

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАТРАТ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ: ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ

Актуальность темы настоящей статьи обусловлена двумя группами вопросов, возникающих в связи с восстановлением основных средств, а именно:

- оценкой технического уровня основных средств до и после их восстановления, что необходимо для обоснования инвестиций;
- учетными проблемами (необходимостью формирования достоверной информации о стоимости основных средств, а также правильностью формирования налогооблагаемых баз по налогу на прибыль, НДС, налогу на имущество).

В настоящее время Минфин РФ не дает нормативного определения понятия «ремонт», отсутствуют методики разделения затрат при комплексном капитальном ремонте-реконструкции-модернизации. При этом возможность такого восстановления основных средств непосредственно предусмотрена ПБУ 6/01.

В настоящей статье мы предприняли попытку обобщить имеющийся на данный момент материал по рассматриваемой теме, а также на конкретном примере из нашей аудиторской практики проиллюстрировали предлагаемую нами методику классификации затрат на текущие и капитальные.

Анализ определений понятия "ремонт"

Понятие "ремонт" используется как в бухгалтерском учете, так и в налоговом законодательстве.

В бухгалтерском учете понятие "ремонт" упомянуто в п. 26 ПОЛОЖЕНИЯ ПО БУХГАЛТЕРСКОМУ УЧЕТУ "УЧЕТ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ" ПБУ 6/01, утв. Приказом Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н (в дальнейшем - ПБУ 6/01).

26. Восстановление объекта основных средств может осуществляться посредством ремонта, модернизации и реконструкции.

При этом непосредственно в ПБУ 6/01 понятие "ремонт" не раскрывается.

Согласно "Толковому словарю русского языка" С.И. Ожегова "восстановление" - это приведение в прежнее состояние. Поэтому реконструкция и модернизация не "восстанавливают" функции и характеристики объектов основных средств, а расширяют их.

Таким образом, очевидно необходимо разделять:

- восстановление объектов основных средств, то есть их приведение в прежнее состояние, которое по каким-либо причинам было нарушено. Восстановление производится с помощью ремонта, который в любом случае приводит объекты в прежнее состояние, но отличается лишь сложностью: текущий и капитальный ремонт;
- расширение объектов основных средств, то есть изменение их технико-экономических показателей. Это и осуществляется с помощью модернизации (для оборудования и машин) или реконструкции (для зданий и сооружений).

Поэтому на первый взгляд кажется нелогичным то, что в п. 26 упоминаются в качестве способов восстановления основных средств модернизация и реконструкция.

Однако положения п. 27 ПБУ 6/01 снимают это противоречие. В данном пункте, в частности, указано: "[...] затраты на модернизацию и реконструкцию объекта основных средств после их окончания могут увеличивать первоначальную стоимость такого объекта, если в результате модернизации и реконструкции улучшаются (повышаются) первоначально принятые нормативные показатели функционирования (срок полезного использования, мощность, качество применения и т.п.) объекта основных средств".

Как видно, квалифицирующим признаком модернизации и реконструкции служит улучшение (повышение) первоначально принятых нормативных показателей функционирования (срок полезного использования, мощность, качество применения и т.п.) объ-

екта основных средств. Пункт 27 ПБУ 6/01 теоретически допускает то, что модернизация и реконструкция могут не приводить к указанным выше следствиям. Но тогда модернизация и реконструкция становятся тождественны понятию "ремонт", поскольку для ремонта в ПБУ 6/01 вообще не предусмотрена возможность увеличения первоначальной стоимости ремонтируемого объекта на соответствующие затраты.

С учетом сказанного выше следует важный вывод, который состоит в том, что ПБУ 6/01 допускает комплексный ремонт-реконструкцию-модернизацию.

Для целей определения понятия "ремонт" принципиально важен также п. 28 ПБУ 6/01:

28. В случае наличия у одного объекта нескольких частей, имеющих разный срок полезного использования, замена каждой такой части при восстановлении учитывается как выбытие и приобретение самостоятельного инвентарного объекта.

Что такое часть объекта?

Определения этого в ПБУ 6/01 нет. Важность четкого определения понятия "часть объекта" мы можем проиллюстрировать на следующем примере. Например, шпилька (винт), которой крепится колесо к ступице автомобиля - это отдельный объект или нет? Шпилька служит более года, но очевидно, что за срок эксплуатации автомобиля рассматриваемая деталь может меняться неоднократно.

Поэтому полагаем, что выделение какой либо части объекта основных средств в составе сложного объекта возможно только в том случае, если такой объект описан в Общероссийском классификаторе основных фондов ОК 013-94, утв. Постановлением Госстандарта РФ от 26.12.1994 г. № 359.

Рассмотрим пример.

В стекольной промышленности для варки стекла широкое распространение получили ваннные печи. Комплекс оборудования включает: ванную печь, регенератор, антресоли для размещения органов управления печью, систему автоматики, систему воздушного охлаждения, систему подачи топлива, фундамент, колонны и пр.

Согласно классификатора ОК 013-94 объектом классификации рабочих машин и оборудования является каждая отдельная машина, аппарат, агрегат, установка и т.п., включая входящие в их состав принадлежности, приборы, инструменты, электрооборудование, индивидуальное ограждение, фундамент.

В классификаторе ОК 013-94 находим.

14 0000000	9	МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
14 2943151	2	Печи стекловаренные	
14 2943152	0	Печи для отжига и подогрева деталей	

Таким образом, несмотря на то, что отдельные конструктивные элементы стекловаренной печи имеют различный срок использования, печь учитывается как один инвентарный объект.

Поэтому, если, например, при холодном капитальном ремонте печи производится полная разборка сводов, стен, ванны, регенератора, это нельзя учитывать как ликвидацию отдельных инвентарных объектов.

Понятие "ремонт" раскрывается в МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЯХ ПО БУХГАЛТЕРСКОМУ УЧЕТУ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ, утв. Приказом Минфина РФ от 20.07.1998 г. № 33н (с 01.01.2004 г. действует новая редакция данного документа, которая, к сожалению, не содержит подобных определений).

К работам по обслуживанию, а также текущему и среднему ремонту объектов основных средств относятся работы по систематическому и своевременному предохранению их от преждевременного износа и поддержанию в рабочем состоянии.

Учет затрат на производство капитального ремонта организуется по отдельным объектам или группам основных средств. При этом следует исходить из того, что при капитальном ремонте:

- оборудования и транспортных средств, как правило, производится полная разборка агрегата, ремонт базовых и корпусных деталей и узлов, замена или восстановление всех изношенных деталей и узлов на новые и более современные, сборка, регулирование и испытание агрегата;
- зданий и сооружений производится смена изношенных конструкций и деталей или замена их на более прочные и экономичные, улучшающие эксплуатационные возможности ремонтируемых объектов, за исключением полной замены основных конструкций, срок службы которых в данном объекте является наибольшим (каменные и бетонные фундаменты зданий, трубы подземных сетей, опоры мостов и т.п.).

Заметим, что известный экономист А.Н.Медведев в ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ КОММЕНТАРИИ К СОСТАВУ ЗАТРАТ В СВЕТЕ ГЛАВЫ 25 НК РФ ("Книги издательства "Налоговый вестник", 2001) отмечает, что, с его точки зрения, наиболее удачное определение ремонтных работ содержится в Письме Госкомстата РФ от 09.04.2001 г. № МС-1-23/1480.

В Постановлении Госкомстата РФ от 07.02.2001 г. № 13 дано определение капитальному ремонту машин, оборудования и транспортных средств.

Детальное определение различных видов ремонта зданий и сооружений дается также в ПОЛОЖЕНИИ О ПРОВЕДЕНИИ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, утв. Постановлением Госстроя СССР от 29.12.1973 г. № 279.

Имеются отраслевые нормативные документы, в которых конкретизируется понятие ремонта по видам работ. Так, например, для стекольной промышленности определения различных видов ремонта можно найти во ВРЕМЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ СТЕКОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ, изданное Промстройиздатом в 1954 г.

В НК РФ, как мы уже указывали, нет определения понятия ремонта. Нет там и упоминания о возможности капитальных комплексных ремонтов, когда наряду с восстановлением основных средств производится также их реконструкция или модернизация.

Поэтому имеется риск того, что обнаружив в таком комплексном капитальном ремонте хотя бы один признак реконструкции или модернизации налоговые органы все работы в целом объявят капитальными. Данный риск уменьшается тем, что, как мы уже указывали выше, НК РФ не раскрывает само понятие "ремонт", поэтому в соответствии со ст. 11 НК РФ мы используем его определение, данное в нормативных документах бухгалтерского учета, являющегося составной частью административного законодательства РФ.

Статья 11. Институты, понятия и термины, используемые в настоящем Кодексе

1. Институты, понятия и термины гражданского, семейного и других отраслей законодательства Российской Федерации, используемые в настоящем Кодексе, применяются в том значении, в каком они используются в этих отраслях законодательства, если иное не предусмотрено настоящим Кодексом.

Таким образом, мы будем руководствоваться понятием ремонта, которое дано в документах (включая уже не действующие), регламентирующих бухгалтерский учет, и документах Госкомстата РФ.

Как уже указывалось выше, к настоящему времени накопилось множество определений понятия ремонта и капитального ремонта в частности. Более того, Минфин РФ отказался от урегулирования проблемы унификации определения данного понятия. Поэтому мы попытались дать такие определения, которые позволяли бы связать воедино имеющиеся определения, устранить противоречия и двусмысленности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ № 1

Комплексным капитальным ремонтом инвентарного объекта является воспроизводство инвентарного объекта с использованием его структурных элементов и/или их частей (конструкций, узлов, деталей и т.п.), которые применяются в аналогичных структурных элементах отремонтированного объекта при сохранении функционального назначения объекта в целом. Возможно частичное изменение структуры ин-

вентарного объекта, если наряду с ремонтными работами проводились работы по реконструкции, модернизации, достройки или дооборудованию объекта.

При этом в силу использования наряду с новыми материалами и конструкциями структурных элементов ремонтируемого объекта и/или их частей общий физический износ отремонтированного объекта на дату ввода в эксплуатацию должен быть не менее 5%.

Если ремонтируемый инвентарный объект является системой инвентарных объектов (включает в себя инвентарные объекты), то под комплексным капитальным ремонтом понимается совокупность капитальных ремонтов всех инвентарных объектов системы.

Данное выше определение аккумулирует в себе следующие признаки комплексного капитального ремонта.

1). Использование при ремонте структурных элементов объекта и/или их частей позволяет говорить о старом и новом состоянии одного и того же объекта, а не о разных объектах до и после ремонта.

2). Применение "старых" материалов для ремонта в аналогичных структурных элементах отремонтированного объекта (при сохранении его структуры и функций в целом) позволяет отделить ремонт от возведения нового объекта из материалов, полученных от разборки старого объекта в ходе его ликвидации.

3). Учет физического износа - это критерий меры сходства объектов до и после ремонта. Новый объект, как правило, не имеет физического износа, в то время как капитально отремонтированный объект не может быть избавлен от неустранимого износа. Уровень существенности 5% соответствует традиционной мере существенности, применяемой в экономике.

В отличие от капитального ремонта инвентарных объектов капитальный ремонт неинвентарных объектов рассматривается как капитальный выборочный ремонт инвентарного объекта, в который входит в качестве структурной единицы рассматриваемый неинвентарный объект.

Поэтому для квалификации данного выборочного ремонта как капитального не требуется выяснение того, использовались ли при ремонте структурные элементы неинвентарного объекта и/или их части.

В ряде случаев (например, ремонт инженерного оборудования зданий) имеется перечень нормативно установленных ремонтных работ. Проведенный нами анализ показал, что данные работы, как правило, увязываются с сохранением структуры неинвентарных объектов (замена или восстановление тех или иных элементов).

Поэтому необходимым признаком выборочного ремонта инвентарного объекта является сохранение (в определенной степени) структуры восстанавливаемых неинвентарных объектов (конструкций, узлов, деталей и т.п.), входящих в ремонтируемый инвентарный объект. При этом полной тождественности структур неинвентарных объектов до и после выборочного ремонта (включающего их инвентарного объекта) может и не быть в силу проведения одновременно с ремонтом работ по реконструкции, модернизации, достройке и дооборудованию.

Теперь дадим определение выборочного капитального ремонта инвентарного объекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ № 2

Выборочным капитальным ремонтом инвентарного объекта является воспроизводство входящего в него неинвентарного объекта при полной или существенной замене его структурных элементов и при сохранении функционального назначения неинвентарного объекта. При этом возможно частичное изменение структуры неинвентарного объекта, если наряду с ремонтными работами проводились работы по реконструкции, модернизации, достройки или дооборудованию объекта.

Необходимо заметить, что имеющиеся в настоящее время разные определения капитального ремонта оборудования не предусматривают выборочного капитального ремонта, а лишь комплексный капитальный ремонт (слово "комплексный" поэтому опускается). Такая терминология ("комплексный", "выборочный") в настоящее время применяется только для ремонта зданий и сооружений.

Методы выделения расходов на модернизацию, реконструкцию из общего объема расходов на восстановление основных средств

В качестве примера, на котором мы будем опробовать предлагаемый нами метод отделения капитальных затрат от текущих затрат, используем реальную ситуацию из нашей аудиторской практики.

Сохраняя условия конфиденциальности, назовем аудируемое предприятие условно ООО «СТЕКЛОВАР».

ООО «СТЕКЛОВАР» имело на балансе до проведения работ по восстановлению объектов основных средств стекловаренную печь, основные параметры которой представлены ниже:

- ванная стекловаренная печь непрерывного действия с подковообразным пламенем с двумя регенераторами и двумя фидерами;
- производитель: Saint Gobain (Франция);
- дата установки: 1973г.;
- емкость ванной печи: 77 тонн;
- максимальная производительность: 35 тонн в сутки;
- максимальная температура: 1560°С;
- способ нагрева: природный газ;
- охлаждение: воздух;
- последний холодный ремонт: 1999 г.;
- число пар горелок – 7.
- площадь зеркала варочной части – 31,87 кв.м.

В соответствии с правилами бухгалтерского учета в составе печи как инвентарного объекта подлежит учету монолитный железобетонный фундамент, колонны (печь возводилась позже сооружения здания цеха, фундамент печи конструктивно не соединен с фундаментом здания), а также антресоль для обслуживания печи и размещения оборудования автоматики (антресоль не является частью здания, сооружена на отдельном фундаменте непосредственно для обслуживания возведенной печи).

В составе стекловаренной печи отсутствуют отдельные инвентарные объекты, хотя, конечно, имеются как долгоживущие (фундамент, колонны и пр.), так и короткоживущие элементы (своды печи и пр.). Отдельный их учет как инвентарных объектов основных средств недопустим в силу того, что классификатором ОК 013-94 подобные объекты как самостоятельные объекты классификации не предусмотрены.

Период между холодными (с остановкой и сливом стекломассы) капитальными ремонтами стекловаренных печей составляет 5-6 лет. Поэтому в 2004 г. остановка печи на проведение холодного ремонта представляется обоснованной.

Предприятие в ходе работ по совершенствованию технологического процесса осуществило следующие работы: разборку ванны, стен, сводов стекловаренной печи, регенератора, демонтаж систем автоматики, вентиляции и подачи топлива. Таким образом, от прежней стекловаренной печи частично остался фундамент (монолитная железобетонная плита), колонны и антресоль для размещения технологического оборудования и обслуживания печи.

На сохранившемся фундаменте были выполнены работы по кладке и обвязке ванны печи, стен, сводов, влетов и фидеров. Был выложен и обвязан регенератор. На сохранившейся антресоли смонтировано оборудование автоматики, подведена система вентиляции и подачи топлива.

Как видно работы по проведению ремонта стекловаренной печи были обоснованы. Причем можно утверждать, что проводился именно комплексный ремонт-модернизация, а не создание новой печи с применением материалов, полученных от разборки (оставшиеся конструктивные элементы используются в прежнем качестве, а оценка неустранимого физического износа печи после восстановления показывает, что уровень существенности 5% превышен).

* * *

Перейдем сейчас к анализу способов разделения затрат на затраты по капитальному ремонту и затраты по модернизации.

В настоящее время имеется ряд публикаций, где авторы предлагают свои методики отчисления затрат по капитальному ремонту от затрат на реконструкцию и модернизацию.

Так, например, Е.В.Орлова в книге "УЧЕТ РАСХОДОВ НА РЕМОНТ" (Книги издательства "Налоговый вестник", 2002) указывает, что на практике наибольшие сложности у организаций вызывает проведение восстановления объектов основных средств "комбинированным" способом с осуществлением в процессе капитального ремонта работ по модернизации и реконструкции, что требует разграничения текущих и капитальных затрат **на основании проектно-сметной документации** (расценочных описей проведенных работ) и актов приемки выполненных объемов работ с применением различных способов списания произведенных расходов.

Мы полагаем, что если бы существовала возможность разграничения ремонта и реконструкции на уровне проектно-сметной документации, то большинства проблем просто бы не существовало. Но чаще всего, и рассматриваемый нами случай не исключение, такой возможности нет.

Пример. Переключается ванна стекловаренной печи. Увеличивается емкость ванны, кроме того, новые материалы позволяют увеличить срок полезного использования печи. Как разделить затраты на капитальные (модернизация) и ремонт? Расценки на кладочные работы (сборник № 45 единых районных единичных расценок на промышленные печи и трубы), обвязку печи (сборник 9 ЕРЕР) единые (нет специальных расценок по ремонту и модернизации).

Важно также иметь в виду, что ремонт не только восстанавливает объект в идентичном прежнему состоянию (воспроизводит копию), но также улучшает характеристики ремонтируемого объекта. Реконструкция (модернизация) также призвана улучшать характеристики реконструируемого (модернизируемого) объекта (экономичность, мощность, качество изделий и пр.).

Для разграничения затрат в случаях, аналогичных рассмотренному, каких либо четких методик ни Минфин РФ, ни Федеральная налоговая служба не дают. Поэтому налогоплательщик вправе разработать собственную методику. В этом его интересы обосновываются п. 7 ст. 3 НК РФ.

Мы полагаем, что в ситуациях, подобной рассматриваемой, единственным способом разделить совокупные расходы на восстановление основных средств может быть использование экспертных методов, основанных на сравнении параметров объекта до и после выполнения работ.

Некоторые авторы для сравнения однофункциональных систем предлагают функцию качества (разновидность функции полезности давно известной в экономике) [1, стр. 18].

По нашему мнению, данная теория может скорее рассматриваться как философская концепция, но не конкретный инструмент (нет обоснования применения в тех или иных условиях конкретных видов функций качества).

Мы считаем, что наиболее отлаженным (рекомендовано для применения в оценочной деятельности Минимуществом РФ) математическим аппаратом для сравнения любых объектов является метод анализа иерархий (МАИ) [2]. Достоинством МАИ является его доступность для экспертов без применения какой-либо трансляции на обычный язык сложных математических моделей (например, теории нечетких множеств и т.п.).

Однако, при применении экспертных методов для целей бухгалтерского учета и налогообложения возникает закономерный вопрос – насколько допустим субъективизм в вопросе формирования налогооблагаемых баз и оценки балансовых статей?

Модернизация объекта основных средств – это приведение его к современным требованиям.

В Толковом словаре русского языка [3, стр. 361] находим, что «модернизировать» [оборудование] - это сделать его отвечающим современным требованиям путем введения усовершенствований.

В НК РФ говорится просто о появлении у модернизированного объекта новых качеств (п. 2, ст. 257). Полагаем, что подразумевается появление новых положительных качеств и/или улучшение существовавших значений технико-экономических параметров объекта.

Так, например, замена при капитальном ремонте автомобиля двигателя на менее мощный и более экономичный в условиях отсутствия дефицита на топливо, очевидно, не может рассматриваться как модернизация, и, наоборот, при топливном кризисе – это очевидно положительное (желаемое) качественное изменение.

Понятие «современные требования» зависит, как видно, от фактора времени и места, т.е. «модернизация» - это понятие **субъективное (оценочное)**.

Поэтому считаем вполне уместными экспертные методы для выделения затрат на ремонт из общей суммы затрат по выполнению работ на ремонтируемом и модернизируемом объекте.

Такое определение расходов по модернизации не противоречит принципам оценивания активов баланса. Действительно стоимость имущества, учтенного на балансе предприятия, должна отвечать его рыночной оценке или хотя бы в максимальной степени ей соответствовать. Рыночная стоимость любого объекта основных средств зависит от того, какой функциональный износ имеет объект, т.е. от того насколько он соответствует сложившимся на данный момент в обществе требованиям (стереотипам). Ввиду этого одни и те же расходы могут увеличивать рыночную и соответственно балансовую стоимость объекта или же нет. Все зависит от конкретной ситуации в экономике и общественном сознании.

Итак в случае комплексного капитального ремонта-модернизации разделение затрат на текущие и капитальные будет зависеть от того, насколько объект после такого ремонта соответствует современным представлениям о качестве. Отсутствие улучшения технико-экономических показателей (или даже их ухудшение) – это признак ремонта, а не модернизации, и, наоборот.

Пример решения задачи распределения затрат на текущие и связанные с модернизацией оборудования

Описание объекта основных средств и перечень работ по его восстановлению был дан выше. Сейчас остановимся на задачах и технике проведения экспертизы.

Необходимость сравнительного анализа стекловаренной печи (СП) до и после капитального (холодного) ремонта обусловлена двумя основными задачами:

- обоснование инвестиций ростом технического уровня СП в результате проведения комплексного капитального ремонта-модернизации;
- распределение общего объема затрат на текущие и долгосрочные (капитальные), что необходимо для правильного формирования инвентарной стоимости СП и финансовых результатов деятельности предприятия как в бухгалтерском, так и в налоговом учете.

Напомним, что для применения процедуры расчетного распределения затрат на текущие и капитальные (долгосрочные) мы проанализировали наличие необходимых условий, а именно - имело ли место восстановление СП или был создан совершенно новый объект. Нами было показано, что имело место восстановление СП.

Сравнительный анализ технических параметров СП до и после капитального ремонта проведен экспертным методом, а именно - методом анализа иерархий (МАИ). Основные идеи данного метода см. в Приложении № 1 к настоящей статье.

Иерархическая декомпозиция цели анализа по критериям сравнения представлена на следующем рисунке.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СП ДО И ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Эксплуатационные (качественные) признаки				Объемные (количественные) признаки
Съем стекло- массы в сутки, т./кв.м.	Срок по- лезного использо- вания печи, лет	Удельный расход топлива (газа), куб.м./т.	Степень автомати- зации тех- нологиче- ского про- цесса	Объем ванны, куб.м.
СП до проведения работ				СП после проведения работ

Пример заполнения бланка анкеты дан ниже.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "СТЕКЛОВАР"**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СП ДО И ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО (ХОЛОДНОГО) РЕМОНТА**

1. Насколько эксплуатационные (качественные) признаки важнее, чем объемные (количественные) признаки:

5

2. Анализируются попарно качественные признаки на предмет их важности для соответствия современному уровню техники.

В результате анкетирования заполняется следующая матрица парных сравнений (МПС):

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ СРАВНЕНИЯ	Съем стекломассы в сутки, т./кв.м.	Срок полезного использования печи, лет	Удельный расход топлива (газа), куб.м./т.	Степень автоматизации технологического процесса
Съем стекломассы в сутки, т./кв.м.	1	2	1/4	1/2
Срок полезного использования печи, лет	1/2	1	1/6	1/3
Удельный расход топлива (газа), куб.м./т.	4	6	1	3
Степень автоматизации технологического процесса	2	3	1/3	1

3. Насколько степень автоматизации СП после ремонта выше, чем до его проведения:

3

ПРИМЕЧАНИЕ. Сравнение производится по девятибальной шкале (1-нет превосходства никакого из критериев сравнения, 9-максимальное превосходство какого-либо из критериев). Обратные величины 1/1 - 1/9.

Ф.И.О. анкетиремого: _____

Дата анкетирования: _____

Элементом матрицы парных сравнений $a(i,j)$ является интенсивность проявления элемента иерархии i относительно элемента иерархии j , оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9, предложенной автором метода, где оценки имеют следующих смысл:

- 1 - равная важность;
- 3 - умеренное превосходство одного над другим;
- 5 - существенное превосходство одного над другим;
- 7 - значительное превосходство одного над другим;
- 9 - очень сильное превосходство одного над другим;
- 2, 4, 6, 8 - соответствующие промежуточные значения.

Заполняется только верхняя часть матрицы парных сравнений, т.к. матрица симметрична (элементы под главной диагональю получаются из соответствующих элементов над главной диагональю путем деления единицы на значение симметричного элемента).

После проведения анкетирования специалистов предприятия и экспертов сторонних организаций была произведена обработка полученных данных, пример которой дан в ПРИЛОЖЕНИИ № 2 к настоящей статье. Из рассмотрения были исключены анкеты, индексы согласованности по которым превышали 20%.

По оставшимся анкетам оказалось, что веса технического уровня СП до и после ремонта по всем экспертам достаточно близки (не превышают уровня существенности 5%). Поэтому итоговые значения весов были получены вычислением средних арифметических значений.

Доля затрат, приходящихся на ремонт была определена как частное от деления веса (коэффициента) СП до проведения работ по восстановлению на вес после проведения данных работ.

В нашем случае соотношение затрат на капитальный ремонт и модернизацию оказалось близким к 50х50.

Литература.

1. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике (методы анализа проблем и поиска решений в технике) - М.: "Речной транспорт", 1990.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
3. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений/Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е изд., дополненное. – М.: Азбуковник, 1999.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Метод анализа иерархий (МАИ) предложен известным американским математиком и экономистом Томасом Саати.

К основным процедурам данного метода относятся следующие:

- 1 — генерация множества альтернативных вариантов;
- 2 — формирование множества критериев для оценки альтернативных вариантов и представление его в виде холлархии (иерархия, в которой разрешены связи "многие ко многим");
- 3 — выявление предпочтений экспертов на множестве альтернатив по различным критериям;
- 4 — установление относительной важности влияния критериев на цель выбора и другие критерии;
- 5 — получение ранжированных наборов альтернатив по всем критериям и целям.

Все перечисленные процедуры связаны с обработкой информации, поступающей от экспертов. Так, сначала экспертами генерируется множество допустимых альтернатив, среди которых необходимо провести выбор лучшей альтернативы или упорядочивание всех элементов. Обычно на этом этапе должно проводиться разумное усечение множества всех возможных альтернатив или его кластеризация в связи с ограничением метода на число одновременно сравниваемых объектов.

Вершиной иерархии обычно является глобальная цель (фокус), на следующем уровне присутствуют цели, ниже — подцели, затем критерии, подкритерии и на самом нижнем уровне — альтернативы. Иерархии могут содержать уровни главных сил и/или акторов, обычно следующих за глобальной целью, что позволяет связать цели с конкретными группами лиц и тем самым провести учет и взвешивание интересов различных групп людей, которым предстоит осуществлять принимаемое решение.

Основной способ измерения предпочтений экспертов, используемый в МАИ, — парные сравнения. Эксперт попарно должен сравнить все альтернативы по каждому критерию и давать оценку предпочтительности по девятибалльной шкале.

Выбор этой шкалы обусловлен следующими соображениями:

- чем выше число градаций шкалы, тем выше точность экспертной оценки;
- поскольку провести одновременное сравнение более чем девяти объектов крайне затруднительно, то для их различения достаточно девяти градаций.

Результаты экспертной оценки вариантов записываются в матрицы парных сравнения (МПС).

Элементом матрицы $a(i,j)$ является интенсивность проявления элемента иерархии i относительно элемента иерархии j , оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9, предложенной автором метода, где оценки имеют следующий смысл:

- 1 - равная важность;
- 3 - умеренное превосходство одного над другим;
- 5 - существенное превосходство одного над другим;
- 7 - значительное превосходство одного над другим;
- 9 - очень сильное превосходство одного над другим;
- 2, 4, 6, 8 - соответствующие промежуточные значения

Если при сравнении одного фактора i с другим j получено $a(i,j) = b$, то при сравнении второго фактора с первым автоматически получаем $a(j,i) = 1/b$.

Матрицы парных сравнений являются обратно-симметричными, т.е. содержат избыточную информацию, поэтому достаточно заполнить верхний либо нижний треугольник матрицы.

Главный собственный вектор матрицы парных сравнений интерпретируется как вектор приоритетов сравниваемых критериев и альтернатив.

Главный собственный вектор ω матрицы A можно найти из уравнения:

$$A \omega = \lambda_{max} \omega,$$

где λ_{max} - максимальное собственное значение матрицы A .

Мы использовали для точного определения λ_{max} и ω написанные нами программные средства, работающие под управлением Microsoft Excel.

Однако имеется и более простой, но менее точный, способ определения ω . Он основан на том, что процедура определения собственных векторов матриц поддается приближению с помощью вычисления **геометрической средней**.

При заполнении МПС возникает проблема согласованности суждений. Она связана с тем, что эксперт, сравнивая альтернативы попарно, не обязан думать о взаимоотношениях этих альтернатив со всеми остальными. При этом могут возникнуть нарушения транзитивности суждений, которые делают бессмысленной дальнейшую обработку матриц. Нарушение транзитивности представляет собой пример достаточно сильной несогласованности, однако матрица может быть несогласованной, но при этом не произойдет нарушения порядка. Вероятность возможных нарушений согласованности повышается с увеличением размерности матрицы.

Важным результатом МАИ является так называемый индекс согласованности (ИС), который дает информацию о степени нарушения согласованности:

$$ИС = (\lambda_{max} - n)/(n - 1),$$

где n - порядок матрицы парных сравнений.

Теперь сравним эту величину с той, которая получилась бы при случайном выборе количественных суждений из нашей шкалы, и образовании обратно симметричной матрицы. Ниже даны средние согласованности для случайных матриц разного порядка.

Порядок матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Средние случайные индексы	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Если разделить ИС на число, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка, получим отношение согласованности (**ОС**). Величина ОС должна быть 10% или менее, чтобы быть приемлемой. В некоторых случаях допускается ОС до 20%, но не более, иначе надо перепроверить свои суждения.

Приведем метод получения грубой оценки λ_{max} .

Умножаем матрицу сравнений на полученную оценку вектора ω . Получаем новый вектор. Делим первую компоненту этого вектора на первую компоненту оценки собственного вектора, вторую компоненту нового вектора на вторую компоненту оценки собственного вектора и т.д. Получаем еще один вектор. Разделив сумму компонент этого вектора на число компонент, найдем приближение к числу λ_{max} . Чем ближе λ_{max} к n (порядку матрицы) тем более согласован результат оценок, выполненных в исследуемой матрице.

Мы для целей нашего исследования получали λ_{max} точным методом, максимизируя λ при линейных ограничениях, вытекающих из представления выражения $A \omega = \lambda \omega$ в виде системы линейных уравнений. Решение данной оптимизационной задачи производилось средствами написанной нами пользовательской функции *Microsoft Excel*.

Наш алгоритм вычисления главного собственного вектора матрицы парных сравнений и соответственно λ_{max} основан на использовании *теоремы 7.13* (по нумерации в книге Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993, стр. 192).

СПРАВКА

Теорема 7.13. Для примитивной матрицы A

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{\|A^k\|} = c w, \quad \|A^k\| \equiv e^T A e,$$

где c - постоянная величина, а w - собственный вектор, соответствующий λ_{max} ,
 e - единичный вектор-столбец, т.е. $e = (1, 1, \dots, 1)^T$ (T - символ транспонирования),
 $\|A^k\|$ - норма матрицы A^k (сумма всех элементов A^k).

Из данной теоремы следует, что нормализованные строчные суммы степеней примитивной матрицы в пределе дают искомый собственный вектор. Поэтому алгоритм получения главного собственного вектора состоит в том, чтобы возводить матрицу парных сравнений в степени, каждая из которых представляет собой квадрат предыдущей. Строчные суммы нормализуются. Вычисления прекращаются, когда разность между нормализованными строчными суммами в двух последовательных вычислениях станет меньше заранее заданной величины.

В написанном нами программном обеспечении мы завершаем вычисления, когда достигаются ограничения по максимально допустимым в языке Visual Basic for Applications (VBA) [работает под управлением Microsoft Excel] значениям чисел с двойной точностью (double).

Выше мы указали на возможность средствами рассматриваемой теории проверить согласованность суждений экспертов в МПС.

Инструментами проверки согласованности МПС являются, как было указано, ИС и ОС.

Для проверки согласованности иерархий в целом в МАИ введено еще одно понятие - отношение согласованности иерархии (**ОСИ**) [Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993, стр. 99].

Получение ОСИ является обобщением измерения согласованности отдельных МПС.

Процесс вычисления ОСИ в нашем исследовании заключается в том, что ИС, полученные из МПС наименований показателей объекта, умножаются на приоритеты критериев, относительно которых проведено сравнение значений показателей.

ЗАМЕЧАНИЕ. Сравнение значений показателей производится исходя из следующего правила: если значение показателя желательно увеличивать, то он положительный, если же его значение желательно уменьшать (вплоть до нуля), то это отрицательный показатель.

К данной сумме добавляется ИС МПС наименований показателей объекта. Затем данная величина сравнивается с соответствующим индексом, который получен как сумма случайно сформированных индексов, взвешенных посредством соответствующих приоритетов.

Отношение полученных величин не должно превышать 10% (в исключительных случаях 20%).

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

ОБРАБОТКА АНКЕТЫ

Ф.И.О. эксперта _____

должность _____

МПС эксплуатационных (качественных) и объемных (количественные) признаков стекловаренных печей

Группы критериев сравнения		1	2
1	Качественные признаки	1	5
2	Количественные признаки (объем ванны)	0,2	1
Приоритеты		0,833	0,167
λ		2,000	2,000
ОС		0%	ИС 0%

МПС критериев качественных признаков сравнения стекловаренных печей

Качественные критерии		1	2	3	4
1	Съем стекломассы в сутки, т./кв.м.	1	2	0,25	0,5
2	Срок полезного использования, лет	0,5	1	0,166667	0,333333
3	Удельный расход топлива, куб.м./т.	4	6	1	3
4	Уровень автоматизации технологического процесса	2	3	0,333333	1
Приоритеты		0,135	0,078	0,559	0,228
λ		4,031	4,031	4,031	4,031
ОС		1%	ИС	1%	

МПС печи до и после ремонта по критерию съема стекломассы

Альтернативы		1	2
1	Стекловаренная печь до ремонта	1	0,6
2	Стекловаренная печь после ремонта	1,6667	1
Приоритеты		0,375	0,625
λ		2,000	2,000
ОС		0%	ИС 0%

МПС печи до и после ремонта по критерию нормативного срока полезного использования

Альтернативы		1	2
1	Стекловаренная печь до ремонта	1	0,625
2	Стекловаренная печь после ремонта	1,6	1
Приоритеты		0,385	0,615
λ		2,000	2,000
ОС		0%	ИС 0%

МПС печи до и после ремонта по критерию удельного расхода топлива

Альтернативы		1	2
1	Стекловаренная печь до ремонта	1	0,6
2	Стекловаренная печь после ремонта	1,6667	1
Приоритеты		0,375	0,625
λ		2,000	2,000

ОС	0%	ИС	0%
----	----	----	----

МПС печи до и после ремонта по критерию уровня автоматизации технологического процесса

	Альтернативы	1	2	
1	Стекловаренная печь до ремонта	1	0,333333	
2	Стекловаренная печь после ремонта	3	1	
	Приоритеты	0,250	0,750	
	λ	2,000	2,000	
	ОС	0%	ИС	0%

МПС печи до и после ремонта по критерию объема ванны

	Альтернативы	1	2	
1	Стекловаренная печь до ремонта	1	0,333333	
2	Стекловаренная печь после ремонта	3	1	
	Приоритеты	0,250	0,750	
	λ	2,000	2,000	
	ОС	0%	ИС	0%

Итоговое значение весов стекловаренной печи до и после ремонта

	Веса критериев/веса альтернатив по критериям	Съем стекломассы в сутки, т./кв.м.	Срок полезного использования, лет	Удельный расход топлива, куб.м./т.	Уровень автоматизации технологического процесса	Объем ванны	Веса
		0,113	0,065	0,466	0,190	0,167	
1	Стекловаренная печь до ремонта	0,375	0,385	0,375	0,250	0,250	0,331
2	Стекловаренная печь после ремонта	0,625	0,615	0,625	0,750	0,750	0,669
							1

Управляющий ЗАО АКФ «Андреев & Партнеры» ____ **Андреев Д.М.**