,00	1,06
14	0,93	100	100,0	1,00	0,93
15	1,23	100	100,0	1,00	1,23
16	0,80	100	100,0	1,00	0,80
17	0,66	100	100,0	1,00	0,66
18	1,15	100	83,3	0,83	0,96
19	1,17	100	80,0	0,80	0,94
20	1,03	100	100,0	1,00	1,03
21	0,53	100	100,0	1,00	0,53
22	5,29	100	100,0	1,00	5,29
23	4,49	100	100,0	1,00	4,49
24	2,92	100	75,0	0,75	2,19
25	1,56	100	100,0	1,00	1,56
26	1,64	100	70,0	0,70	1,15
27	0,89	100	60,0	0,60	0,54
28	1,41	100	60,0	0,60	0,85
29	1,23	100	70,0	0,70	0,87
30	0,72	100	70,0	0,70	0,51

Таблица 2.2

## жилого дома для южных районов

Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4			Вариант 5		
$P_{2j}$	$K_{2j}$	$K_{2j}M_{j^2}$ %	$P_{3j}$	$K_{3j}$	$K_{3j}M_{j^3}$ %	$P_{4j}$	$K_{4j}$	$K_{4j}M_{j^4}$ %	$P_{5j}$	$K_{5j}$	$K_{5j}M_{j^5}$ %
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100,0	1,00	1,55	100,0	1,00	1,55	100,0	1,00	1,55	100,0	1,00	1,55
100,0	1,00	0,95	100,0	1,00	0,95	100,0	1,00	0,95	100,0	1,00	0,95
100,0	1,00	1,14	100,0	1,00	1,14	90,0	0,90	1,03	90,0	0,90	1,03
100,0	1,00	0,96	100,0	1,00	0,96	80,0	0,80	0,77	82,0	0,82	0,77
100,0	1,00	0,67	100,0	1,00	0,67	100,0	1,00	0,67	100,0	1,00	0,67
80,0	0,80	0,51	80,0	0,80	0,51	80,0	0,80	0,51	80,0	0,80	0,51
100,0	1,00	0,71	100,0	1,00	0,71	100,0	1,00	0,71	100,0	1,00	0,71
100,0	1,00	0,81	80,0	0,80	0,65	80,0	0,80	0,65	80,0	0,80	0,65
80,0	0,80	0,56	80,0	0,80	0,56	100,0	1,00	0,69	100,0	1,00	0,89
80,0	0,80	0,38	80,0	0,80	0,38	100,0	1,00	0,47	100,0	1,00	0,47
100,0	1,00	0,50	100,0	1,00	0,50	100,0	1,00	0,50	100,0	1,00	0,50
90,0	0,90	1,41	100,0	1,00	1,56	100,0	1,00	1,56	100,0	1,00	1,56
100,0	1,00	1,06	90,0	0,90	0,96	80,0	0,80	0,85	80,0	0,80	0,85
100,0	1,00	0,96	90,0	0,90	0,84	80,0	0,80	0,75	80,0	0,80	0,75
60,0	0,60	0,74	100,0	1,00	1,23	80,0	0,80	0,99	80,0	0,80	0,99
70,0	0,70	0,56	80,0	0,80	0,64	100,0	1,00	0,80	100,0	1,00	0,80
100,0	1,00	0,66	100,0	1,00	0,66	100,0	1,00	0,66	100,0	1,00	0,66
63,3	0,63	0,73	83,3	0,83	0,96	87,0	0,87	1,01	100,0	1,00	1,15
80,0	0,80	0,94	80,0	0,80	0,94	100,0	1,00	1,17	100,0	1,00	1,17
100,0	1,00	1,03	100,0	1,00	1,03	100,0	1,00	1,03	100,0	1,00	1,03
100,0	1,00	0,53	70,0	0,70	0,38	100,0	1,00	0,53	100,0	1,00	0,53
100,0	1,00	5,29	66,7	0,67	3,54	41,0	0,41	2,17	56,7	0,57	3,02
100,0	1,00	4,49	100,0	1,00	4,49	90,0	0,90	7,05	90,0	0,90	4,05
70,0	0,70	2,05	73,3	0,73	2,19	90,0	0,90	2,63	96,7	0,97	2,84
100,0	1,00	1,56	100,0	1,00	1,56	100,0	1,00	1,56	100,0	1,00	1,56
65,0	0,65	1,07	73,3	0,73	1,14	91,0	0,91	1,50	100,0	1,00	1,64
60,0	0,60	0,54	60,0	0,60	0,54	100,0	1,00	0,89	100,0	1,00	0,89
60,0	0,60	,85	60,0	0,60	0,85	100,0	1,00	1,41	100,0	1,00	1,41
70,0	0,70	0,87	70,0	0,70	0,87	90,0	0,90	1,23	100,0	1,00	1,23
70,0	0,70	0,51	70,0	0,70	0,51	90,0	0,90	0,65	100,0	1,00	0,72

1	2	3	4	5	6
31	1,00	100	100,0	1,00	1,00
32	1,04	100	46,7	0,47	0,49
33	1,10	100	36,7	0,37	0,41
34	0,94	100	48,3	0,48	0,45
35	0,79	100	70,0	0,70	0,55
36	0,62	100	58,3	0,58	0,36
37	0,68	100	100,0	1,00	0,68
38	0,47	100	100,0	1,00	0,47
39	0,43	100	80,0	0,80	0,35
40	0,23	100	100,0	1,00	0,23
41	0,68	100	60,0	0,60	0,41
42	0,36	100	76,7	0,77	0,28
43	2,25	100	80,0	0,80	1,80
44	0,81	100	100,0	1,00	0,81
45	5,50	100	100,0	1,00	5,50
46	3,50	100	80,0	0,80	2,80
47	1,57	100	80,0	0,80	1,26
48	1,69	100	100,0	1,00	1,69
49	1,41	100	100,0	1,00	1,41
50	1,33	100	80,0	0,80	1,07
51	4,18	100	80,0	0,80	3,34
52	1,43	100	100,0	1,00	1,43
53	1,07	100	80,0	0,80	0,86
54	0,90	100	70,0	0,70	0,63
55	0,96	100	100,0	1,00	0,96
56	0,43	100	100,0	1,00	0,43
57	2,46	100	70,0	0,70	0,73

$$\sum_{j=1}^{67} = 100\%$$

$$K_1^0 = 84,88$$

Окончание табл. 2.2

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100,0	1,00	1,00	100,0	1,00	1,00	100,0	1,00	1,00	100,0	1,00	1,00
51,7	0,52	0,55	58,3	0,58	0,61	0,50	0,50	0,52	100,0	1,00	1,04
36,7	0,37	0,41	78,3	0,78	0,86	100,0	1,00	1,10	80,0	0,80	0,88
48,3	0,48	0,46	48,3	0,48	0,46	93,3	0,93	0,88	100,0	1,00	0,94
100,0	1,00	0,79	100,0	1,00	0,79	100,0	1,00	0,79	100,0	1,00	0,79
90,0	0,90	0,56	100,0	1,00	0,62	100,0	1,00	0,62	100,0	1,00	0,62
80,0	0,80	0,55	80,0	0,80	0,55	100,0	1,00	0,68	100,0	1,00	0,68
83,3	0,83	0,39	75,0	0,75	0,36	100,0	1,00	0,47	100,0	1,00	0,47
80,0	0,80	0,34	80,0	0,80	0,35	100,0	1,00	0,43	100,0	1,00	0,43
100,0	1,00	0,23	100,0	1,00	0,23	100,0	1,00	0,23	100,0	1,00	0,23
60,0	0,60	0,41	60,0	0,60	0,41	60,0	0,60	0,41	100,0	1,00	0,68
87,5	0,88	0,32	71,7	0,72	0,26	71,0	0,71	0,26	100,0	1,00	0,36
80,0	0,80	1,80	100,0	1,00	2,25	100,0	1,00	2,25	100,0	1,00	2,25
100,0	1,00	0,81	100,0	1,00	0,81	80,0	0,80	0,65	80,0	0,80	0,65
100,0	1,00	5,50	66,7	0,67	3,69	51,0	0,51	2,81	5,67	0,57	3,14
90,0	0,90	3,15	80,0	0,80	2,80	100,0	1,00	3,50	0,90	0,90	3,15
90,0	0,90	1,42	80,0	0,80	1,26	100,0	1,00	1,57	90,0	0,90	1,42
100,0	1,00	1,69	81,7	0,82	1,32	80,0	0,80	1,36	60,0	0,60	1,02
100,0	1,00	1,41	100,0	1,00	1,41	100,0	1,00	1,41	100,0	1,00	1,41
90,0	0,90	1,12	80,0	0,80	1,07	100,0	1,00	1,33	90,0	0,90	1,33
90,0	0,90	3,77	80,0	0,80	3,34	100,0	1,00	4,18	90,0	0,90	3,76
100,0	1,00	1,43	78,3	0,78	1,12	74,0	0,74	1,06	76,7	0,77	1,12
80,0	0,80	0,86	100,0	1,00	1,07	80,0	0,80	0,86	80,0	0,80	0,86
70,0	0,70	0,63	70,0	0,70	0,63	87,0	0,87	0,79	100,0	1,00	0,90
100,0	1,00	0,96	100,0	1,00	0,96	80,0	0,80	0,77	60,0	0,60	0,58
100,0	1,00	0,43	100,0	1,00	0,43	80,0	0,80	0,35	70,0	0,70	0,31
70,0	0,70	1,73	70,0	0,70	1,73	100,0	1,00	2,46	82,0	0,82	2,02

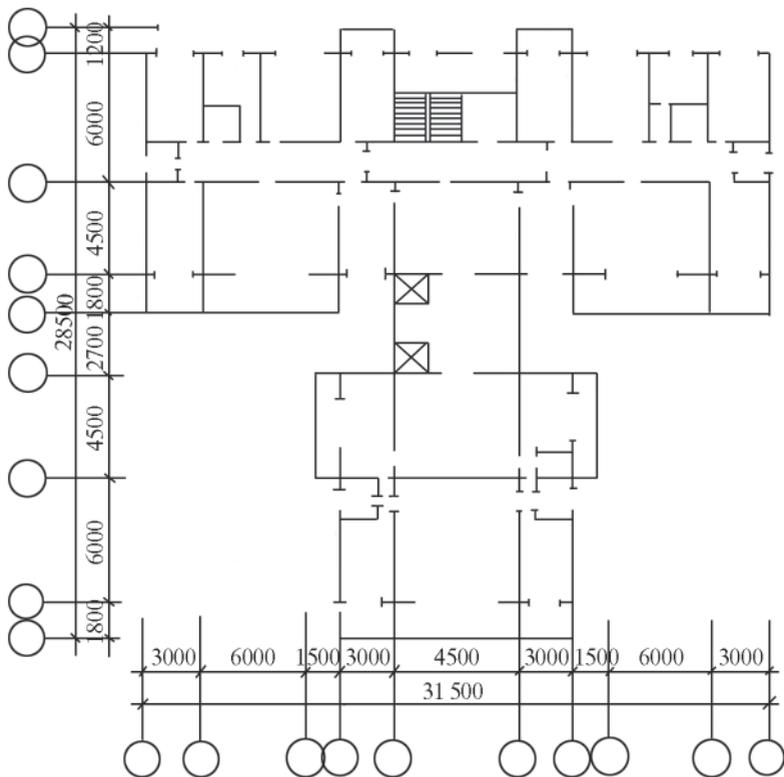
$$K_2^0 = 86,23$$

$$K_3^0 = 82,34$$

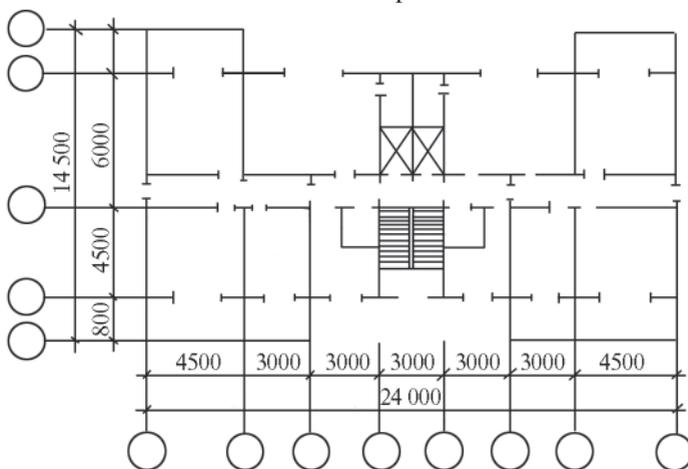
$$K_4^0 = 85,576$$

$$K_5^0 = 91,29$$

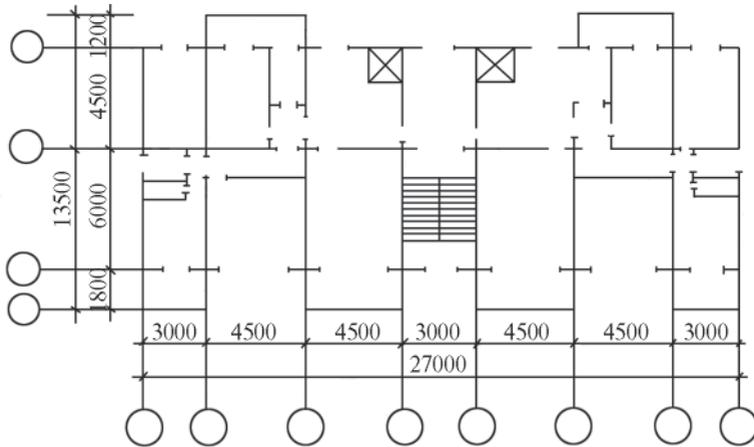
**Вывод:** наиболее выгодным является пятый вариант.



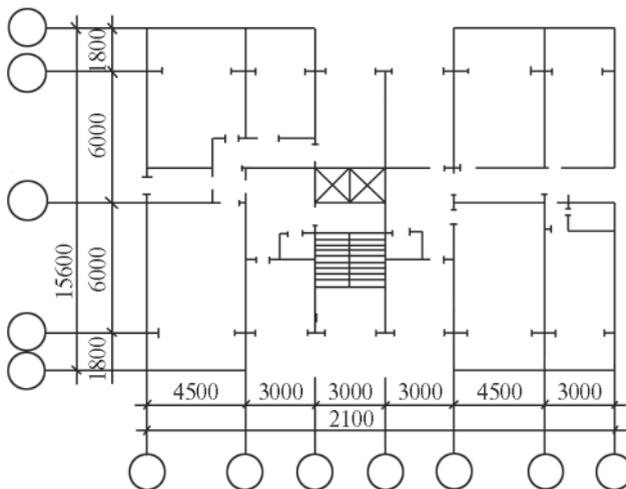
Вариант 1



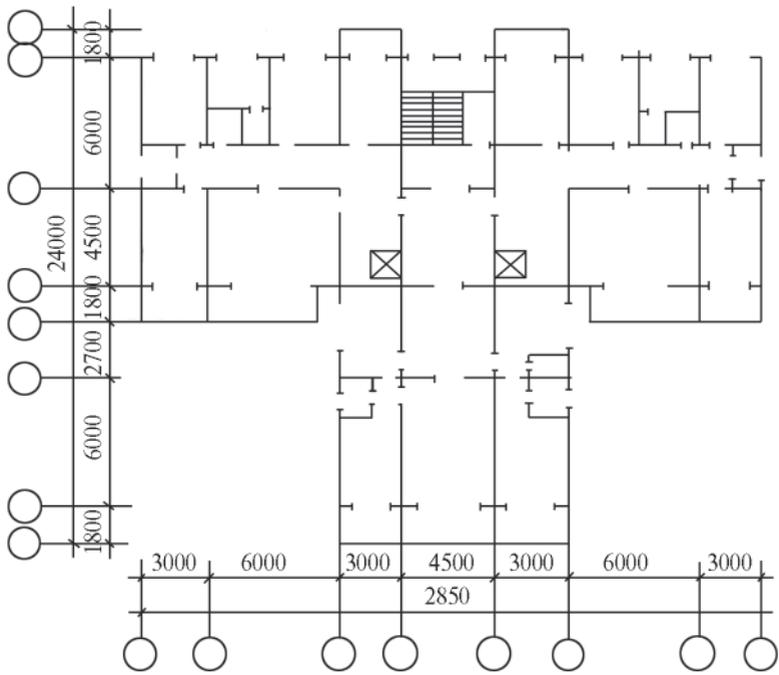
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5

## ВЫБОР ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ БОЛЬНИЦЫ

Рассматривается задача по выбору лучшего варианта объемно-планировочного решения основного корпуса больницы. Проводилась квалиметрическая оценка 3-х вариантов объемно-планировочного решения (варианты представлены на рис. 3.1–3.3).

Дерево свойств для этих вариантов — табл. 3.1.

Вычисление оценок интегрального качества показало, что наилучшим из сравниваемых является вариант № 3.

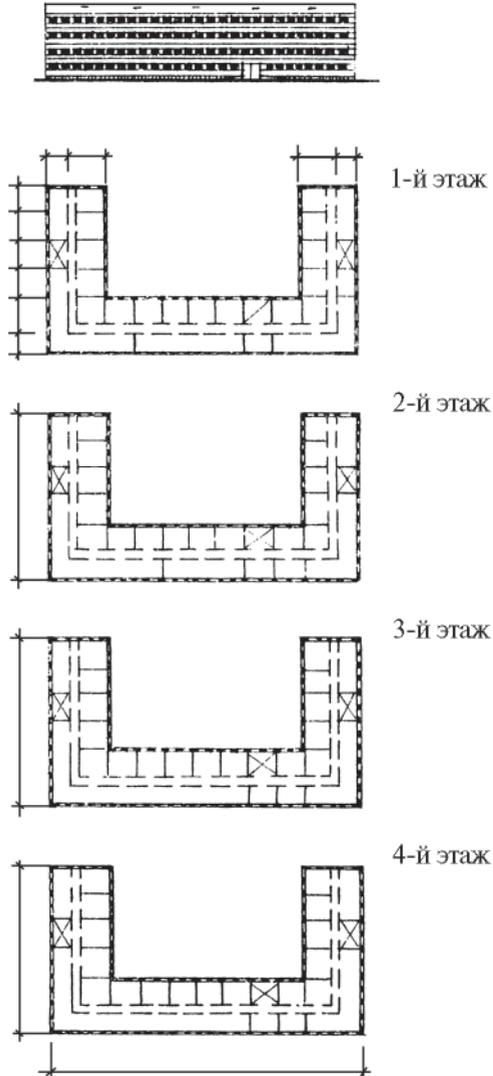


Рис. 3.1

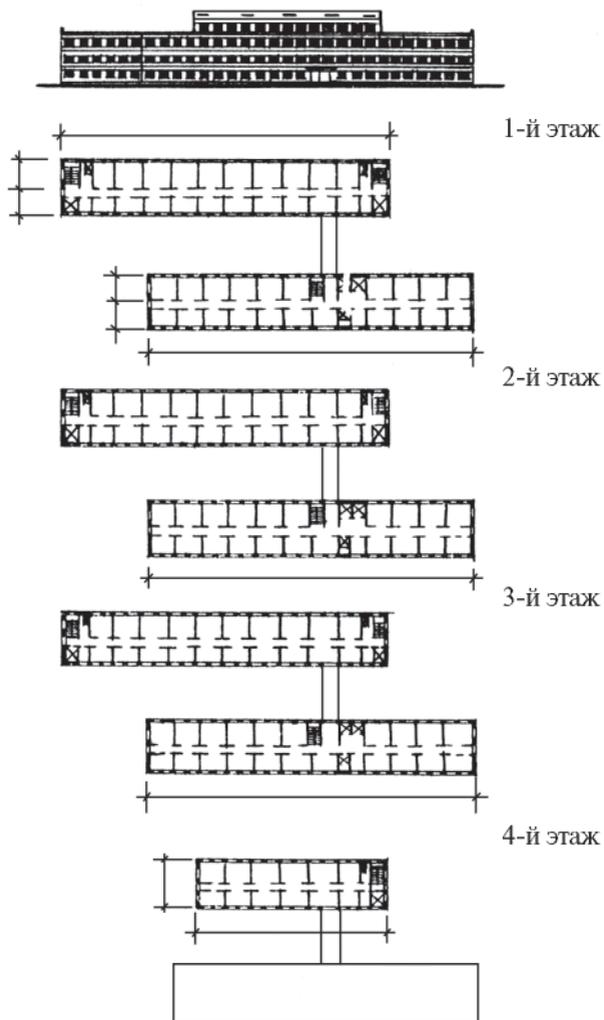
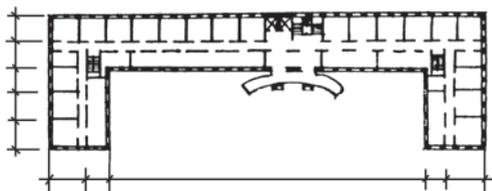


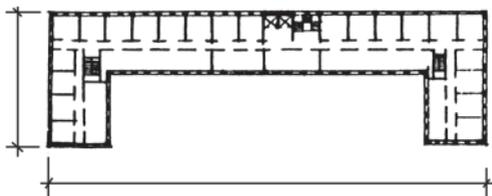
Рис. 3.2



1-й этаж



2-й этаж



3-й этаж



4-й этаж

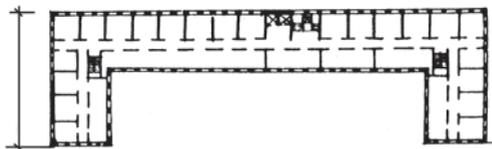


Рис. 3.3

**Дерево свойств, характеризующих интегральное качество вариантов объемно-планировочного решения больницы**

Уровни рассмотрения свойств							
0	1	2	3	4	5	6	7
Интегральное качество	Качество	Функциональность	Удобство для больных	Удобство для поликлинических больных	Уменьшение разрывов людотока	Изоляция поликлиники от стационара	0,43 0,0334
						Внутри поликлиники	0,57 0,0224
	0,48 0,4800	0,77 0,3724	0,57 0,8831	0,34 0,8831	0,57 0,0403	Между поликлиникой и стационаром	0,43 0,0246
							0,66 0,1403
	0,12 0,0509	Удобство для посетителей	Удобство встречи сходящими больными	Удобство для медперсонала	Удобство для стационарных больных	Площадь помещений для встречи	0,31 0,2096
							0,67 0,0101
	0,12 0,0509	Удобство для посетителей	Удобство посещения лежащих больных	0,37 0,0247	0,37 0,0247	Расстояние от входа	0,33 0,0133
							0,47 0,0213
	0,12 0,0509	Удобство для посетителей	Удобство посещения лежащих больных	0,63 0,0852	0,63 0,0852	Расстояние от палаты до входа	0,53 0,0283
							Отсутствие контактов

Продолжение табл. 3.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Интегральное качество	Качество $\frac{0,48}{0,4800}$	Эстетичность $\frac{0,23}{0,1044}$		Привлекательность внешнего вида				$\frac{0,59}{0,0732}$	
								$\frac{0,41}{0,2506}$	
	Экономичность $\frac{0,52}{0,5200}$	В эксплуатации $\frac{0,37}{0,2004}$	Ремонт $\frac{0,23}{0,0532}$	Площадь оградяющих конструкций	Площадь оградяющих конструкций				$\frac{0,44}{0,1422}$
									$\frac{0,43}{0,1526}$
									$\frac{0,13}{0,0431}$
									$\frac{0,67}{0,0234}$
	Экономичность $\frac{0,52}{0,5200}$	В эксплуатации $\frac{0,37}{0,2004}$	Текущая эксплуатация $\frac{0,77}{0,1308}$	Сложность формы	Площадь оградяющих конструкций				$\frac{0,71}{0,1033}$
									$\frac{0,71}{0,1033}$
									$\frac{0,29}{0,0422}$
									$\frac{0,422}{0,0422}$

Продолжение табл. 3.1

		8		
4	5	6	7	
Удобство для стационарных больных $\frac{0,66}{0,1433}$	Комфорт больных $\frac{0,38}{0,0608}$	Размещение в палатах $\frac{0,43}{0,0201}$	Физиологическая комфортность $\frac{0,42}{0,0132}$	Площадь на одного $\frac{0,59}{0,0115}$
			Психологическая комфортность $\frac{0,58}{0,0122}$	Высота палаты $\frac{0,41}{0,0139}$
			Инсоляционный	Количество больных в палате $\frac{0,55}{0,0128}$
			Световой	Ориентация окон в палате $\frac{0,45}{0,0146}$
		Микро-климат $\frac{0,57}{0,0248}$	Температурно-влажностный	$\frac{0,17}{0,0129}$
			Акустический	$\frac{0,16}{0,0137}$
			Пылевой и химический	$\frac{0,31}{0,0144}$
				$\frac{0,21}{0,0108}$
				$\frac{0,15}{0,0123}$

Продолжение табл. 3.1

4	5	6	7	8
<p>Удобство для стационарных больных</p> $\frac{0,66}{0,1433}$	<p>Удобство приема процедур</p> $\frac{0,20}{0,0324}$	<p>Удобство в инфекционном отделении</p> $\frac{0,63}{0,0134}$	<p>Комфортность для процедурных помещений</p>	$\frac{0,57}{0,0132}$
		<p>Удобство в инфекционном отделении</p> $\frac{0,37}{0,0134}$	<p>Расстояние от палат</p>	$\frac{0,43}{0,0139}$
			<p>Величина лодопотоков</p>	$\frac{0,58}{0,0101}$
			<p>Пересечение с другими отделениями</p>	$\frac{0,42}{0,0119}$
	<p>Удобство для приема пищи</p> $\frac{0,17}{0,0201}$		<p>Расстояние от столовых</p>	$\frac{0,38}{0,0137}$
			<p>Комфорт столовых</p>	$\frac{0,62}{0,0121}$
	<p>Удобство отдыха</p> $\frac{0,17}{0,0232}$	<p>Состав помещений</p> $\frac{0,66}{0,0138}$	<p>Микроклимат</p>	$\frac{0,60}{0,0136}$
			<p>Площадь помещений</p>	$\frac{0,41}{0,0123}$
	<p>Удобство проведения процедур личной гигиены</p> $\frac{0,08}{0,0103}$	<p>Среднее расстояние от палат</p>	<p>Среднее расстояние от палат</p>	$\frac{0,34}{0,0146}$
			<p>Состав помещений</p> $\frac{0,61}{0,0156}$	<p>Микроклимат</p>
		<p>Площадь помещений</p>	<p>Среднее расстояние от палат</p>	$\frac{0,39}{0,0123}$
				$\frac{0,39}{0,0135}$

Продолжение табл. 3.1

3	4	5	6	7	8
		Приход и уход с работы (расстояние от гардероба до рабочего места)			$\frac{0,07}{0,0103}$
		Обслуживание больных	Комфорт помещений		$\frac{0,67}{0,0125}$
		$\frac{0,50}{0,0433}$	Среднее расстояние до других помещений	В пределах поликлиники	$\frac{0,61}{0,0143}$
			$\frac{0,33}{0,0233}$	Вне поликлиники	$\frac{0,39}{0,0139}$
	Удобство для медперсонала поликлиники	Прием пищи	Комфорт места приема пищи		$\frac{0,64}{0,0128}$
	$\frac{0,43}{0,0832}$	$\frac{0,21}{0,0139}$	Среднее расстояние до мест приема пищи		$\frac{0,36}{0,0137}$
		Процедура и личная гигиена	Комфорт помещений		$\frac{0,62}{0,0101}$
		$\frac{0,22}{0,0238}$	Среднее расстояние до процедурных и помещений личной гигиены		$\frac{0,38}{0,0124}$
Удобство для медперсонала					
$\frac{0,31}{0,2043}$					

Окончание табл. 3.1

3	4	5	6	7	8
Удобство для мед-персонала $\frac{0,31}{0,2043}$	Удобство для медперсонала стационара $\frac{0,57}{0,1043}$	Обслуживание больных $\frac{0,50}{0,0508}$	Среднее расстояние до других помещений $\frac{0,37}{0,0237}$	Приход и уход с работы (расстояние от гардероба до рабочего места)	$\frac{0,07}{0,0137}$
				Комфорт помещений	$\frac{0,63}{0,0241}$
				В пределах отделения	$\frac{0,72}{0,0142}$
				Вне отделения	$\frac{0,28}{0,0146}$
		Прием пищи $\frac{0,22}{0,0229}$		Комфорт места приема пищи	$\frac{0,64}{0,0113}$
				Среднее расстояние до места приема пищи	$\frac{0,36}{0,0124}$
		Процедура и личная гигиена $\frac{0,21}{0,0216}$		Комфорт помещений	$\frac{0,62}{0,0154}$
				Среднее расстояние до процедурных и помещений личной гигиены	$\frac{0,38}{0,0157}$

**ВЫБОР ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ СПОРТИВНОГО ЗАЛА**

Рассматривается задача по выбору лучшего объемно-планировочного решения спортзала с трибунами.

Из нескольких вариантов было отобрано для окончательного анализа по методу квалиметрии 3 варианта (рис. 4.1)

Дерево свойств для этих вариантов — табл. 4.1. Вычисление оценок интегрального качества показало, что наилучший из сравниваемых вариантов № 2.

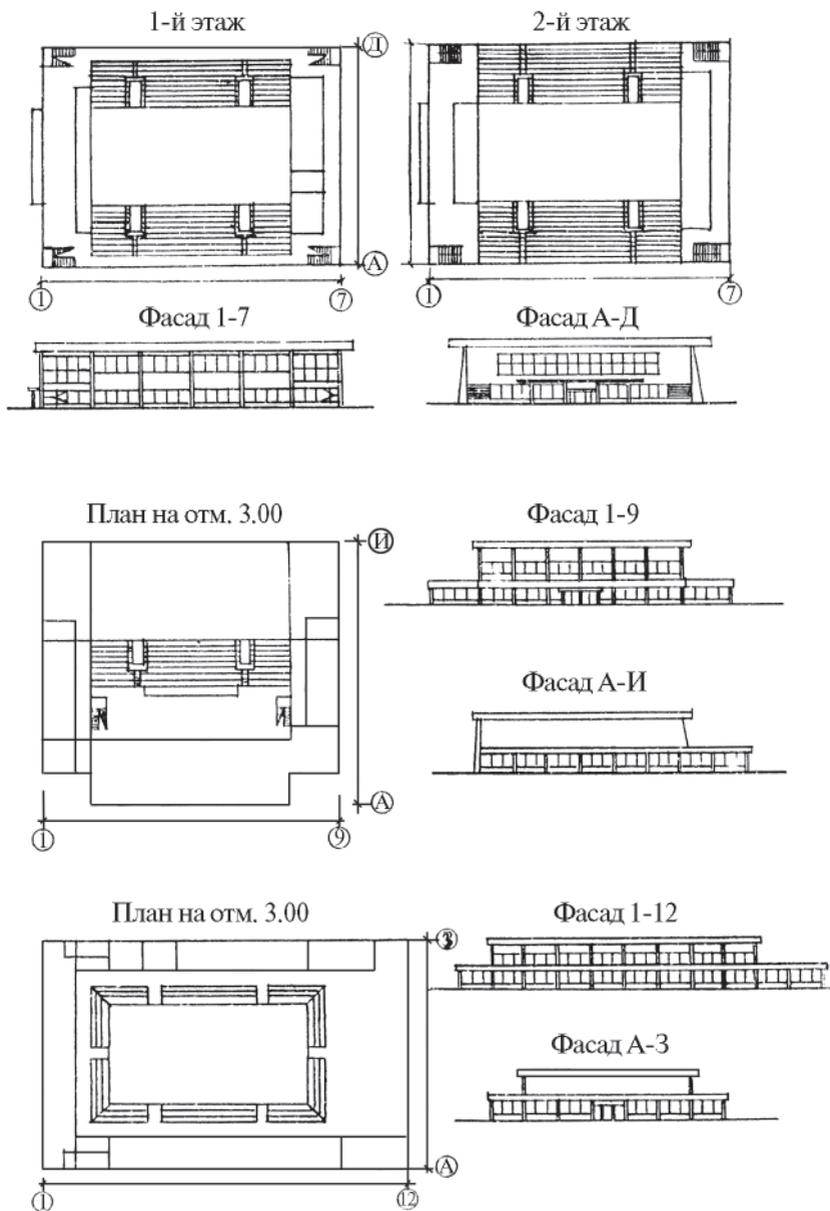


Рис. 4.1

**Дерево свойств, характеризующих интегральное качество вариантов объемно-планировочного решения спортзала**

Уровни рассмотрения свойств					
0	1	2	3		
			4-7		
Интегральное качество	Качество $\frac{0,48}{0,4792}$		Эстетичность (привлекательность внешнего вида)	$\frac{0,16}{0,0772}$	
			Функциональность (удобство использования спортзала)	$\frac{0,84}{0,4023}$	
	Экономичность в строительстве $\frac{0,55}{0,2853}$	Экономичность $\frac{0,52}{0,5213}$	Затраты на отчуждение участка (площадь застройки)		$\frac{0,11}{0,0313}$
			Затраты на возведение здания (кубатура здания)		$\frac{0,89}{0,2543}$
			Затраты на ремонт (площадь ограждающих конструкций)		$\frac{0,28}{0,0653}$
			Затраты на текущую эксплуатацию		$\frac{0,64}{0,1093}$
Экономичность в эксплуатации $\frac{0,45}{0,2363}$		Затраты на отопление (площадь ограждающих конструкций)		$\frac{0,36}{0,0623}$	

Продолжение табл. 4.1

Уровни рассматриваемых свойств						
2	3	4	5	6	7	
Функциональность (удобство использования спортзала)	Удобство для спортсменов	Подготовка к занятиям	0,29 <u>0,0493</u>	Площадь раздевалки	0,26 <u>0,0153</u>	7
0,84 <u>0,4023</u>	0,42 <u>0,1637</u>	Непосредственные занятия спортом	0,62 <u>0,0444</u>	Площадь раздевалки	0,31 <u>0,0072</u>	Акустический
0,84 <u>0,4023</u>	0,42 <u>0,1637</u>	Теоретические занятия (среднее расстояние от раздевалки до помещений для занятий спортом)	0,42 <u>0,0712</u>	Площадь раздевалки	0,31 <u>0,0072</u>	Химический
0,84 <u>0,4023</u>	0,42 <u>0,1637</u>	Теоретические занятия (среднее расстояние от раздевалки до помещений для занятий спортом)	0,42 <u>0,0712</u>	Площадь раздевалки	0,31 <u>0,0072</u>	Световой
0,84 <u>0,4023</u>	0,42 <u>0,1637</u>	Пользование буфетом	0,40 <u>0,0183</u>	Среднее расстояние до буфета	0,54 <u>0,0103</u>	0,46 <u>0,0081</u>
0,84 <u>0,4023</u>	0,42 <u>0,1637</u>	Пользование помещением для отдыха	0,60 <u>0,0282</u>	Среднее расстояние до помещений отдыха	0,53 <u>0,0159</u>	0,53 <u>0,0159</u>

Окончание табл. 4.1

2	3	4	5	6	7
				Площадь помещений для отдыха	$\frac{0,47}{0,0133}$
			Наблюдение за соревнованиями	Доля неудобных мест	$\frac{0,67}{0,0193}$
			$\frac{0,36}{0,0293}$	Среднее удаление зрителей от углов площадки (по диагонали)	$\frac{0,33}{0,0103}$
			Пользование буфетом	Площадь буфета	$\frac{0,71}{0,0093}$
			$\frac{0,16}{0,0135}$	Среднее расстояние от трибун до буфета	$\frac{0,29}{0,0833}$
			Пользование туалетом и курительной	Среднее расстояние от трибун до туалетов и курительных	$\frac{0,32}{0,0073}$
			$\frac{0,26}{0,0213}$	Площадь курительных и туалетов	$\frac{0,68}{0,0153}$
			Пользование гардеробом (площадь фойе)		$\frac{0,23}{0,0183}$
			В экстремальных условиях (удобство эвакуации — среднее время эвакуации)		$\frac{0,42}{0,0613}$
			Удобство наблюдения за обстановкой в зале		$\frac{0,36}{0,0333}$
			Удобство уборки помещений (расстояние от спортивных до подсобно-хозяйственных помещений)		$\frac{0,64}{0,0634}$
			Удобство для обслуживающего персонала		$\frac{0,22}{0,0921}$

**ВЫБОР ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА ОБЪЕМНО-  
ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО  
СООРУЖЕНИЯ**

С целью выбора лучшего рассматривались 3 варианта объемно-планировочного решения сооружения (см. рис. 5.1–5.3).

Дерево свойств представлено в табл. 5.1, а данные по качественной оценке вариантов — в табл. 5.2. Вычисления показали, что лучшим по интегральному качеству является вариант № 2.

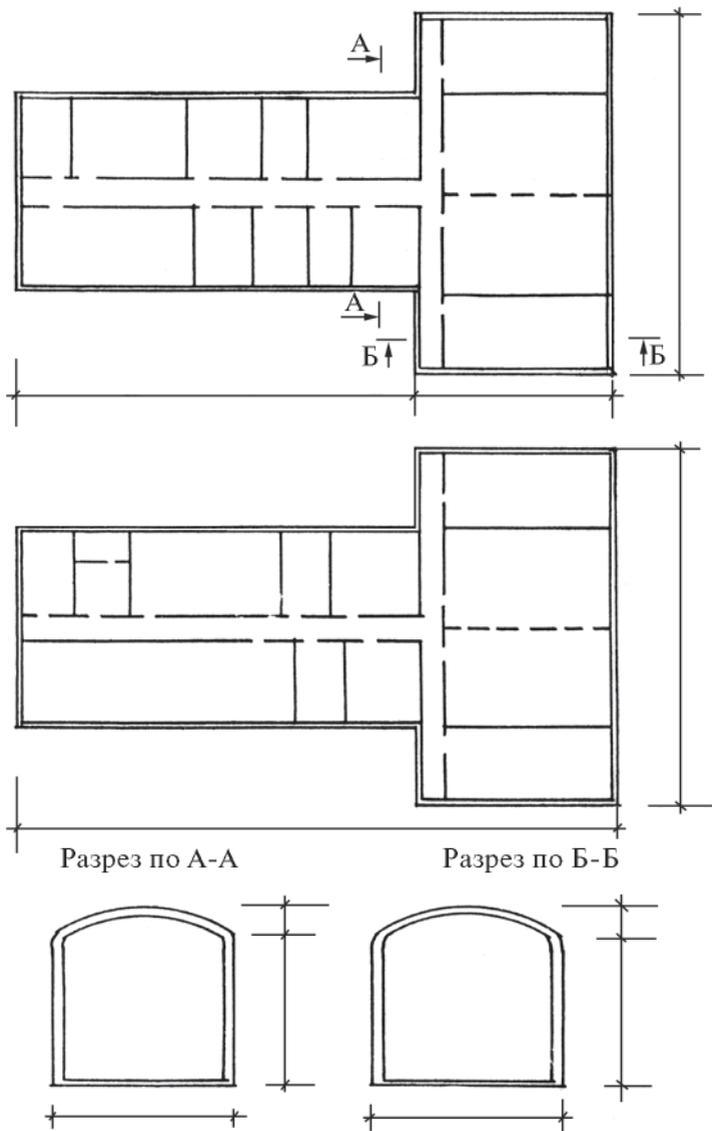


Рис. 5.1

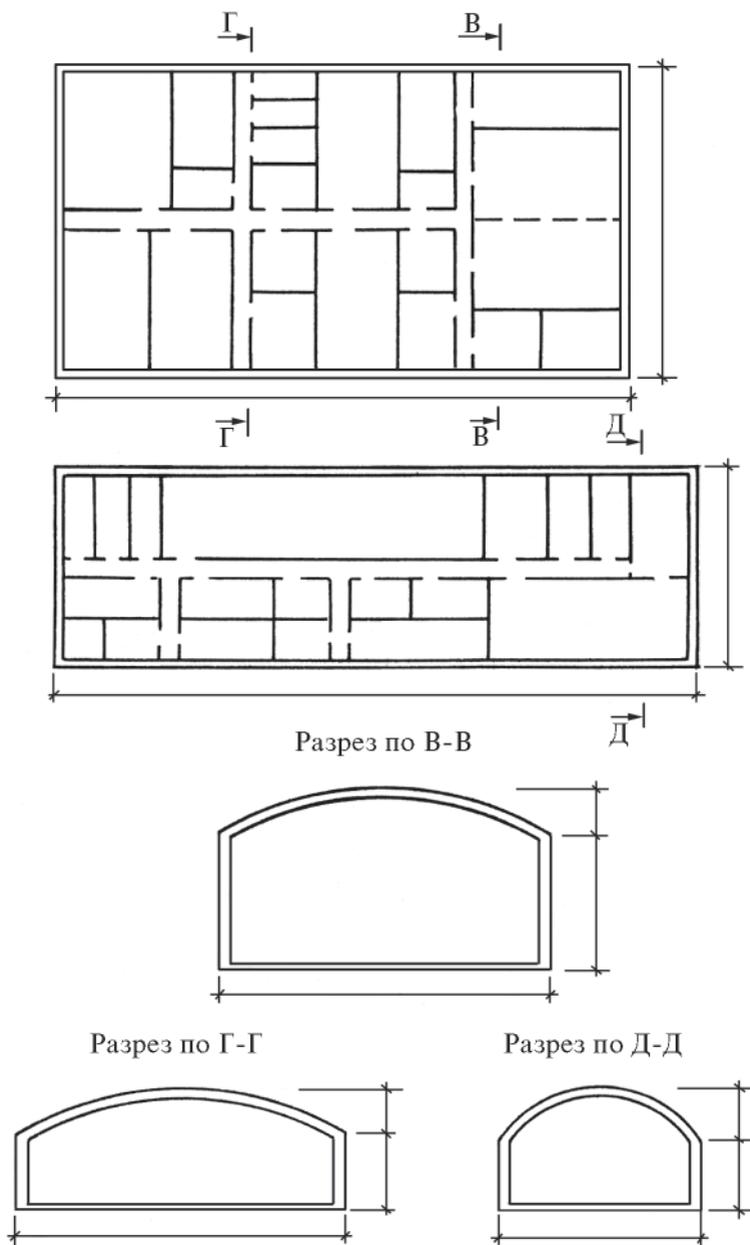
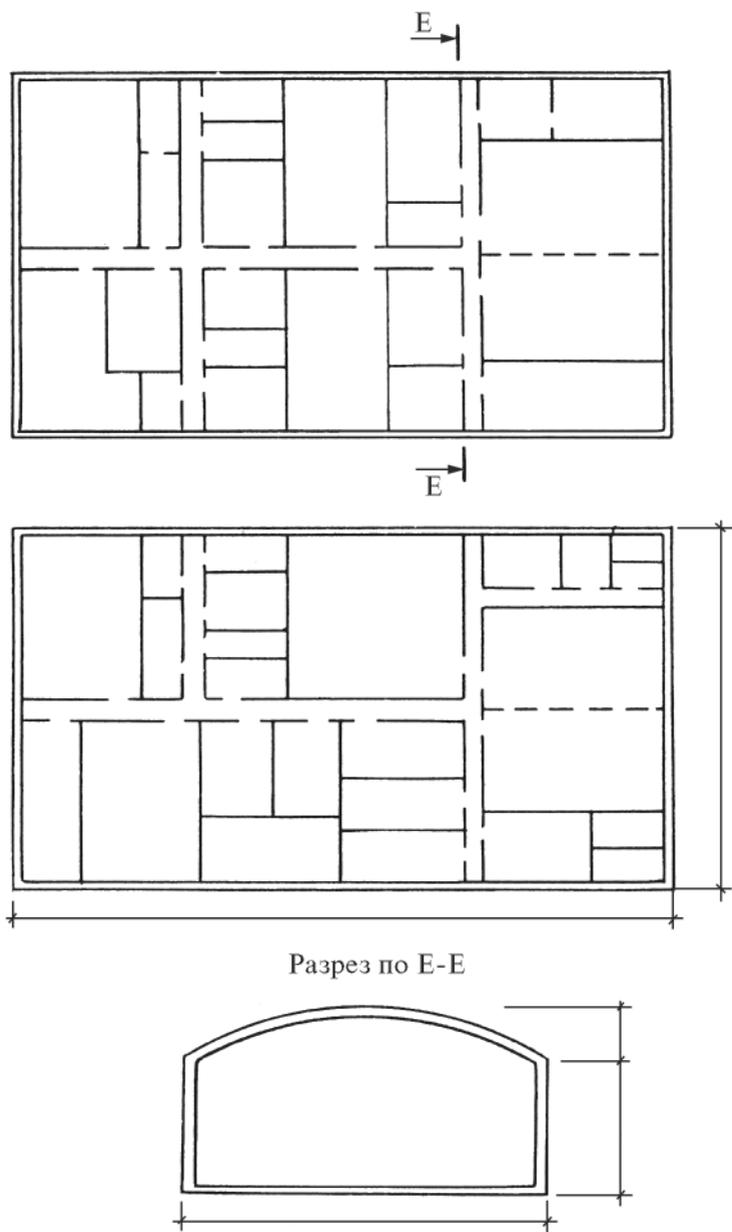


Рис. 5.2



Разрез по E-E

Рис. 5.3

Таблица 5.1

**Дерево свойств, характеризующих интегральное качество вариантов объемно-планировочного решения сооружения**

Уровни рассмотрения свойств							
0	1	2	3	4	5	6	7
	Качество (функциональность) 0,52		Удобство для целевой работы				
		Удобство для технической эксплуатации					0,42 0,2183
Интегральное качество	Экономичность 0,48	В строительстве 0,49 0,2353	Затраты на проходку 0,52 0,1203	Общий объем выработки			0,59 0,0791
				Удобство ведения работ 0,41 0,0491	Фронт выбоя		0,55 0,0281
			Затраты на обделку 0,48 0,1121	Плечо транспортировки породы			0,45 0,0256
		Объем железобетона					0,58 0,0644
		Удобство ведения работ 0,42 0,0466		Размер пролета			0,51 0,0513
		Количество выработок					0,49 0,0233
	В эксплуатации	Затраты на ремонт (общая площадь перегородок)					0,39 0,0951
		Затраты на огопление (площадь ограждающих конструкций)					0,61 0,1436

Продолжение табл. 5.1

2	3	4	5	6	7	
Удобство для целевой работы $\frac{0,58}{0,3181}$	В режиме повышенной функциональной готовности (быстрота занятия рабочих мест) $\frac{0,55}{0,1336}$	Удобство работы в технологических помещениях $\frac{0,52}{0,0738}$	Помещение А Акустический микроклимат $\frac{0,48}{0,0356}$	Ширина коридоров	$\frac{0,35}{0,0581}$	
			Помещение Б Акустический микроклимат $\frac{0,52}{0,0383}$		Длина коридоров	$\frac{0,37}{0,0612}$
Удобство для целевой работы $\frac{0,58}{0,3181}$	В режиме обычного (функц.) $\frac{0,45}{0,1432}$	Удобство связи с технологическими помещениями $\frac{0,48}{0,0691}$	Наличие поворотов	Расстояние до помещений для отдыха	$\frac{0,28}{0,0463}$	
			Помещение А Акустический микроклимат $\frac{0,48}{0,0356}$		Воздушный шум	$\frac{0,51}{0,0175}$
			Помещение Б Акустический микроклимат $\frac{0,52}{0,0383}$		Ударный шум	$\frac{0,49}{0,0166}$
			Помещение А Акустический микроклимат $\frac{0,48}{0,0356}$		Воздушный шум	$\frac{0,52}{0,0185}$
Удобство для целевой работы $\frac{0,58}{0,3181}$	В режиме обычного (функц.) $\frac{0,45}{0,1432}$	Удобство связи с технологическими помещениями $\frac{0,48}{0,0691}$	Помещение А $\frac{0,48}{0,033}$	Расстояние до помещений для отдыха	$\frac{0,48}{0,0153}$	
			Помещение Б $\frac{0,52}{0,0340}$		Ударный шум	$\frac{0,48}{0,0153}$
			Помещение А $\frac{0,48}{0,033}$		Расстояние до санузла	$\frac{0,28}{0,0084}$
			Помещение Б $\frac{0,52}{0,0340}$		Расстояние до помещений для отдыха	$\frac{0,24}{0,0073}$
Удобство для целевой работы $\frac{0,58}{0,3181}$	В режиме обычного (функц.) $\frac{0,45}{0,1432}$	Удобство связи с технологическими помещениями $\frac{0,48}{0,0691}$	Расстояние до УС	Расстояние до санузла	$\frac{0,47}{0,0162}$	
			Расстояние до УС		Расстояние до санузла	$\frac{0,30}{0,0103}$
Удобство для целевой работы $\frac{0,58}{0,3181}$	В режиме обычного (функц.) $\frac{0,45}{0,1432}$	Удобство связи с технологическими помещениями $\frac{0,48}{0,0691}$	Расстояние до помещений для отдыха	Расстояние до помещений для отдыха	$\frac{0,23}{0,0079}$	
			Расстояние до помещений для отдыха		Расстояние до помещений для отдыха	$\frac{0,23}{0,0079}$

Окончание табл. 5.1

2	3	4	5	6	7
Удобство технической эксплуатации $\frac{0,42}{0,2182}$	Энергоблок $\frac{0,41}{0,0871}$	Акустический микро- климат $\frac{0,45}{0,0412}$	Воздушный шум		$\frac{0,44}{0,0175}$
			Ударный шум		$\frac{0,56}{0,0223}$
		Расстояния $\frac{0,55}{0,0491}$	До мастерской		$\frac{0,64}{0,0314}$
			До помещений для отдыха		$\frac{0,36}{0,0175}$
		Акустический микро- климат $\frac{0,46}{0,0312}$	Воздушный шум		$\frac{0,65}{0,0073}$
			Ударный шум		$\frac{0,35}{0,0039}$
	Помещения водоснабжения $\frac{0,21}{0,0453}$	Расстояния $\frac{0,54}{0,0241}$	До мастерской		$\frac{0,68}{0,0088}$
			До помещений для отдыха		$\frac{0,32}{0,0041}$
		Акустический микро- климат $\frac{0,45}{0,1063}$	Воздушный шум		$\frac{0,64}{0,0133}$
			Ударный шум		$\frac{0,36}{0,0074}$
		Расстояния $\frac{0,55}{0,0153}$	До мастерской		$\frac{0,74}{0,0193}$
			До помещений для отдыха		$\frac{0,26}{0,0065}$
Помещения канализации $\frac{0,11}{0,0233}$	Акустический микро- климат $\frac{0,47}{0,0291}$	Воздушный шум		$\frac{0,61}{0,0175}$	
		Ударный шум		$\frac{0,39}{0,0114}$	
	Расстояния $\frac{0,53}{0,0312}$	До мастерской		$\frac{0,62}{0,0223}$	
		До помещений для отдыха		$\frac{0,38}{0,0125}$	
	Помещения вентиляции $\frac{0,28}{0,0613}$	Расстояния $\frac{0,53}{0,0312}$	До мастерской		$\frac{0,62}{0,0223}$
			До помещений для отдыха		$\frac{0,38}{0,0125}$

Таблица сравнения

№№ свойств	Показатели, общие для всех вариантов			Вариант 1		
	$M_j$	$P_j^{ст}$	$P_j^{бр}$	$P_{ij}$	$K_{ij}$	$K_{ij}M_j$
1	2	3	4	5	6	7
1	0,0581	1,0	0,5	1,0	1,000	0,5080
2	0,0612	110	309	136	0,8961	0,5030
3	0,0463	5	10	6	0,8003	0,3070
4	0,0175	100	0	87	0,8702	0,0150
5	0,0166	100	0	91	0,9104	0,050
6	0,0185	100	0	80	0,8001	0,0150
7	0,0181	100	0	89	0,8903	0,0160
8	0,0153	4	18	6	0,8584	0,0130
9	0,0084	9	33	20	0,5423	0,0050
10	0,0073	5	41	24	0,4724	0,0030
11	0,0162	4	18	10	0,5722	0,0090
12	0,0103	9	33	22	0,4595	0,0050
13	0,0079	5	41	14	0,7507	0,0060
14	0,0175	100	0	75	0,7503	0,0131
15	0,0233	100	0	33	0,8321	0,0183
16	0,0314	8	63	24	0,7401	0,0220
17	0,0175	15	69	60	0,1676	0,0029
18	0,0073	100	0	87	0,8733	0,0061
19	0,0039	10	0	83	0,8313	0,0032
20	0,0088	8	63	14	0,8904	0,0078
21	0,0041	15	69	54	0,2784	0,0011
22	0,0133	100	0	91	0,9109	0,0121
23	0,0074	100	0	92	0,9236	0,0068
24	0,0193	5	63	6	0,9841	0,0187
25	0,0065	8	63	40	0,4183	0,0027
26	0,0175	100	0	94	0,9408	0,0165
27	0,0114	100	0	90	0,9047	0,0103
28	0,0223	8	63	8	1,0000	0,0220
29	0,0125	15	69	46	0,4263	0,0053
30	0,0791	7530	2098	7750	0,4284	0,0338
31	0,0281	235	54	120	0,3652	0,0102
32	0,0644	933	2120	1200	0,7760	0,0504
33	0,0513	12	28	12	1,0000	0,0240
34	0,0233	2	1	2	1,0000	0,0230
35	0,0951	510	2015	780	0,8213	0,0780
36	0,1438	2095	6580	2960	0,8093	0,1165
$\Sigma =$	1,00				$K_{ij}\Sigma = 0,7787$	

Для дальнейшей разработки принят вариант № 2,

Таблица 5.2

вариантов

Вариант 2			Вариант 3		
$P_{2j}$	$K_{2j}$	$K_{2j}M_j$	$P_{3j}$	$K_{3j}$	$K_{3j}M_j$
8	9	10	11	12	13
1,0	1,000	0,0580	0,9	0,9134	0,0521
115	0,9749	0,0595	135	0,8744	0,0533
6	0,8110	0,0368	8	0,4005	0,0148
93	0,9331	0,0163	35	0,3543	0,0061
92	0,9213	0,0153	33	0,3361	0,0055
94	0,9432	0,074	51	0,5108	0,0094
96	0,9603	0,0173	53	0,5316	0,0095
8	0,7143	0,0107	8	0,7143	0,0107
19	0,5833	0,0049	20	0,5417	0,0046
22	0,5278	0,0039	22	0,5278	0,0039
8	0,7143	0,0116	8	0,7143	0,0116
19	0,5833	0,0060	20	0,5417	0,0056
22	0,5278	0,0042	22	0,5278	0,0042
75	0,7503	0,0131	92	0,9232	0,0161
92	0,9213	0,0202	96	0,9638	0,0211
24	0,7091	0,0220	42	0,3818	0,0118
60	0,1667	0,0029	38	0,5741	0,0103
96	0,9603	0,0067	53	0,5346	0,0037
95	0,95	0,0037	53	0,5313	0,0021
14	0,8909	0,0078	48	0,2727	0,0024
54	0,2778	0,0011	40	0,5370	0,0022
96	0,9613	0,0128	32	0,3224	0,0043
88	0,8803	0,0065	31	0,3103	0,0023
6	0,9827	0,0187	52	0,1897	0,0036
40	0,4182	0,0027	46	0,3091	0,0020
81	0,8133	0,0143	43	0,4343	0,0076
83	0,8343	0,0095	47	0,4701	0,0054
8	1,0000	0,0220	52	0,2008	0,0044
46	0,4259	0,0053	41	0,5185	0,0065
8240	0,9472	0,0748	7900	0,9725	0,0768
140	0,4751	0,0133	220	0,9171	0,0257
1084	0,8728	0,0567	950	0,9857	0,0641
20	0,5114	0,0120	20	0,5003	0,0120
2	1,0000	0,0230	1	0,0000	0,0000
580	0,9535	0,0906	524	0,9907	0,0941
3280	0,7358	0,1060	2476	0,9151	0,1318
$K_2\Sigma = 0,8315$			$K_3\Sigma = 0,7292$		

для которого  $K_2\Sigma = 0,8315$ .

## ВЫБОР ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА ФУНДАМЕНТА

Одной из задач дипломного проекта являлось вариантное проектирование фундамента бесподвального здания с несущими кирпичными стенами. Дипломным заданием определен минимальный срок возведения здания с началом строительства в зимнее время. Гидрогеологический разрез площадки строительства: с поверхности под почвой залегает слой супеси ограниченной мощности, подстилаемой мощной толщей крупного песка; супесь сильносжимаемая, при сезонном промерзании подвержена морозному пучению и обводнена с глубины, превышающей глубину сезонного промерзания; песок среднесжимаемый, непучинистый, насыщенный водой; грунтовые воды агрессивны по отношению к бетону. Расчетная сейсмичность площадки строительства, определенная с учетом инженерно-геологических условий, составляет 6 баллов.

Район строительства находится на значительном удалении от предприятий строительной индустрии, но в достаточной степени обеспечен эксплуатируемыми месторождениями местных минеральных строительных материалов (бутовый камень, гравийно-песчаная смесь).

Вблизи площадки строительства развернут бетонный завод. Состав специалистов, штатное оборудование и механизмы позволяют строительной организации при устройстве фундаментов вести все необходимые земляные, опалубочные, арматурные, бетонные и гидроизоляционные работы, а также монтаж сборных железобетонных конструкций. Свайные работы и строительное водопонижение могут осуществляться с привлечением субподрядных организаций.

Для изложенных выше условий в проекте рассмотрены шесть вариантов ленточного фундамента, представленные на рис. 6.1.

**Вариант 1** — фундамент из бутобетона, возводимый на естественном основании. Для обеспечения необходимой жесткости такого фундамента при достаточной ширине его подошвы

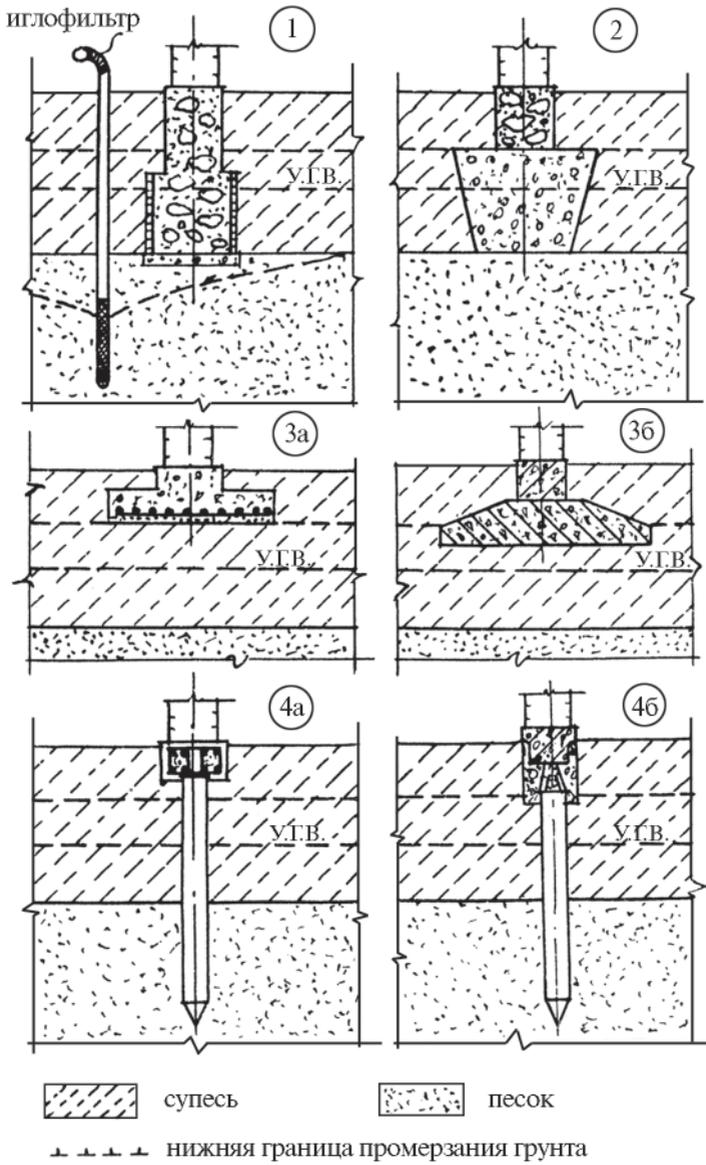


Рис. 6.1

оказалось целесообразным глубину заложения фундамента назначить из условия прорезки верхнего слоя супеси с опиранием фундамента на более надежный подстилающий слой песка. Выбор материала фундамента дает возможность использовать местный строительный камень и допускает простейшую механизацию при укладке. Необходимы временное понижение уровня грунтовых вод с помощью иглофильтровой установки и устройство усиленной (оклеечной) гидроизоляции фундамента.

**Вариант 2** — фундамент неглубокого заложения из бутобетона, возводимый на искусственном основании — подушке из гравийно-песчаной смеси. Толщина подушки обеспечивает полную замену относительно слабого и пучинистого грунта — супеси — непучинистым материалом с несущей способностью, примерно равной несущей способности подстилающего слоя крупного песка. Материалы фундамента и подушки недефицитны. Подошва фундамента лежит выше уровня грунтовых вод. Отрывка траншей и отсыпка подушки водопонижения не требуют. Гидроизоляция фундамента окрасочная, как и во всех последующих вариантах фундамента неглубокого заложения.

**Вариант 3а** — фундамент неглубокого заложения из монолитного железобетона на естественном основании.

Фундамент заложен выше уровня грунтовых вод на расчетную глубину промерзания. Материал фундамента обеспечивает его необходимую гибкость и прочность на продавливание при заданной глубине заложения и достаточно большой ширине подошвы.

**Вариант 3б** — прерывистый фундамент неглубокого заложения из сборного железобетона на естественном основании. Ширина подошвы и высота фундамента несколько превышают соответствующие размеры предыдущего варианта, поскольку фундаментные подушки укладываются с разрывами, а общая высота регламентируется стандартной высотой принятых элементов (фундаментных подушек и блоков). Сроки и объем фундаментных работ меньше, чем в предыдущем варианте; качество материала выше; однако, необходимо учесть дефицитность и высокую стоимость сборного железобетона.

**Вариант 4а** — свайный фундамент из забивных железобетонных висячих свай, с монолитным железобетонным ленточным ростверком. Размещение свай однорядное. Сваи прорезают слой супеси и входят в опорный слой песка на глубину, обеспечивающую при принятом расстоянии между сваями достаточную несущую способность их по условию сопротивления грунта. Ширина ростверка практически равна ширине стены; его высота определяется расчетом на прочность; подошва ростверка лежит выше расчетной глубины промерзания. Гидроизоляция свай и водопонижение не производятся; гидроизоляция ростверка окрасочная.

**Вариант 4б** — свайный фундамент из тех же свай, со сборным железобетонным ростверком.

Ростверк состоит из балок, уложенных поверх установленных на сваи оголовков. Отличие данного варианта от предыдущего касается только устройства ростверка и вполне аналогично отличию варианта 3б от варианта 3а.

Все варианты фундамента удовлетворяют требованиям строительных норм и правил и обеспечивают устойчивость и долговечность здания при заданных инженерно-геологических и климатических условиях. Преимущество какого-либо варианта перед остальными по наименьшей величине сметной стоимости без ее расчетов хотя бы по укрупненным расценкам не является очевидным.

Таким образом, по своим технико-экономическим показателям приведенные варианты фундамента представляются конкурирующими. Для выбора оптимального варианта был применен метод квалиметрии с построением дерева свойств, показанного в табл. 6.1. В результате выполнения всех необходимых этапов квалиметрического анализа при конкретных данных рассматриваемого дипломного проекта наилучшим по интегральному качеству признан вариант 3а.

Таблица 6.1  
Дерево свойств, характеризующих интегральное качество фундамента здания

Уровни рассмотрения свойств										
0	1	2	3	4	5	6	7			
Интегральное качество	Качество (функциональность) $\frac{0,38}{0,3800}$	Обеспечение устойчивости и прочности здания $\frac{0,58}{0,2204}$	При основном состоянии нагрузок (эксплуатационные нагрузки) $\frac{0,64}{0,1411}$	К деформациям и потере несущей способности основания $\frac{0,63}{0,0889}$	Вследствие изменения состояния грунтов в процессе $\frac{0,78}{0,0693}$	Строительство $\frac{0,89}{0,0617}$	Замачивание			
						Эксплуатация $\frac{0,11}{0,0076}$	Замачивание			
						Вследствие развития осадков во времени	Промерзание			
						Вследствие агрессивного действия грунтовых вод	Промерзание			
						Вследствие дефектов скрытых работ $\frac{0,58}{0,0303}$	Свайных			
						К деформациям и потере несущей способности фундамента $\frac{0,37}{0,0522}$	Бетонных и арматурных			
						При особом сочетании нагрузок (с сейсмической нагрузкой) $\frac{0,36}{0,0793}$	Гидроизоляционных			
						К деформациям и потере несущей способности основания	К деформациям и потере несущей способности основания			
						К деформациям и потере несущей способности фундамента	К деформациям и потере несущей способности фундамента			
						$\frac{0,34}{0,0210}$	$\frac{0,66}{0,0407}$	$\frac{0,82}{0,0062}$	$\frac{0,18}{0,0014}$	$\frac{0,22}{0,0196}$

Продолжение табл. 6.1

0	1	2	3	4	5	6	7							
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Дефицитность ресурсов $\frac{0,26}{0,1612}$				Поверхности фундамента, соприкасающиеся с грунтом	$\frac{0,15}{0,0239}$							
						Влагопоглощения материала фундамента	$\frac{0,22}{0,0351}$							
						Конструкции гидроизоляции фундамента	$\frac{0,37}{0,0591}$							
						Степень влажности грунта	$\frac{0,26}{0,0415}$							
Затраты ресурсов														
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Стоимость работ (объем работ × стоимость единицы объема) $\frac{0,74}{0,4588}$				Земляные работы	Выемка грунта							
						$\frac{0,34}{0,1560}$	Отсыпка подушки	$\frac{0,32}{0,0499}$						
							Обратная засыпка грунта	$\frac{0,38}{0,0593}$						
						Осушение траншей						$\frac{0,30}{0,0468}$		
												Устройство фундаментных конструкций $\frac{0,42}{0,1927}$	Свайные работы	$\frac{0,11}{0,0505}$
													Устройство монолитных конструкций	$\frac{0,33}{0,0636}$
						Монтаж сборных конструкций	$\frac{0,35}{0,0674}$							
						Гидроизоляционные работы							$\frac{0,32}{0,0617}$	
													$\frac{0,11}{0,0029}$	

Продолжение табл. 6.1

0	1	2	3	4	5	6	7
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Дефицитность ресурсов $\frac{0,26}{0,1612}$	Времени $\frac{0,27}{0,0435}$	Продолжительность рабочих процессов $\frac{0,61}{0,0265}$	Земляные работы	$\frac{0,31}{0,0082}$	
						Устройство фундаментных конструкций	$\frac{0,58}{0,0154}$
						Гидроизоляционные работы	$\frac{0,11}{0,0029}$
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Дефицитность ресурсов $\frac{0,26}{0,1612}$	Времени $\frac{0,27}{0,0435}$	Продолжительность рабочих процессов с выполнением работ	Понижение У.Г.В. до проектной отметки	$\frac{0,39}{0,0170}$	
						«Отдых» и испытания свай	$\frac{0,27}{0,0046}$
						Набор прочности бетона	$\frac{0,34}{0,0058}$
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Дефицитность ресурсов $\frac{0,26}{0,1612}$	Рабочей силы (дефицитность квалификации) $\frac{0,18}{0,0290}$	Количество профессий	Механизмов и оборудования	$\frac{0,13}{0,0210}$	
						Материалов	$\frac{0,42}{0,0677}$
							Продолжительность процессов, не связанных с выполнением работ

Окончание табл. 6.1

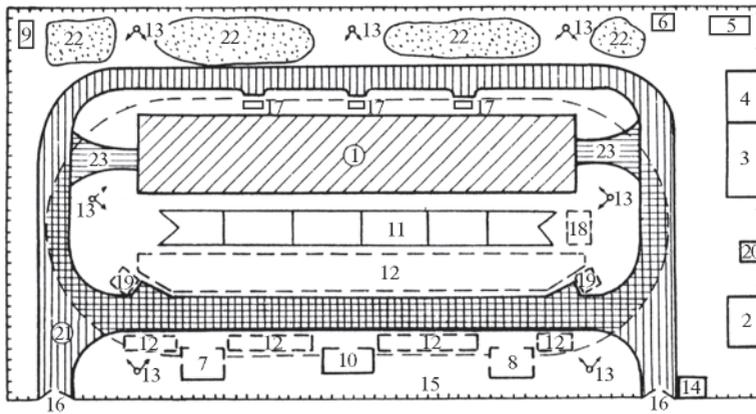
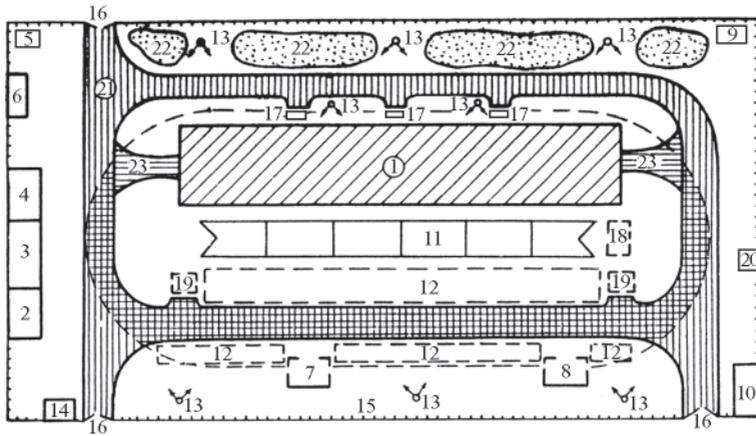
0	1	2	3	4	5	6	7
			Рабочей силы (дефицитность квалификации) $\frac{0,18}{0,0290}$		Средний разряд работ		$\frac{0,61}{0,0177}$
			Механизмов и оборудования $\frac{0,13}{0,0210}$			Количество типов применяемых механизмов	$\frac{0,44}{0,0092}$
					Процент работ, выполняемый с привлечением механизмов и оборудования субподрядчиков		$\frac{0,56}{0,0118}$
Интегральное качество	Затраты ресурсов $\frac{0,62}{0,6200}$	Дефицитность ресурсов $\frac{0,26}{0,1612}$	Материалов $\frac{0,42}{0,0677}$			Гравийно-песчаная смесь	$\frac{0,05}{0,0034}$
						Бутовый камень	$\frac{0,07}{0,0047}$
						Бетон	$\frac{0,10}{0,0068}$
						Арматурная сталь	$\frac{0,16}{0,0108}$
						Опалубочные материалы (пилломатериалы)	$\frac{0,11}{0,0075}$
						Железобетонные изделия	$\frac{0,37}{0,0250}$
						Гидроизоляционные рулонные материалы	$\frac{0,14}{0,0095}$

## **ВЫБОР ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА СТРОЙГЕНПЛАНА ВОЗВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ**

Рассматривались два варианта стройгенплана, каждый из которых полностью удовлетворяет требованиям СНиП. Варианты стройгенплана показаны на рис. 7.1.

Дерево свойств, характеризующих интегральное качество вариантов, приведено в табл. 7.1. Нормированные групповые коэффициенты весомости свойств качества (функциональность — удобство протекания различных процессов) определялись экспертным методом; для свойств экономичности аналитическим методом (т.е. коэффициенты весомости принимались пропорциональными затратам на обеспечение каждого свойства).

Подсчеты показали, что лучшим является вариант № 1.



### Стройгенплан

- |                                    |   |                                       |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1. Котлован<br>и строящееся здание | 8. Навес для влагоемких<br>материалов   | 15. Временное ограждение              |
| 2. Контурка прораба                | 9. Склад материалов                     | 16. Ворота двухпольные                |
| 3. Буфет-столовая                  | 10. Материальный склад                  | 17. Подъемники                        |
| 4. Раздевалка                      | 11. Путь для крана                      | 18. Место контрольного<br>груза       |
| 5. Уборная (автофургон)            | 12. Площадка ж.б. изделий<br>и арматуры | 19. Площадки для бетона<br>и раствора |
| 6. Душевая                         | 13. Мачты для освещения                 | 20. Трансформаторная                  |
| 7. Навес для столярных<br>изделий  | 14. Проходная<br>изделий                | 21. Временные автодороги              |
|                                    |   | 22. Резерв грунта                     |
|                                    |   | 23. Въезды в котлован                 |

Рис. 7.1

**Дерево свойств, характеризующих интегральное качество вариантов строительного возведения котлованного сооружения**

Уровни рассмотрения свойств								
0	1	2	3	4	5			
Интегральное качество	Качество (функциональность – удобство протекания различных процессов)	Процессы управления $\frac{0,32}{1469}$	Технологические $\frac{0,39}{0,0569}$	Визуальный контроль за рабочими местами из прорабской (удобство обзора)	$\frac{0,31}{0,0176}$			
			Организационные $\frac{0,61}{0,0900}$	Непосредственный контроль на рабочих местах (среднее расстояние до рабочих мест)	$\frac{0,69}{0,0393}$			
				Контроль за производством $\frac{0,46}{0,0420}$	Визуальный контроль за стройплощадкой из прорабской (удобство обзора)	$\frac{0,27}{0,0112}$		
			Процессы культурно-бытовые $\frac{0,18}{0,0823}$	Процессы личной гигиены (среднее расстояние от рабочих мест до туалетов)	Прием пищи (среднее расстояние от рабочих мест до столовой)	Непосредственный контроль на местах нахождения бригад и звеньев (среднее расстояние до мест)	$\frac{0,73}{0,0308}$	
						Проведение планерок $\frac{0,54}{0,0480}$	Удобство помещений для проведения планерок (площадь помещения)	$\frac{0,58}{0,0278}$
						Среднее расстояние от рабочих мест до помещений планерок	$\frac{0,42}{0,0202}$	
			Процессы транспортировки и хранения материалов $\frac{0,39}{0,1348}$	Отдых (среднее расстояние от рабочих мест до помещений отдыха и обогрева)	Разгрузка (расстояние от дороги до мест хранения)	Среднее расстояние от рабочих мест до столовой)	$\frac{0,21}{0,0174}$	
						Процессы личной гигиены (среднее расстояние от рабочих мест до туалетов)	$\frac{0,31}{0,0255}$	
								$\frac{0,48}{0,0394}$
								$\frac{0,27}{0,0358}$

Продолжение табл. 7.1

0	1	2	3	4	5			
Интегральное качество	Качество (функциональность — удобство протекания различных процессов)	$\frac{0,39}{0,1348}$	Хранение	Площадь хранения	$\frac{0,39}{0,0151}$			
					Наличие ограждающих конструкций	$\frac{0,61}{0,0234}$		
				Охрана (удобство визуального осмотра мест хранения)		$\frac{0,10}{0,0132}$		
				Подача на рабочие места (среднее расстояние до рабочих мест)		$\frac{0,36}{0,0478}$		
				Удобство связи с рабочими местами (среднее расстояние)		$\frac{0,35}{0,0336}$		
				Удобство подачи расходных материалов (среднее расстояние до дороги)		$\frac{0,28}{0,0268}$		
				Удобство связи с прорабской (среднее расстояние до прорабской)		$\frac{0,14}{0,0132}$		
				Удаленность от пожароопасных складов (среднее расстояние до складов)		$\frac{0,23}{0,0221}$		
				Экономичность				$\frac{0,54}{0,5400}$

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5	6		
Экономичность	В строительстве	Затраты на временные автодороги	0,88 <u>0,4770</u>	0,29 <u>0,1370</u>	Грунтовые	0,07 <u>0,0096</u>	
						0,14 <u>0,0192</u>	
	Экономичность		Затраты на инженерные сети	0,25 <u>0,1130</u>	С твердым сборным покрытием	С твердым сборным покрытием	0,79 <u>0,1082</u>
							0,73 <u>0,0292</u>
							0,27 <u>0,0109</u>
							0,51 <u>0,0296</u>
							0,49 <u>0,0291</u>
							0,58 <u>0,0079</u>
							0,42 <u>0,0063</u>
							0,12 <u>0,0271</u>
0,16 <u>0,0363</u>							
0,72 <u>0,1636</u>							

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	
Экономичность	В эксплуатации <u>0,12</u> <u>0,0643</u>	Затраты на ремонт авто-дорог <u>0,53</u> <u>0,0341</u>		Грунтовые	<u>0,65</u>	
					<u>0,0221</u>	
					С улучшенным покрытием	<u>0,31</u> <u>0,0106</u>
					С твердым сборным покрытием	<u>0,04</u> <u>0,0014</u>
		Затраты на инженерные сети — энергоснабжение (осветительная сеть —расход электроэнергии) <u>0,11</u> <u>0,0066</u>			На стационарные светильники	<u>0,58</u> <u>0,0041</u>
	На переносные светильники				<u>0,42</u> <u>0,0025</u>	
		Затраты на временные здания <u>0,36</u> <u>0,0236</u>			Постоянные сооружения (приведение в порядок перед сдачей в эксплуатацию)	<u>0,56</u> <u>0,0131</u>
						Временные сооружения однократного использования (затраты на текущий ремонт)
					Временные сооружения многократного использования (затраты на текущий ремонт)	<u>0,38</u> <u>0,0087</u>

## ПРИМЕР КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВАРИАНТОВ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ

Требовалось выбрать наилучший вариант объемно-композиционного решения здания спального корпуса санатория на 500 мест.

В результате предварительной проектной проработки и анализа дипломник отобрал 3 допустимых варианта, каждый из которых удовлетворяет требованиям СНиП и задания на дипломное проектирование. (Упрощенные схемы вариантов показаны на рис. 8.1, *а, б, в*).

Варианты № 1 и 2 (рис. 8.1, *а, б*) отличается от варианта № 3 (рис. 8.1, *в*) тем, что размещение отдыхающих в санатории предусмотрено в двух спальных корпусах (в варианте № 3 удалось обеспечить размещение в одном корпусе).

В соответствии с правилами, изложенными в «Методических указаниях», была разработана иерархическая схема свойств (дерево свойств), характеризующих качество всех трех сравниваемых вариантов. Причем поскольку ставилась задача выбора лучшего варианта только трех допустимых, а не из всего их возможного количества (включающего, например, существующие проекты аналогичных санаторных корпусов), в дерево свойств были включены только те свойства, по которым в трех сравниваемых вариантах имеются отличия (см. рис. 8.1).

Экспертная группа, определяющая коэффициенты весо-мости и некоторые относительные показатели  $K_{ij}$ , состояла из 3 преподавателей и 4 студентов — дипломников. Опрос проводился в 2 тура. Его результаты представлены в таблице вариантов ответов (табл. 8.1).

Уровни рассмотрения свойств						
0	1	2	3	4	5	6
					Микроклимат в спальнях	1. Инсоляция
						2. Проветривание
				Отдых		3. Веранды, лоджии
					Площадь спален	4. Комнаты отдыха
						5. Расст. до комнат отдыха
			Удобство для больных		Расположение спален	6. Расст. до мест общест. обслуживания
						7. Инсоляция
					Микроклимат в спальнях	8. Проветривание
				Лечение		9. Расст. до кабинета врача
		Работа санатория			Расположение спален	10. Расст. до лечебно-диагност. кор
						11. Площ. вспомог. помещений
	Функциональность		Удобство для персонала	Удобство	работы персонала	12. Расст. от рабоч. пом. до больших
						13. Расст. от рабоч. пом. до лечебно-диагностического корпуса
		Работа госпиталя	Возможность трансформации санатория в госпиталь		Гармония санатория	14. Процент трансп. помещений
						15. Пути эвакуации
						16. Площадь защищ. помещений
					17. Оригинальность внешнего вида	
Качество	Эстетичность	Привлекательность внешнего вида				18. Гармония с рельефом
					Гармония с окружающей средой	19. Гармония с застройкой
						20. Площадь застройки
						21. Кубатура здания
						22. Затраты на сейсмостойкость
	Экономичность					23. Площадь покрытия
						24. Площадь наружных стен

Рис. 8.1 . Дерево свойств для трех вариантов проекта санатория на 500 мест

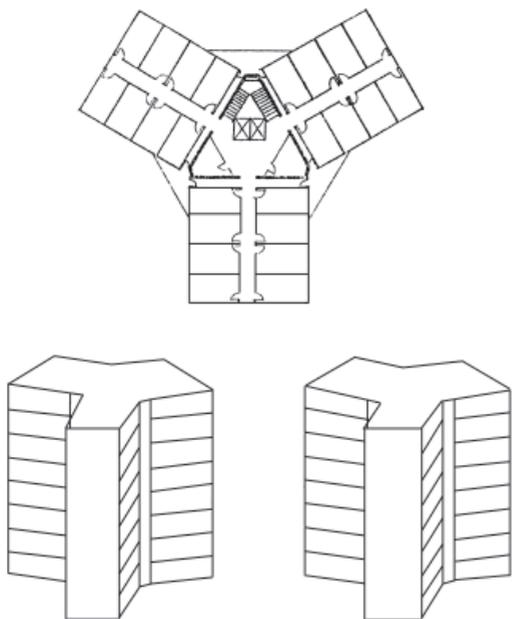


Рис. 8.1, а

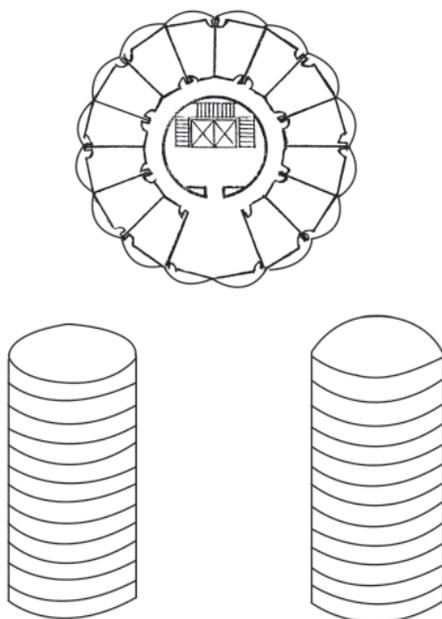


Рис. 8.1, б

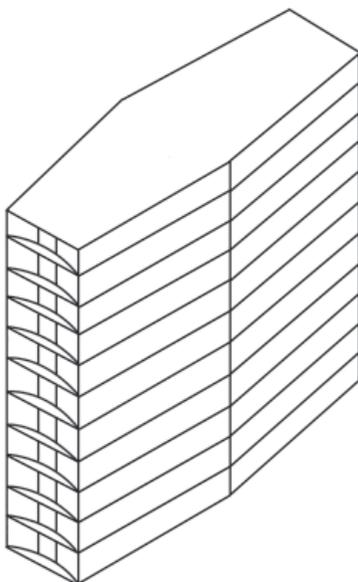
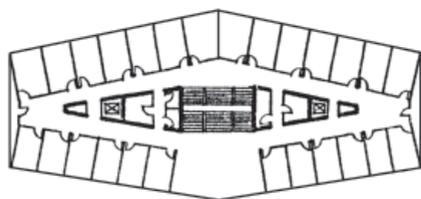


Рис. 8.1, в

Таблица оценки

№ свойств по дереву	Нормированный коэффициент весомости $M_j, \%$	Эталонный абсолютный показатель свойства $P_j^{эт}$	Вариант 1		
			Абсолютный показатель свойства $P_{1j}$	Относительный показатель свойства $K_{1j}$	$K_{1j}M_j, \%$
1	2	3	4	5	6
1	2,5	1,0	0,54	0,54	1,4
2	1,7	1,0	0,62	0,62	1,1
3	1,8	624,0	478,0	0,77	1,4
4	0,8	385,0	43,5	0,11	0,1
5	0,7	38,7	44,6	0,87	0,6
6	1,0	25,4	25,4	1,00	1,0
7	2,3	1,0	0,54	0,54	1,2
8	1,5	1,0	0,58	0,58	0,9
9	2,6	65,5	57,3	0,97	2,5
10	6,2	150,0	150,0	1,00	6,2
11	4,5	39,0	17,5	0,45	2,0
12	1,8	48,0	59,3	0,81	1,5
13	2,7	158,0	158,0	1,00	2,7
14	5,2	100,0	79,5	0,79	6,5
15	5,8	100,0	100,0	1,00	5,8
16	5,7	76,6	70,3	0,92	5,2
17	6,3	100,0	100,0	1,00	8,3
18	8,4	100,0	84,0	0,84	7,1
19	3,7	100,0	89,7	0,90	3,3
20	3,5	486,0	1245,0	0,39	1,4
21	5,4	17630,0	32810,0	0,54	2,9
22	8,9	100,0	83,0	0,83	7,4
23	3,7	480,6	1232,0	0,39	1,4
24	8,3	1180,0	4090,0	0,29	1,4

$$\sum_{j=1}^{24} = 100,0$$

$$K_1^0 = \sum_{j=1}^{24} K_{1j}M_j = 74,3$$

Таблица 8.1

вариантов

Вариант 2			Вариант 3		
Абсолютный показатель свойства $P_{2j}$	Относи- тельный показатель свойства $K_{2j}$	$K_{2j}M_j$ , %	Абсолютный показатель свойства $P_{3j}$	Относи- тельный показатель свойства $K_{3j}$	$K_{3j}M_j$ , %
7	8	9	10	11	12
0,73	0,73	1,8	1,00	1,00	2,5
0,42	0,42	0,7	1,00	1,00	1,7
624,0	1,00	1,8	304,0	0,49	0,9
372,0	0,97	0,8	385,0	1,00	0,8
42,5	0,91	0,6	38,7	1,00	0,7
52,8	0,48	0,5	39,3	0,65	0,6
0,77	0,77	1,8	1,00	1,00	2,3
0,38	0,38	0,6	1,00	1,00	1,5
75,2	0,87	2,3	65,5	1,00	2,6
310,0	0,48	2,9	245,0	0,61	3,8
15,2	0,39	1,8	39,0	1,00	4,5
54,2	0,89	1,6	48,0	1,00	1,8
305,0	0,52	1,4	240,0	0,66	1,8
31,6	0,32	2,6	100,0	1,00	8,2
42,0	0,42	2,4	92,0	0,92	5,3
63,5	0,83	4,7	76,6	1,00	5,7
52,0	0,52	4,3	92,6	0,93	7,7
62,0	0,62	5,2	100,0	1,00	8,4
54,5	0,54	2,0	100,0	1,00	3,7
545,0	0,89	3,1	486,0	1,00	3,5
21600,0	0,82	4,4	17630,0	1,00	5,4
100,0	1,00	8,9	61,5	0,62	5,5
581,0	0,91	3,4	480,6	1,00	3,7
1180,0	1,00	8,3	4220,0	0,28	2,3

$$K_2^0 = \sum_{j=1}^{24} K_{2j}M_j = 67,9$$

$$K_3^0 = \sum_{j=1}^{24} K_{3j}M_j = 84,9$$

Подсчеты показали, что комплексные оценки качества равны:

Для варианта № 1  $K_1^0 = 74,3$

Для варианта № 2  $K_1^0 = 67,9$

Для варианта № 3  $K_1^0 = 84,9$

Таким образом, для дальнейшей разработки был принят наилучший вариант № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Основные положения, лежащие в основе квалиметрической оценки вариантов проекта .....	5
2. Алгоритм квалиметрической оценки вариантов проекта .....	9
Приложение 1. Пример сравнения вариантов промышленного здания .....	36
Приложение 2. Пример сравнения вариантов для многоэтажного жилого дома для южных районов. ....	40
Приложение 3. Выбор лучшего варианта объемно-планировочного решения больницы .....	51
Приложение 4. Выбор лучшего варианта объемно-планировочного решения спортивного зала .....	61
Приложение 5. Выбор лучшего варианта объемно-планировочного решения подземного сооружения .....	65
Приложение 6. Выбор лучшего варианта фундамента .....	74
Приложение 7. Выбор лучшего варианта стройгенплана возведения сооружений .....	82
Приложение 8. Пример квалиметрического анализа вариантов проектного решения .....	88

# ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методические указания по выбору  
вариантов инженерных решений  
в дипломных проектах на основе квалиметрии

Редакторы *Д.Н. Тихоньчев, П.В. Елистратова*  
Корректор *В.В. Игнатова*  
Компьютерная верстка *О.А. Денисова*

---

Тип. зак.	Изд. зак. 213	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 06.11.08	Гарнитура NewtonС	
Усл. печ. л. 6,0		Формат 60×90 <sub>1/16</sub>

---

Издательский центр и Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РГОТУПС,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2